



# 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.

**DIRECCION GENERAL DE**  
IMPACTO Y RIESGO  
**AMBIENTAL**

CAPITULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	2
1.1 Datos generales del proyecto	3
1.1.1 Nombre del proyecto	3
1.1.2 Ubicación del proyecto	3
1.1.3 Duración del proyecto	5
1.2. Datos generales del promovente	5
1.2.1 Nombre o razón social	5
1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente	5
1.2.3 Nombre y cargo del representante legal	5
1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	6
1.3. Datos generales del responsable de la elaboración del estudio	6
1.3.1 Nombre o razón social	6
1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)	6
1.3.3 Nombre del responsable de la elaboración del estudio	6
1.3.4 Dirección de la empresa	6

*Índice de figuras*

Figura 1. Localización general del proyecto. 5

*Índice de tablas*

Tabla 1. Coordenadas UTM del trazo a cada 250 m 3

## CAPITULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### 1.1 Datos generales del proyecto

#### 1.1.1 Nombre del proyecto

Modernización del camino San Manuel Nuevo Canutillo - E.C. (Nuevo Coahuila - El Desengaño), tramo del km 20+000 al km 33+200, con meta de 13.20 kms en el municipio de Candelaria, en el estado de Campeche.

#### 1.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el municipio de Candelaria al sureste del territorio del estado de Campeche.

**Tabla 1. Coordenadas UTM del trazo a cada 250 m (Coordenadas UTM Zona 15N Datum WGS84).**

Cadenamiento	X	Y
20+000	763239.287	1994152.107
20+250	763477.654	1994076.790
20+500	763722.905	1994109.950
20+750	763967.338	1994162.351
21+000	764204.852	1994234.098
21+250	764384.696	1994398.964
21+500	764498.792	1994621.395
21+750	764486.055	1994793.188
22+000	764599.776	1995015.808
22+250	764838.303	1994950.620
22+500	765077.847	1994879.086
22+750	765317.187	1994806.864
23+000	765560.533	1994767.513
23+250	765803.050	1994828.109
23+500	766045.266	1994889.987
23+750	766287.514	1994951.724
24+000	766529.634	1995013.963
24+250	766771.851	1995075.859
24+500	767014.086	1995137.680
24+750	767255.863	1995201.247
25+000	767498.188	1995262.712
25+250	767740.478	1995324.286
25+500	767982.440	1995387.151
25+750	768224.498	1995449.654

Cadenamiento	X	Y
26+000	768466.884	1995505.698
26+250	768669.988	1995363.048
26+500	768664.941	1995113.211
26+750	768658.761	1994863.294
27+000	768668.319	1994614.061
27+250	768700.316	1994366.117
27+500	768731.882	1994118.124
27+750	768766.265	1993870.516
28+000	768808.013	1993624.031
28+250	768848.681	1993377.361
28+500	768875.588	1993129.592
28+750	768791.269	1992894.871
29+000	768698.797	1992662.604
29+250	768605.982	1992430.473
29+500	768514.74	1992197.719
29+750	768382.66	1992019.291
30+000	768328.491	1991775.288
30+250	768274.074	1991531.282
30+500	768144.465	1991373.791
30+750	768152.580	1991125.780
31+000	768169.192	1990876.334
31+250	768186.315	1990626.921
31+500	768202.620	1990377.454
31+750	768219.695	1990128.040
32+000	768237.443	1989878.673
32+250	768254.646	1989629.271
32+500	768272.271	1989379.893
32+750	768290.664	1989130.571
33+000	768310.134	1988881.331
33+200	768326.223	1988681.486

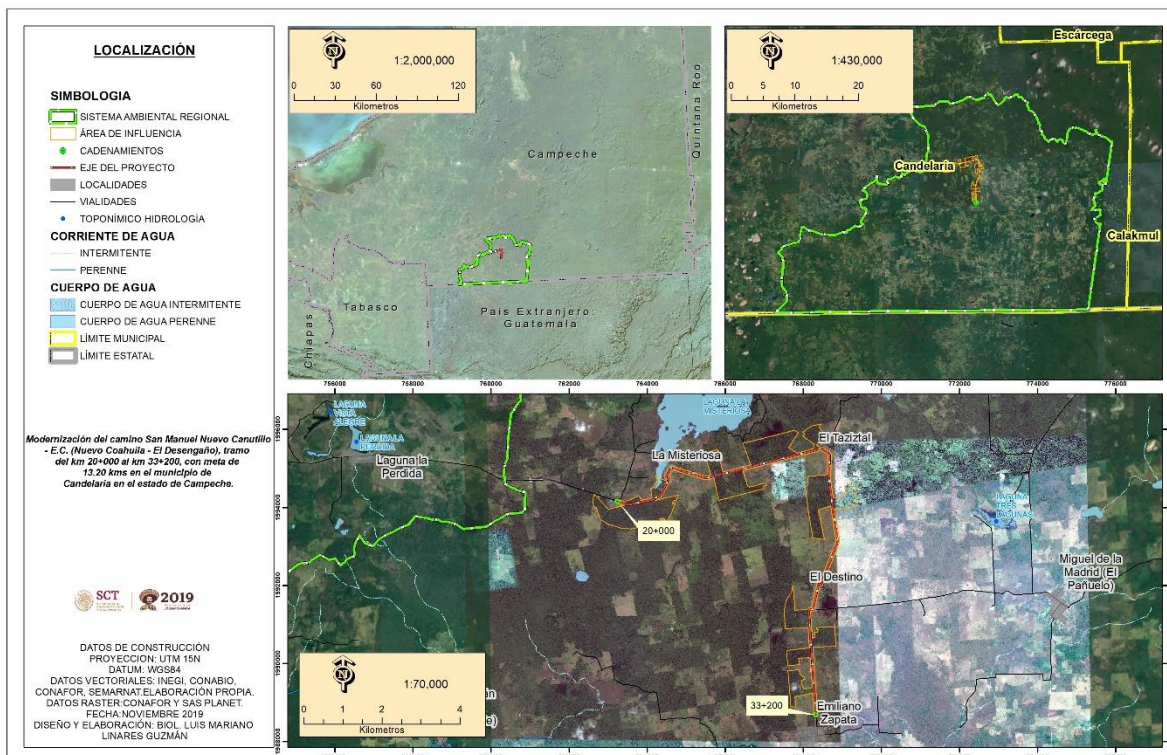


Figura 1. Localización general del proyecto.

### 1.1.3 Duración del proyecto

Se contempla para la modernización del camino San Manuel Nuevo Canutillo – E.C (Nuevo Coahuila – El Desengaño), un periodo de 6 años (seis) para realizar las actividades de preparación del sitio y construcción (ampliación). Posteriormente dará comienzo la etapa de operación y mantenimiento del camino para lo que se calcula una visa útil de 40 años o más, dependiendo de su desgaste y mantenimiento.

## 1.2. Datos generales del promovente

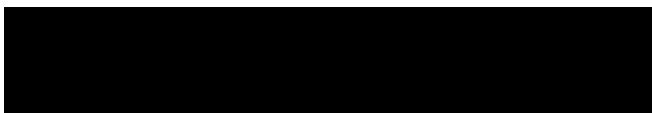
### 1.2.1 Nombre o razón social

Secretaría de Comunicaciones y Transportes Centro SCT Campeche

### 1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

CSC850101KR7

### 1.2.3 Nombre y cargo del representante legal



### **1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones**

Av. Palmas, S/N, Col. Estación Antigua, Campeche, Campeche. C.P. 24020

### **1.3. Datos generales del responsable de la elaboración del estudio**

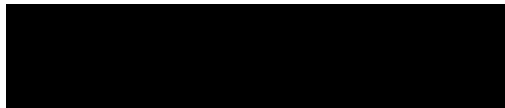
#### **1.3.1 Nombre o razón social**

DAISA Construcciones, Urbanizaciones y Mantenimiento S.A. de C. V.

#### **1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)**

DCU011030SU7

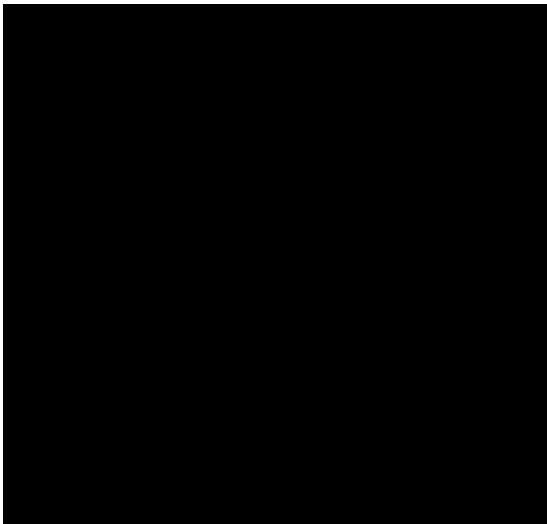
#### **1.3.3 Nombre del responsable de la elaboración del estudio**



#### **1.3.4 Dirección**

Calle: Independencia No. 19, Col. Santiago Tlajomulco, Cp: 43865, Tolcayuca, Hidalgo.

Colaboradores:



CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y EN SU CASO DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO	2
2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	7
2.1.1 Naturaleza del proyecto	7
2.1.2 Justificación	8
2.1.3 Ubicación física	8
2.1.4 Inversión requerida	10
2.2 Características particulares del proyecto	10
2.2.1 Dimensiones del proyecto	11
2.2.2 Obras de drenaje	68
2.2.3 Distancia y/o relación del proyecto con zonas de importancia ecológica, arqueológica o cultural.	69
2.2.4 Programa del trabajo	78
2.2.5 Representación gráfica regional	78
2.2.6 Representación gráfica local	79
2.2.7 Etapas del proyecto	80
2.2.8 Residuos	82



### *Índice de figuras*

Figura 1. Localización general del proyecto.	10
Figura 2. Sección del proyecto.	11
Figura 3. Mediciones realizadas en campo del camino actual cada 250 m.	12
Figura 4. Mediciones del camino actual y superficies adicionales requeridas.	12
Figura 5. Recorridos y mediciones del camino actual.	13
Figura 6. Durante los recorridos se llevó a cabo un levantamiento de información y evidencia fotográfica de las condiciones actuales que presenta el camino y colindancias inmediatas.	13
Figura 7. Vista aérea tomada con un Drone que muestra las condiciones generales del camino que pretende ser modernizado.	29
Figura 8. Camino actualmente modernizado que termina justo donde dará inicio el proyecto.	30
Figura 9. Vistas terrestres que muestran las condiciones generales del camino que pretende ser modernizado.	30
Figura 10. Ortomosaico generado mediante un sistema de información geográfica (SIG), utilizando imágenes aéreas tomadas con un Drone.	31
Figura 11. A) Imagen de GoogleEarth (2014), B) Imagen obtenida del trabajo de SIG mediante el empleo de imágenes tomadas con un Drone (2019).	31
Figura 12. Imagen aérea tomada con un Drone donde claramente se distinguen las áreas forestales de las no forestales.	32
Figura 13. Tomas aéreas que muestran las condiciones actuales dentro de la LC.	32
Figura 14. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 1. Consultar anexo 2 – 2.1.	37
Figura 15. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 2. Consultar anexo 2 – 2.1.	38
Figura 16. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 3. Consultar anexo 2 – 2.1.	38
Figura 17. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 4. Consultar anexo 2 – 2.1.	39
Figura 18. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 5. Consultar anexo 2 – 2.1.	39
Figura 19. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 6. Consultar anexo 2 – 2.1.	40
Figura 20. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 7. Consultar anexo 2 – 2.1.	40
Figura 21. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 8. Consultar anexo 2 – 2.1.	41

Figura 22. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 9. Consultar anexo 2 – 2.1.	41
Figura 23. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 10. Consultar anexo 2 – 2.1.	42
Figura 24. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 11. Consultar anexo 2 – 2.1.	42
Figura 25. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 12. Consultar anexo 2 – 2.1.	43
Figura 26. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 13. Consultar anexo 2 – 2.1.	43
Figura 27. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 14. Consultar anexo 2 – 2.1.	44
Figura 28. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 15. Consultar anexo 2 – 2.1.	44
Figura 29. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 16. Consultar anexo 2 – 2.1.	45
Figura 30. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 17. Consultar anexo 2 – 2.1.	45
Figura 31. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 18. Consultar anexo 2 – 2.1.	46
Figura 32. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 19. Consultar anexo 2 – 2.1.	46
Figura 33. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 20. Consultar anexo 2 – 2.1.	47
Figura 34. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 21. Consultar anexo 2 – 2.1.	47
Figura 35. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 22. Consultar anexo 2 – 2.1.	48
Figura 36. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 23. Consultar anexo 2 – 2.1.	48
Figura 37. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 24. Consultar anexo 2 – 2.1.	49
Figura 38. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 25. Consultar anexo 2 – 2.1.	49
Figura 39. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 26. Consultar anexo 2 – 2.1.	50
Figura 40. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 27. Consultar anexo 2 – 2.1.	50

- Figura 41. Conjunto de datos vectoriales de USVEG dentro del SAR, escala 1: 67,000, INEGI (Serie VI, 2016). Consultar anexo 1. 51
- Figura 42. Conjunto de datos vectoriales de USVEG dentro del AI, escala 1: 31,000, INEGI (Serie VI, 2016). Consultar anexo 1. 52
- Figura 43. Dentro del SAR, AI y LC del proyecto las coberturas forestales han sido severamente afectadas, desplazando extensas áreas con selva para alojar pastizales cultivados. 54
- Figura 44. Fotografías que muestran parte de las selvas que se desarrollan en el SAR y AI, en muchos casos se observan islas de vegetación que han quedado en pie para sombrear al ganado. Paisajísticamente las selvas se observan entre los pastizales. Algunas áreas dentro de la LC presentan conectividad y continuidad con relictos de selva. 55
- Figura 45. La fotografía muestra a la VS/SMQ del lado derecho y en el izquierdo áreas sin cobertura forestal. 55
- Figura 46. Las copas de algunos árboles que se observan aislados y dispersos sombrean el camino, pero sus troncos se encuentran fuera de la LC, por lo que muchos árboles no resultaran afectados con la modernización del camino 56
- Figura 47. Muchas áreas dentro de la LC muestran coberturas dominantes entre las que destacan: El camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación y pastizal cultivado. 56
- Figura 48. Algunos árboles y arbustos dentro de la LC se observan aislados y dispersos, han sido dejados para sombrear al ganado o para cercos vivos que delimitan parcelas ganaderas; así como una gran cantidad de malezas ruderales pioneras al disturbio que se encuentran formando parte de la vegetación de borde del actual camino. 57
- Figura 49. El cambio de uso del suelo dentro del SAR, AI y LC es muy notable, a través de los últimos años se han desplazado extensas superficies de selva para dar paso a pastizales cultivados, actividad primaria en la región. 57
- Figura 50. La modernización del camino no afectara significativamente superficies forestales, ya que actualmente se observan áreas con notables cambios de origen antropogénico, debido a las distintas actividades que se han llevado a cabo durante al menos los últimos 5 años. 58
- Figura 51. Las comunidades asentadas dentro del SAR y AI han influido directamente en el desplazamiento de la selva, de donde han obtenido bienes y servicios; sin embargo, no se han llevado a cabo las mejores prácticas que logren frenar el daño causado a la disminución de la vegetación. 58
- Figura 52. En toda la longitud del proyecto se encuentran establecidas algunas comunidades rurales que presentan altos grados de marginación; La Misteriosa, El Tazistal, El Destino y Emiliano Zapata, por lo que resultaran directamente beneficiadas con la modernización del camino. 59
- Figura 53. Fotografía que muestra algunas viviendas que se encuentran aisladas. 59
- Figura 54. Es común en la región observar que alrededor de algunas viviendas llevan a cabo cultivos de traspatio y donde se siembran de igual forma árboles y arbustos de ornato y frutales. 60

Figura 55. La principal actividad primaria en la región (SAR, AI), es la ganadería extensiva, donde extensas superficies a la vista tienen un uso de suelo con pastizal cultivado, donde es común cultivar diferentes tipos de pastos que dependen de la época del año y la zona.	61
Figura 56. El ganado pastorea libremente dentro de los pastizales, en algunos casos se observa estabulado, pero únicamente lo encierran por las noches.	61
Figura 57. Algunos pastores de las comunidades arrían al ganado a sus terrenos, para sacarlo a pastorear.	62
Figura 58. Paisaje donde la selva ha perdido espacio y donde únicamente se observan pastizales cultivados, en algunos casos algunas especies de palmas logran desarrollarse y son dejadas en pie.	62
Figura 59. Dentro de la LC del proyecto se establecen pastizales que dan continuidad áreas adentro alejándose del camino actual.	63
Figura 60. Pastizal observado a los costados del camino actual.	63
Figura 61. La pérdida de selva a provocado importantes cambios en el ecosistema.	64
Figura 62. Laguna “La Misteriosa” ubicada al norte de la comunidad rural que lleva el mismo nombre.	65
Figura 63. Fotografía de las condiciones actuales que se presentan en la laguna “La Misteriosa”.	66
Figura 64. Obra de drenaje que será modernizada para permitir el flujo hídrico intermitente y evitar la afectación del camino, además de considerar adecuarlas como pasos de fauna.	66
Figura 65. Finalmente, también se observan algunos abrevaderos para el ganado ubicados dentro de los pastizales cultivados.	67
Figura 66. Almacenamiento de agua para hidratar al ganado.	67
Figura 67. Ubicación del proyecto respecto a la ZOFEMAT.	70
Figura 68. Ubicación del proyecto respecto al ANP de competencia federal más cercana.	71
Figura 69. Ubicación del proyecto respecto al ANP de competencia estatal más cercana.	72
Figura 70. Ubicación del proyecto respecto al POEGT.	73
Figura 71. Ubicación del proyecto respecto al POEMyRGMMyMC.	74
Figura 72. Ubicación del proyecto respecto al sitio arqueológico más cercano.	75
Figura 73. Ubicación del proyecto respecto al ecosistema excepcional (manglar) más cercano.	76
Figura 74. Ubicación del proyecto respecto a la UMA más cercana.	77
Figura 75. Estado de Campeche	79
Figura 76. Municipio de Candelaria	79
Figura 77. Obras complementarias	81

***Índice de tablas***

Tabla 1. Coordenadas UTM del trazo a cada 250 m	8
Tabla 2. Características del proyecto	11
Tabla 3. Superficies actuales y con proyecto	28
Tabla 4. Obras de drenaje menor	68
Tabla 5. Programa general de trabajo.	78

## CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y EN SU CASO DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

### 2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El presente estudio corresponde a la modernización del camino San Manuel Nuevo Canutillo – E.C (Nuevo Coahuila – El Desengaño) en el tramo comprendido del km 20+000 al km 33+200, con una meta de 13.20 km, ubicado en el municipio de Candelaria en el estado de Campeche.

El tramo actualmente presenta las características de un camino tipo D, con un ancho de corona promedio de 6 m, por lo que el proyecto de modernización plantea homogenizar el ancho del camino y realizar las alineaciones pertinentes para que cumpla con las características de un camino tipo C.

#### 2.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto de modernización del camino San Manuel – E.C. (Nuevo Coahuila – El Desengaño) del km 20+000 al 33+200, está determinado por la necesidad de infraestructura adecuada para el desarrollo social y económico de la región; será realizado por medio de actividades propias de la industria de la construcción y forma parte de las estrategias de los programas de desarrollo federales y estatales para la mejora y modernización de la infraestructura carretera. Serán realizadas obras y/o actividades para la construcción de una vía general de comunicación, misma que implica un cambio de uso de suelo de áreas forestales, dado lo anterior, el proyecto requiere de la autorización en materia de impacto ambiental, en función de lo que establece el Artículo 5 inciso B) del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental:

“ARTÍCULO 5o.- 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 o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales.”

De igual forma, el Artículo 11 fracción I del mismo REIA establece que cuando se trate de carreteras la Manifestación de Impacto Ambiental deberá presentarse en modalidad regional, como es el caso del presente proyecto.

Por lo anteriormente fundado, el proyecto se somete al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) ante la autoridad correspondiente (SEMARNAT) para su respectivo análisis y dictamen oportuno en materia de impacto ambiental; siendo importante mencionar, que el proyecto no contempla otras obras o actividades que sean competencia de la federación.

## 2.1.2 Justificación

Se observa dentro del Plan Estatal de Desarrollo 2015 – 2021 del estado de Campeche que destaca obras y acciones prioritarias, cuya ejecución contribuirá a mejorar la competitividad estatal.

Son proyectos estratégicos de desarrollo y para su realización se promoverá una efectiva coordinación con el gobierno federal, con los gobiernos estatales de la región sur – sureste y con los municipios, para que a través de la conjunción de esfuerzos y recursos se logren establecer corredores logísticos y encadenamientos productivo.

Dentro del Eje de fortaleza económica se encuentra el programa de modernización de la red de carreteras estatales y caminos alimentadores, así como otras obras de infraestructura. De igual forma la Estrategia 6.2.2.5 Desarrollar Infraestructura Carretera tiene como línea de acción, entre otras, ampliar y modernizar los ejes troncales transversales y longitudinales del estado, así como las carreteras interestatales.

Actualmente las comunidades a las que dará servicio el proyecto como son San Manuel Nuevo Cantuillo, la Misteriosa, El Tazizal, El Destino, Emiliano Zapata y finalmente El Desengaño cuentan con un camino revestido con ancho variable a lo largo del trayecto, en general este tipo de caminos resultan riesgosos en época de lluvia por lo que se concluye que no cuenta con las condiciones adecuadas para un traslado eficiente de bienes y servicios para estas localidades.

El proyecto de modernización plantea una ampliación derecha al ancho del camino y realizar las alineaciones pertinentes para que cumpla con las características de un camino tipo C. De esta forma el proyecto colabora con los objetivos estatales y federales para el desarrollo del estado de Campeche.

## 2.1.3 Ubicación física

El proyecto se ubica en el municipio de Candelaria al sureste del territorio del estado de Campeche; forma parte de la carretera estatal libre que comunica desde la localidad de Nueva Esmeralda hasta La Misteriosa, Miguel de la Madrid y al sur con el Desengaño. El tramo inicia en el km 20+000 aproximadamente a 6 km al Este de La Perdida; se desarrolla hacia el Este hasta el km 26+000 donde toma dirección al sur por 7.2 km más hasta su fin en el km 33+200 en las afueras de la localidad de los Tulipanes.

**Tabla 1. Coordenadas UTM del trazo a cada 250 m (Coordenadas UTM Zona 15N Datum WGS84).**

Cadenamiento	X	Y
20+000	763239.287	1994152.107
20+250	763477.654	1994076.790
20+500	763722.905	1994109.950
20+750	763967.338	1994162.351
21+000	764204.852	1994234.098
21+250	764384.696	1994398.964
21+500	764498.792	1994621.395

Cadenamiento	X	Y
21+750	764486.055	1994793.188
22+000	764599.776	1995015.808
22+250	764838.303	1994950.620
22+500	765077.847	1994879.086
22+750	765317.187	1994806.864
23+000	765560.533	1994767.513
23+250	765803.050	1994828.109
23+500	766045.266	1994889.987
23+750	766287.514	1994951.724
24+000	766529.634	1995013.963
24+250	766771.851	1995075.859
24+500	767014.086	1995137.680
24+750	767255.863	1995201.247
25+000	767498.188	1995262.712
25+250	767740.478	1995324.286
25+500	767982.440	1995387.151
25+750	768224.498	1995449.654
26+000	768466.884	1995505.698
26+250	768669.988	1995363.048
26+500	768664.941	1995113.211
26+750	768658.761	1994863.294
27+000	768668.319	1994614.061
27+250	768700.316	1994366.117
27+500	768731.882	1994118.124
27+750	768766.265	1993870.516
28+000	768808.013	1993624.031
28+250	768848.681	1993377.361
28+500	768875.588	1993129.592
28+750	768791.269	1992894.871
29+000	768698.797	1992662.604
29+250	768605.982	1992430.473
29+500	768514.74	1992197.719
29+750	768382.66	1992019.291
30+000	768328.491	1991775.288
30+250	768274.074	1991531.282
30+500	768144.465	1991373.791
30+750	768152.580	1991125.780
31+000	768169.192	1990876.334
31+250	768186.315	1990626.921



Cadenamiento	X	Y
31+500	768202.620	1990377.454
31+750	768219.695	1990128.040
32+000	768237.443	1989878.673
32+250	768254.646	1989629.271
32+500	768272.271	1989379.893
32+750	768290.664	1989130.571
33+000	768310.134	1988881.331
33+200	768326.223	1988681.486

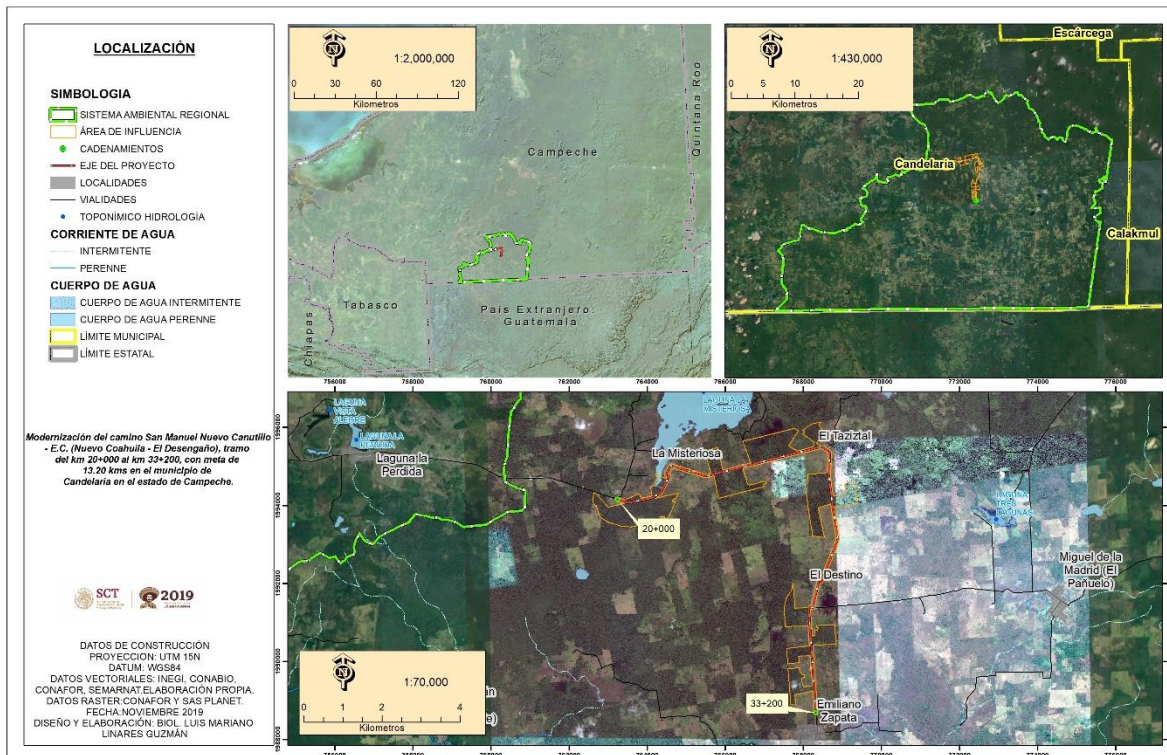


Figura 1. Localización general del proyecto.

## 2.1.4 Inversión requerida

De acuerdo con el catálogo de conceptos presentado en la inversión económica aproximada para la ejecución del proyecto será de \$428 006 018.00 (cuatrocientos veintiocho millones, seis mil dieciocho pesos 40/100 M.N.), sin considerar el costo de las medidas de mitigación que se deriven de este documento.

## 2.2 Características particulares del proyecto

El proyecto consiste en la modernización de un tramo de 13.2 km del camino San Manuel Nuevo Canutillo – E.C (Nuevo Coahuila – El Desengaño) ubicado en el municipio de Candelaria, en el estado de Campeche. De acuerdo a las observaciones realizadas en campo, este camino se encuentra revestido y actualmente en uso.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de campo, se tiene un ancho promedio en el camino existente de 6 metros, registrando valores en los diferentes tramos que van de los 4 a los 6 m. cómo se observa en la siguiente figura el proyecto plantea una ampliación a la derecha para alojar un ancho de corona de 9.0 m.

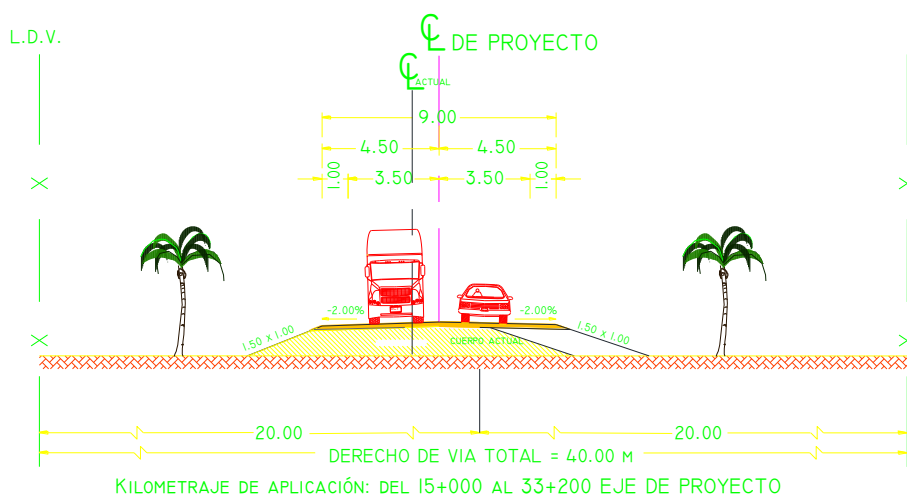


Figura 2. Sección del proyecto.

Tabla 2. Características del proyecto.

Concepto	Actual	Proyecto
Carretera tipo	D	C
Velocidad máxima (KPH)	40 km/hr	80 - 90 km/hr
Ancho de corona (m)	6.25 a 10.5 m	9.0 m
Ancho de calzada (m)	6.25 a 10.5 m	7.0 m
Número de carriles	2	2
Acotamientos	n/a	1.0 m
Longitud total	13.2 km	13.2 km
Derecho de vía	40.0 m	40.0 m
TDPA	100 a 500 veh/d	1500 a 3000 veh/d

## 2.2.1 Dimensiones del proyecto

### 2.2.1.1 Ancho actual del camino mínimo cada 250 metros, indicando en su caso superficies adicionales de afectación y uso de suelo y vegetación de acuerdo al Inventario Nacional Forestal y/o INEGL.

Como parte de la caracterización del eje del proyecto, se realizaron durante los recorridos en toda la longitud del proyecto algunas mediciones referentes al ancho del camino actual cada

250 m, para poder obtener la superficie de afectación adicional dentro de la LC requerida para la modernización del camino existente.



**Figura 3. Mediciones realizadas en campo del camino actual cada 250 m.**

Así entonces, en la siguiente tabla se muestran el ancho promedio del camino actual en tramos cada 250 metros, desde el inicio del proyecto (20+000) hasta el final (33+200), mismo que tiene una longitud total de 13.20 Km. En todos los casos se presentan las coordenadas UTM del inicio y final de cada tramo. También se indica el USVEG en base a INEGI (Serie VI, 20016) y lo observado directamente en campo.



**Figura 4. Mediciones del camino actual y superficies adicionales requeridas.**



Figura 5. Recorridos y mediciones del camino actual.



Figura 6. Durante los recorridos se llevó a cabo un levantamiento de información y evidencia fotográfica de las condiciones actuales que presenta el camino y colindancias inmediatas.

De igual forma se indica la superficie de afectación adicional, de acuerdo al ancho de la Línea de Ceros (LC) a cada 250 m. A grandes rasgos, las dimensiones del ancho del camino actual a lo largo del eje del proyecto presentan valores promedio que van de 4.0 a 6.0 metros. La superficie total dentro de la LC corresponde a (15.838 ha), mismas que solo (9.153 ha) forman parte de superficies de afectación adicional que serán requeridas para la modernización del proyecto y el resto (6.685 ha) se encuentran formando parte del camino actual. Entre las coberturas asignadas se encuentran: Camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido. Cabe destacar, que del total considerado dentro de la LC solo (0.330 ha) son coberturas forestales con presencia de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VS/SMQ).

**Tabla 3. Ancho actual del camino cada 250 metros.**

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
20+000	20+250	250	763239.287	1994152.107	763477.654	1994076.790	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación
20+250	20+500	250	763477.654	1994076.790	763722.905	1994109.950	5.00	0.175	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
20+500	20+750	250	763722.905	1994109.950	763967.338	1994162.351	5.00	0.175	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
20+750	21+000	250	763967.338	1994162.351	764204.852	1994234.098	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Vegetación

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
									secundaria de selva mediana subperennifolia	
21+000	21+250	250	764204.852	1994234.098	764384.696	1994398.964	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia	
21+250	21+500	250	764384.696	1994398.964	764498.792	1994621.395	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
21+500	21+750	250	764498.792	1994621.395	764486.055	1994793.188	5.00	0.175	Pastizal cultivado, Urbano construido Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Urbano construido	
21+750	22+000	250	764486.055	1994793.188	764599.776	1995015.808	5.00	0.175	Urbano construido Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin	

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
									vegetación, Urbano construido	
22+000	22+250	250	764599.776	1995015.808	764838.303	1994950.620	5.00	0.175	Urbano construido, Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Urbano construido
22+250	22+500	250	764838.303	1994950.620	765077.847	1994879.086	5.00	0.175	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
22+500	22+750	250	765077.847	1994879.086	765317.187	1994806.864	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos
22+750	23+000	250	765317.187	1994806.864	765560.533	1994767.513	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
									cultivado, Cercos vivos	
23+000	23+250	250	765560.533	1994767.513	765803.050	1994828.109	5.00	0.175	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
23+250	23+500	250	765803.050	1994828.109	766045.266	1994889.987	5.00	0.175	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia , Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
23+500	23+750	250	766045.266	1994889.987	766287.514	1994951.724	5.40	0.165	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia



Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
23+750	24+000	250	766287.514	1994951.724	766529.634	1995013.963	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
24+000	24+250	250	766529.634	1995013.963	766771.851	1995075.859	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
24+250	24+500	250	766771.851	1995075.859	767014.086	1995137.680	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
24+500	24+750	250	767014.086	1995137.680	767255.863	1995201.247	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos,

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
									Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
24+750	25+000	250	767255.863	1995201.247	767498.188	1995262.712	4.00	0.200	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia	
25+000	25+250	250	767498.188	1995262.712	767740.478	1995324.286	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia	
25+250	25+500	250	767740.478	1995324.286	767982.440	1995387.151	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos	

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
									vivos, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia	
25+500	25+750	250	767982.440	1995387.151	768224.498	1995449.654	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
25+750	26+000	250	768224.498	1995449.654	768466.884	1995505.698	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia	
26+000	26+250	250	768466.884	1995505.698	768669.988	1995363.048	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
26+250	26+500	250	768669.988	1995363.048	768664.941	1995113.211	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al	

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
									disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
26+500	26+750	250	768664.941	1995113.211	768658.761	1994863.294	5.00	0.175	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos
26+750	27+000	250	768658.761	1994863.294	768668.319	1994614.061	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos
27+000	27+250	250	768668.319	1994614.061	768700.316	1994366.117	5.00	0.175	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos
27+250	27+500	250	768700.316	1994366.117	768731.882	1994118.124	5.20	0.170	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
									vivos, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia	
27+500	27+750	250	768731.882	1994118.124	768766.265	1993870.516	5.00	0.175	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	
27+750	28+000	250	768766.265	1993870.516	768808.013	1993624.031	5.00	0.175	Pastizal cultivado	
28+000	28+250	250	768808.013	1993624.031	768848.681	1993377.361	5.20	0.170	Pastizal cultivado	
28+250	28+500	250	768848.681	1993377.361	768875.588	1993129.592	5.00	0.175	Pastizal cultivado	
28+500	28+750	250	768875.588	1993129.592	768791.269	1992894.871	5.00	0.175	Pastizal cultivado	

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
									Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
28+750	29+000	250	768791.269	1992894.871	768698.797	1992662.604	5.50	0.163	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
29+000	29+250	250	768698.797	1992662.604	768605.982	1992430.473	5.30	0.168	Pastizal cultivado Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado	
29+250	29+500	250	768605.982	1992430.473	768514.740	1992197.719	5.00	0.175	Pastizal cultivado Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado	
29+500	29+750	250	768514.740	1992197.719	768382.660	1992019.291	5.20	0.170	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
29+750	30+000	250	768382.660	1992019.291	768328.491	1991775.288	6.00	0.150	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas	

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
									pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Cercos vivos, Urbano construido	
30+000	30+250	250	768328.491	1991775.288	768274.074	1991531.282	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Urbano construido	
30+250	30+500	250	768274.074	1991531.282	768144.465	1991373.791	5.30	0.168	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Urbano construido	
30+500	30+750	250	768144.465	1991373.791	768152.580	1991125.780	5.20	0.170	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Urbano construido	
30+750	31+000	250	768152.580	1991125.780	768169.192	1990876.334	5.20	0.170	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Urbano construido	
31+000	31+250	250	768169.192	1990876.334	768186.315	1990626.921	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos,	

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
									Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
31+250	31+500	250	768186.315	1990626.921	768202.620	1990377.454	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
31+500	31+750	250	768202.620	1990377.454	768219.695	1990128.040	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
31+750	32+000	250	768219.695	1990128.040	768237.443	1989878.673	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
32+000	32+250	250	768237.443	1989878.673	768254.646	1989629.271	6.00	0.150	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin	



Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
									vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
32+250	32+500	250	768254.646	1989629.271	768272.271	1989379.893	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
32+500	32+750	250	768272.271	1989379.893	768290.664	1989130.571	5.00	0.175	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
32+750	33+000	250	768290.664	1989130.571	768310.134	1988881.331	5.00	0.175	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	
33+000	33+200	200	768310.134	1988881.331	768326.223	1988681.486	5.00	0.140	Pastizal cultivado Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Cercos vivos	

MODERNIZACIÓN DEL CAMINO SAN MANUEL NUEVO CANUTILLO – E.C (NUEVO COAHUILA – EL DESENGAÑO), TRAMO DEL KM 20+000 AL KM 33+200, CON UNA META DE 13.20 KM EN EL MUNICIPIO DE CANDELARIA, EN EL ESTADO DE CAMPECHE



Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			x	y	x	y				
<b>Total</b>							<b>9.153</b>			

### **2.2.1.2 Sitos donde se proyecten rectificaciones y/o ampliaciones del camino existente, indicando las superficies de afectación y uso de suelo y vegetación de acuerdo al Inventario Nacional Forestal y/o INEGI.**

La modernización del camino no pretende ninguna rectificación, como se ha referido en la tabla anterior en algunos tramos debido a los anchos que se presentan actualmente será necesario considerar superficies adicionales, por lo que no será necesario llevar a cabo rectificaciones.

### **2.2.1.3 El desglose final de las superficies actuales y con proyecto, en total congruencia a los apartados previos.**

A continuación, se presenta un resumen de las superficies manejadas por el proyecto, a excepción de la superficie del Derecho de vía, todas las superficies se indican en referencia a la superficie de Línea de cero.

**Tabla 4. Superficies actuales y con proyecto**

SUPERFICIES	Tramo del km 20+000 al Km 33+200	
	m <sup>2</sup>	Ha
Superficie del Derecho de Vía	528, 000	52.8
Superficie de rodamiento actual (superficie que actualmente ocupa el camino).	66, 850	6.685
Superficie que requiere el proyecto (adicional)	91, 530	9.153
Superficie total (superficie actual + proyecto)	158, 381.80	15.838
Superficie que requiere cambio de uso de suelo (CUSTF)	3, 300	0.330

### **2.2.1.4 En relación a la superficie sujeta a cambio de uso de suelo por la afectación de terrenos forestales (CUSTF), “El Contratista” presentará el desglose por tipo de vegetación. Para tal efecto, deberá justificar sus resultados en apego a lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento.**

Para poder determinar las afectaciones a la vegetación, fue necesario realizar un análisis de los elementos del proyecto y determinar las áreas requeridas para ubicar espacialmente las superficies posiblemente a afectar. En este sentido, el proyecto contempla la modernización de un camino conformado en pavimento y totalmente en uso en una longitud total de 13.20 Km. De acuerdo a la naturaleza y magnitud del proyecto se definió que el área por afectar debido a la modernización pretendida es la línea de ceros (LC).



**Figura 7. Vista aérea tomada con un Drone que muestra las condiciones generales del camino que pretende ser modernizado.**

Vale la pena mencionar, que justo donde empieza el proyecto 20+000 el camino kilómetros atrás actualmente se encuentra modernizado, por lo que se pretende dar continuidad con la finalidad de lograr una mejor comunicación entre las poblaciones que serán directa e indirectamente beneficiadas.



Figura 8. Camino actualmente modernizado que termina justo donde dará inicio el proyecto.



Figura 9. Vistas terrestres que muestran las condiciones generales del camino que pretende ser modernizado.

Respecto a la vegetación a afectar por las distintas actividades pretendidas dentro de la LC, fue sumamente importante realizar un trabajo mediante un sistema de información geográfica (SIG), utilizando procedimientos de Fotointerpretación (FI) a partir de un ortomosaico generado por medio de un levantamiento fotográfico aéreo tomado con un Drone, la caracterización de la vegetación en campo a través de los recorridos realizados, fotografías terrestres y muestreos de la vegetación en áreas del proyecto; con el fin de ajustar a mayor detalle las coberturas de uso de suelo y tipos de vegetación (USVEG), respecto a los datos vectoriales obtenidos de INEGI, (Serie VI, 2016); en este sentido, la (FI) se realizó a un solo nivel de proyecto que abarca la LC.



Figura 10. Ortomosaico generado mediante un sistema de información geográfica (SIG), utilizando imágenes aéreas tomadas con un Drone.

Cabe resaltar, que se llevó a cabo esta metodología debido a que las imágenes de GoogleEarth no tienen buena definición para la zona de estudio, además de que las imágenes son del 2014, lo que dificulta una correcta fotointerpretación de las condiciones reales detectadas.

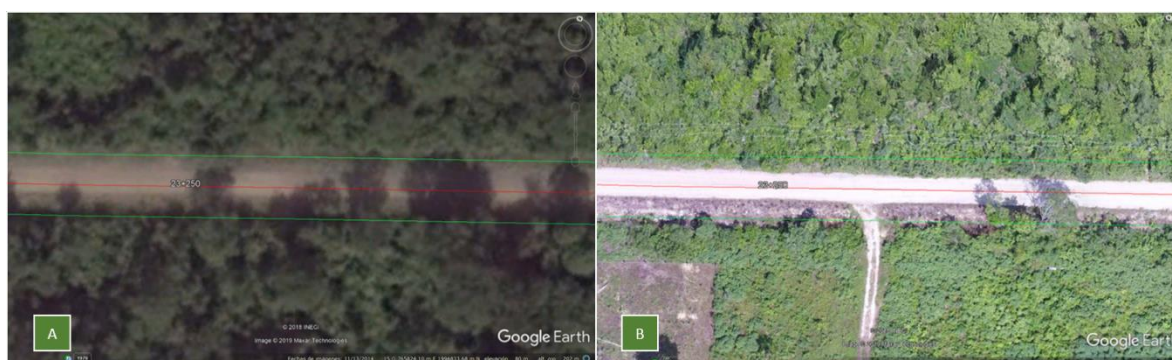


Figura 11. A) Imagen de GoogleEarth (2014), B) Imagen obtenida del trabajo de SIG mediante el empleo de imágenes tomadas con un Drone (2019).

Posteriormente, se llevó a cabo una fotointerpretación por medio de la selección de áreas preestablecidas se definieron dos criterios utilizados: “Forestal” (Áreas con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia), diferenciándolas de “No Forestal” (Camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido).



Figura 12. Imagen aérea tomada con un Drone donde claramente se distinguen las áreas forestales de las no forestales.



Figura 13. Tomas aéreas que muestran las condiciones actuales dentro de la LC.

Basándose en el trabajo de gabinete y la tarea de verificación en el terreno, se obtuvieron los siguientes resultados. La tabla muestra las superficies obtenidas en hectáreas y los porcentajes de ocupación de USVEG en base a la fotointerpretación generada dentro de la LC.

**Tabla 5. Superficies de USVEG presentes dentro de la LC, Fotointerpretación (FI), 2019.**

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
VS/SMQ	<b>Forestal</b> Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia	0.330	2.1
-	<b>No Forestal</b> Camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido	15.508	97.9
	<b>Total</b>	<b>15.838</b>	<b>100</b>

En ambos casos, tanto lo reportado por INEGI como los datos obtenidos de la fotointerpretación muestran que en la zona de estudio se presenta un incremento de los diferentes usos del suelo, mismo que ha modificado la vegetación natural remitiendo al crecimiento de VS/SMQ, donde el camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido, resultan ser coberturas no forestales dominantes dentro de la LC (15.508 ha).

El área requerida para el proyecto en la totalidad de la LC contempla una superficie de (15.838 ha) de las cuales considerando la cobertura forestal que ahí se desarrolla en áreas sujetas a CUSTF, únicamente se tendrá una afectación puntual de la vegetación forestal de (0.330 ha), aquí vale la pena mencionar, de que INEGI reporta algunas coberturas dentro de la LC que no corresponde a lo observado en campo; por ello fue sumamente importante los trabajos de campo y la FI, ya que la vegetación que logra su desarrollo en la zona corresponde algunos manchones de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, en donde INEGI menciona que es pastizal. En este caso la VS/SMQ es la cobertura que resultara afectada por las distintas obras y/o actividades pretendidas.

Lo anterior, tuvo un importante soporte de campo, verificando la condición de cobertura en la totalidad de la LC. Con la finalidad de reiterar si existirán áreas sujetas a cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF) dentro de la LC del proyecto, fue importante consultar los términos enmarcados en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento, del cual se describe a continuación.

## LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS)

**Artículo Primero.** - Se expide la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

### TÍTULO PRIMERO

#### De las Disposiciones Generales

#### Capítulo I

#### Objeto y Aplicación de la Ley

**Artículo 1.** La presente Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar



el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, 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, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

**Artículo 7.** Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

VI. *Cambio de uso del suelo en terreno forestal:* La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales;

XXIII. *Ecosistema Forestal:* La unidad funcional básica de interacción de los recursos forestales entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados;

XLVI. *Recursos biológicos forestales:* Comprende las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas para la investigación;

XLVII. *Recursos forestales:* La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales;

LXIX. *Suelo Forestal:* Cuerpo natural que ocurre sobre la superficie de la corteza terrestre, compuesto de material mineral y orgánico, líquidos y gases, que presenta horizontes o capas y que es capaz de soportar vida; que han evolucionado bajo una cubierta forestal y que presentan características que les confirió la vegetación forestal que en él se ha desarrollado;

LXX. *Terreno diverso forestal:* Es el que no reúne las características y atributos biológicos de las definiciones de ecosistema forestal y vegetación forestal previstas en las fracciones XXIII y LXXX del presente artículo, respectivamente;

LXXI. *Terreno forestal:* Es el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales. No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se localice dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas;

LXXII. *Terreno preferentemente forestal:* Aquel que habiendo estado cubierto por vegetación forestal y que en la actualidad no está cubierto por dicha vegetación, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía, cuya pendiente es mayor al 5 por ciento en una extensión superior a 38 metros de longitud y puede incorporarse al uso forestal, siempre y cuando no se encuentre bajo un uso aparente;

LXXIV. *Territorio forestal*: Espacio donde existen terrenos forestales y se llevan a cabo diversas actividades económicas, sociales y culturales que interaccionan con la gestión forestal;

LXXX. *Vegetación forestal*: Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;

LXXXI. *Vegetación secundaria nativa*: Aquella que surge de manera espontánea en selvas altas, medianas o bajas que han estado bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales; en algunas zonas se les denomina acahuales;

## REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (RLGDFS)

### TÍTULO PRIMERO

### DE LAS DISPOSICIONES GENERALES

### CAPÍTULO ÚNICO

**Artículo 1.** El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

**Artículo 2.** Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:

I. *Acahual*, vegetación secundaria nativa que surge de manera espontánea en terrenos preferentemente forestales que estuvieron bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales y que:

a) En selvas altas o medianas, cuenta con menos de quince árboles por hectárea con un diámetro normal mayor a veinticinco centímetros, o bien, con un área basal menor a cuatro metros cuadrados por hectárea, y

b) En selvas bajas, cuenta con menos de quince árboles por hectárea con un diámetro normal mayor a diez centímetros, o bien, con un área basal menor a dos metros cuadrados por hectárea;

V. *Bosque*, vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

XXXI. *Selva*, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

XL. *Vegetación forestal de zonas áridas*, aquella que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

*Después de consultar los Artículos y fracciones enmarcados en la LGDFS y el RLGDFS aplicables al proyecto, vale la pena mencionar, que dentro de la LC en áreas sujetas a CUSTF se presenta vegetación “forestal” asociada a la VS/SMQ, lo anterior; de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 7, y las fracciones VI, XXIII, XLVI, XLVII, LXIX, LXX, LXXI, LXXIV y LXXX citadas en la LGDFS y lo dispuesto en el Artículo 1 y 2, fracción XXXI citada en el RLGDFS.*

*Así mismo, dentro de la LC también se encuentra superficies que fueron consideradas como “no forestales”, donde prácticamente se encuentran coberturas asociadas al camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido, en este último caso de igual forma se revisaron los Artículos y fracciones enmarcados en la LGDFS y el RLGDFS aplicables al proyecto.*

*En este sentido, la superficie total requerida dentro de la LC corresponde a 15.838 ha, de las cuales únicamente para las áreas sujetas a CUSTF se requiere una superficie de 0.330 ha, polígonos que fueron delimitados con presencia de vegetación “Forestal” asociada a la VS/SMQ y el resto corresponde a 15.508 ha dentro de la LC “No Forestales”, entre las que destacan el camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido.*

*Cabe aclarar, que dentro de las áreas sujetas a CUSTF se identificó 1 especie de flora enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010; por lo anterior, se deberá llevar a cabo un programa de rescate de germoplasma forestal, rescatando frutos y semillas, para evitar su afectación como una medida de prevención y mitigación.*

Por otro lado, los datos obtenidos en campo y gabinete muestran que la cobertura vegetal de manera general dentro de la LC presenta un mosaico complejo compuesto por comunidades vegetales secundarias arbustivas y arbóreas y con distintas condiciones de composición, estructura de edades y tamaños que representan diferentes etapas de la sucesión secundaria.

Por lo anterior, dentro de la LC en superficies sujetas a CUSTF y que presentan VS/SMQ se pretende una afectación de 0.330 ha; sin embargo, se deberán llevar a cabo medidas de

mitigación que salvaguarden la integridad y correcto funcionamiento de la selva a nivel regional y local; para ello, en la MIA-R se proponen algunas medidas de prevención mediante el rescate de germoplasma forestal y acciones de reforestación funcional y estratégica en sitios bien seleccionados, con la finalidad de evitar la pérdida de la biodiversidad de especies ecológicamente importantes y aumentar las coberturas forestales que logren una mayor conectividad entre la selva.

**2.2.1.5 Para demostrar a la autoridad ambiental, la total congruencia respecto a las superficies sujetas o no a CUSTF, “El Contratista”, elaborará los mapas y/o planos que muestren POR CADENAMIENTOS EL USO DE SUELO Y VEGETACIÓN A LO LARGO DEL TRAZO Y LOS SUBTRAMOS FORESTALES**

Mediante un sistema de información geográfica (SIG), se elaboraron mapas que respaldan lo indicado en este inciso, los mapas se realizaron del inicio al final del proyecto, con la finalidad de representar sobre toda la longitud del proyecto la ubicación espacial de las superficies detectadas únicamente como forestales y que serán sujetas a CUSTF dentro de la LC del proyecto. Debido a que la imagen de Google Earth no tiene buena resolución en la zona, como ya se mencionó anteriormente, fue necesario utilizar una imagen de fondo que fue obtenida mediante un trabajo de SIG donde se utilizaron imágenes aéreas tomadas con un Drone, misma que conforma un ortomosaico de inicio a fin del proyecto. Los mapas se muestran a continuación y pueden ser consultados a detalle en el anexo 2 – 2.1, así como también en el anexo 4 – 4.3 se presentan las coordenadas UTM de los polígonos forestales delimitados.



Figura 14. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 1. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 15. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 2. Consultar anexo 2 – 2.1.

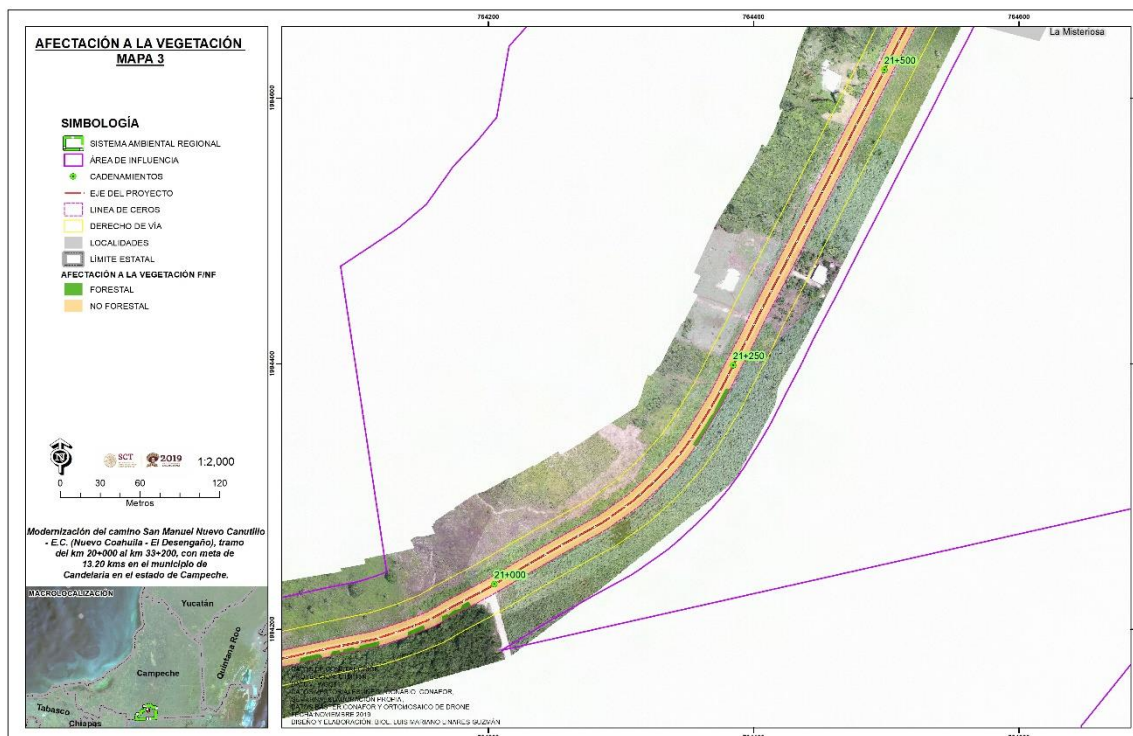


Figura 16. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 3. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 17. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 4. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 18. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 5. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 19. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 6. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 20. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 7. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 21. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 8. Consultar anexo 2 – 2.1.

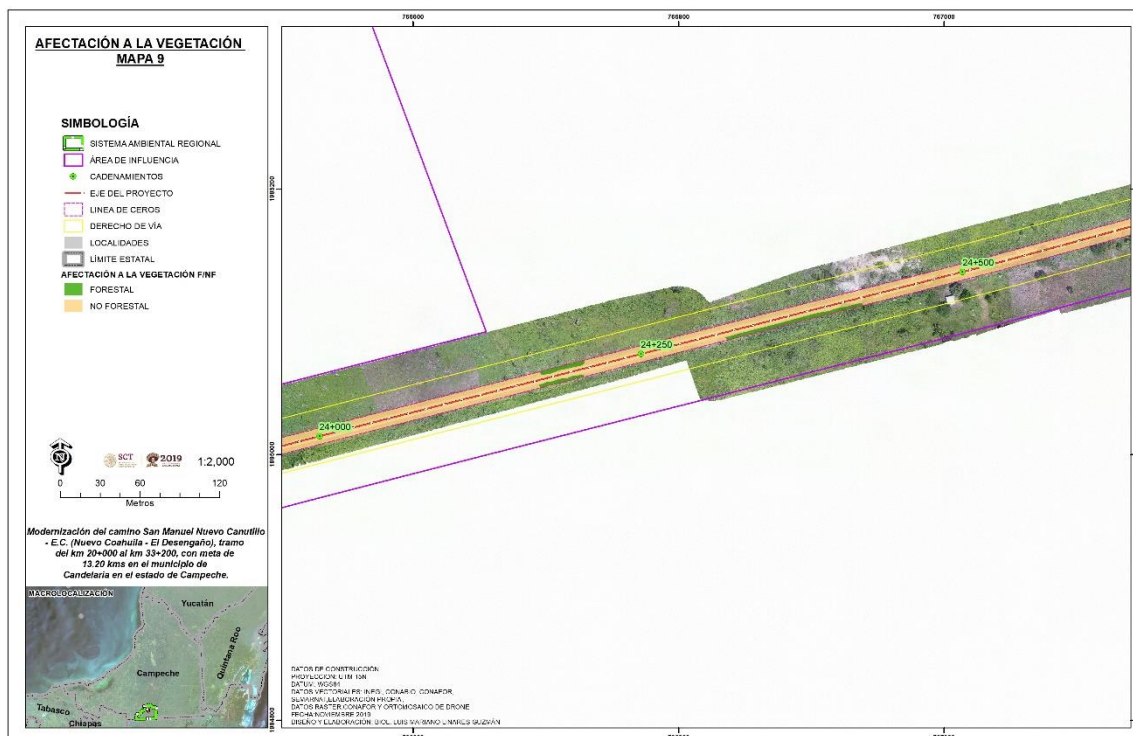


Figura 22. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 9. Consultar anexo 2 – 2.1.





Figura 23. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 10. Consultar anexo 2 – 2.1.

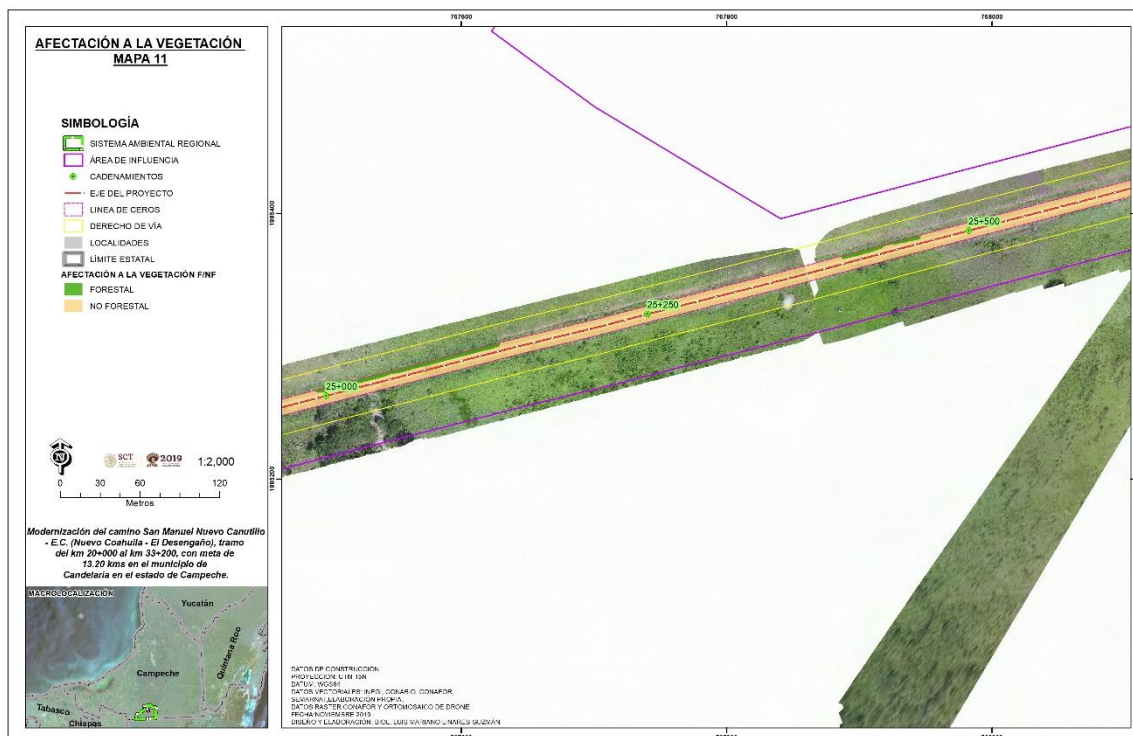


Figura 24. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 11. Consultar anexo 2 – 2.1.

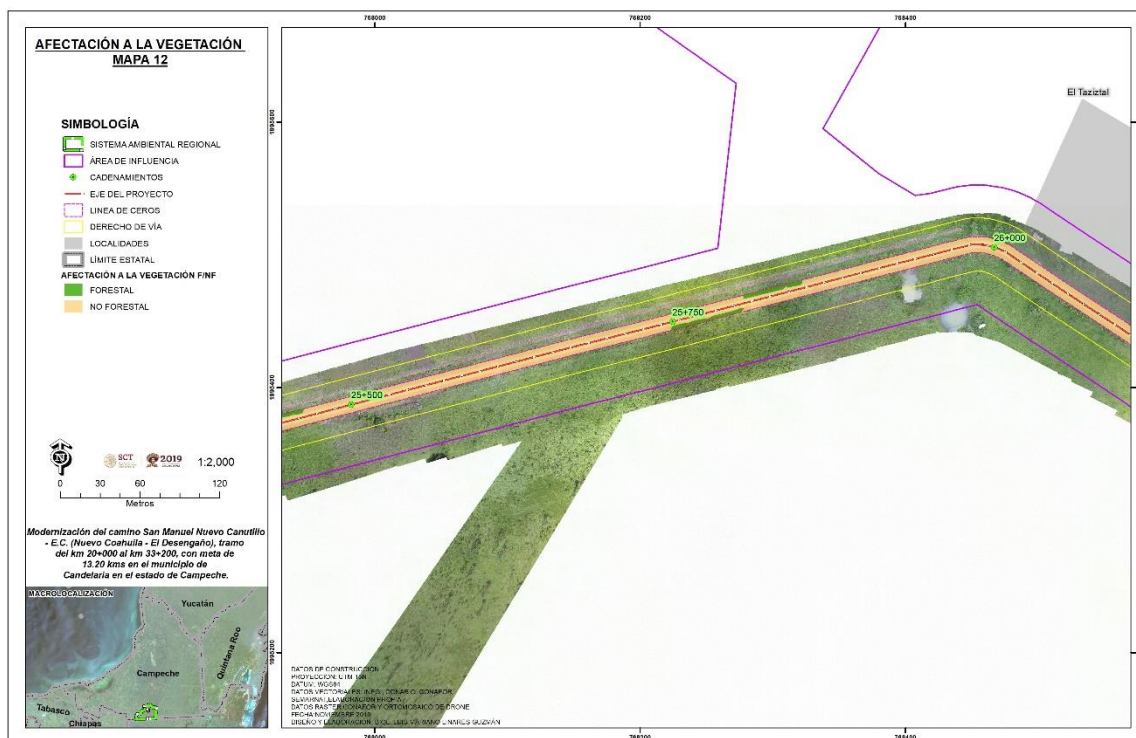


Figura 25. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 12. Consultar anexo 2 – 2.1.

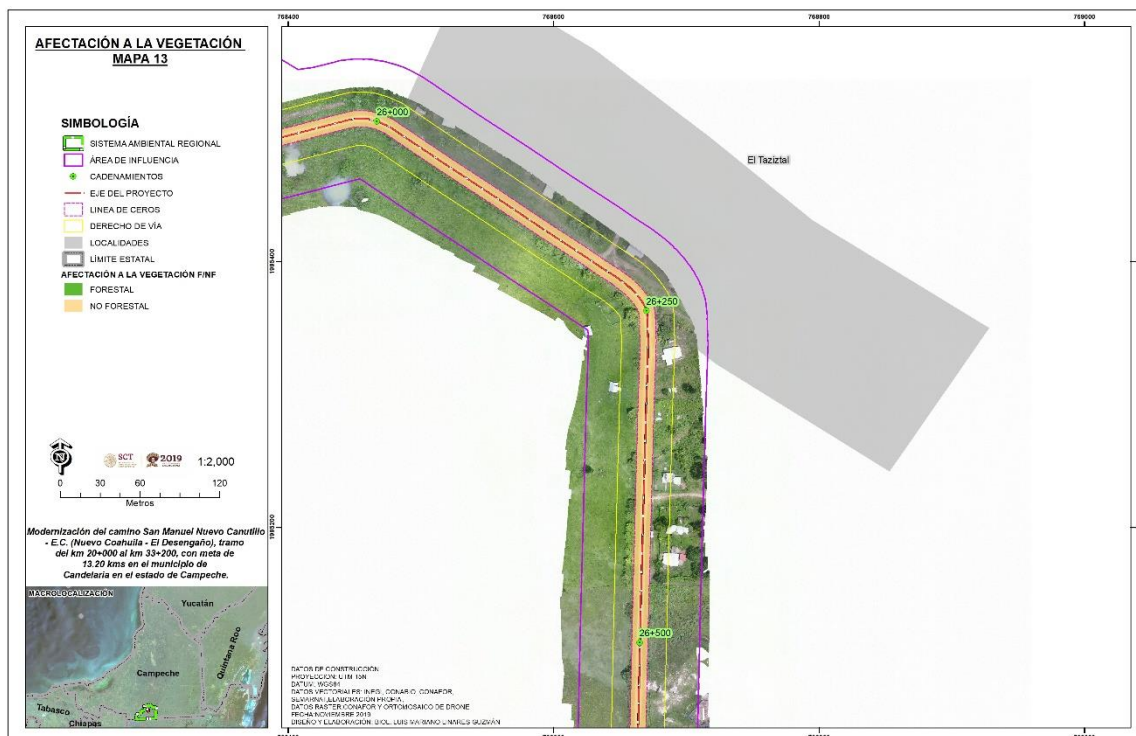


Figura 26. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 13. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 27. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 14. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 28. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 15. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 29. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 16. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 30. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 17. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 31. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 18. Consultar anexo 2 – 2.1.

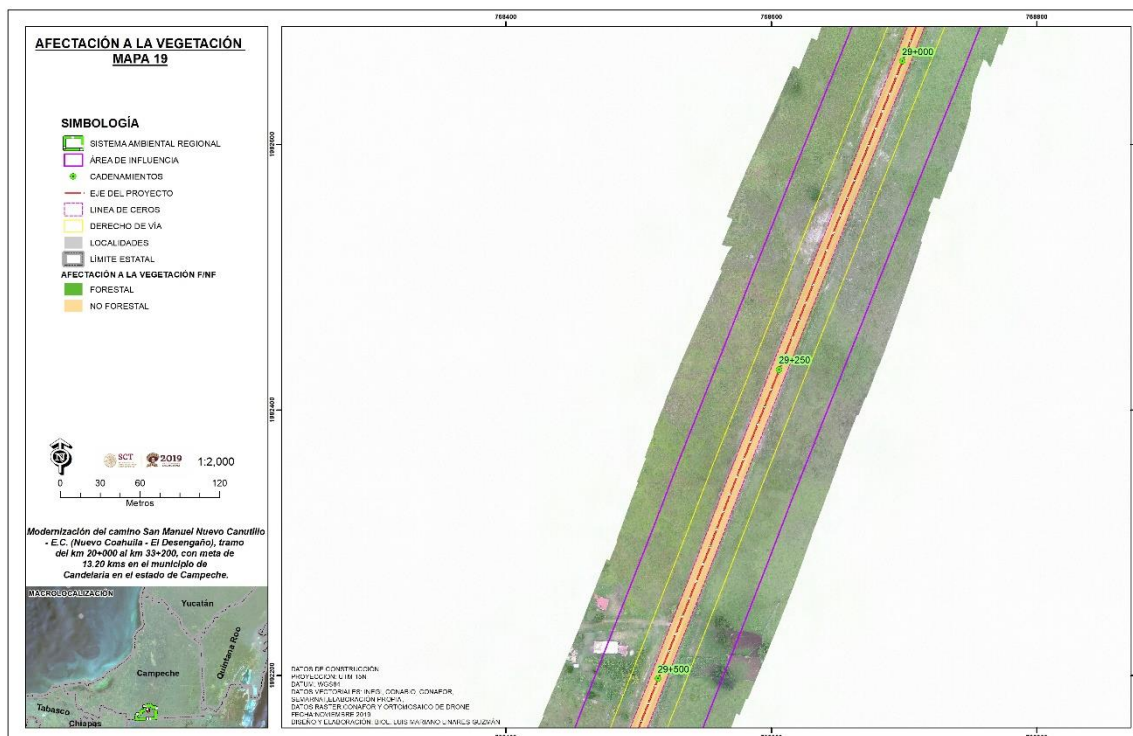


Figura 32. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 19. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 33. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 20. Consultar anexo 2 – 2.1.

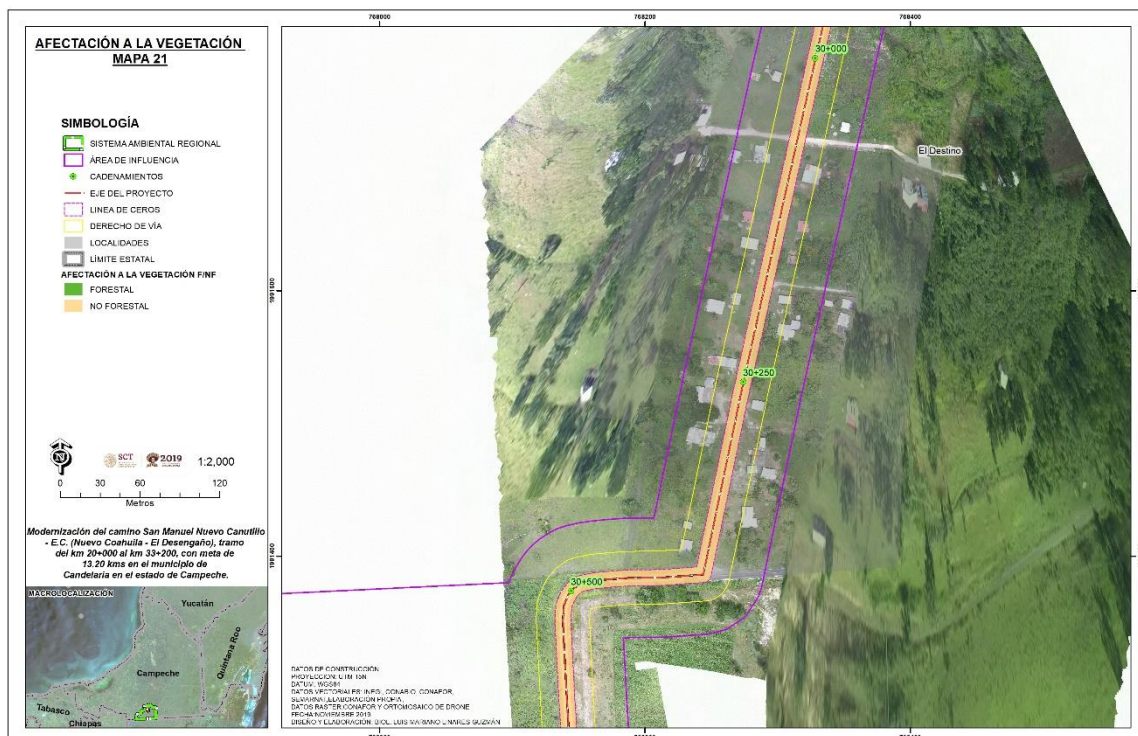


Figura 34. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 21. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 35. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 22. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 36. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 23. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 37. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 24. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 38. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 25. Consultar anexo 2 – 2.1.



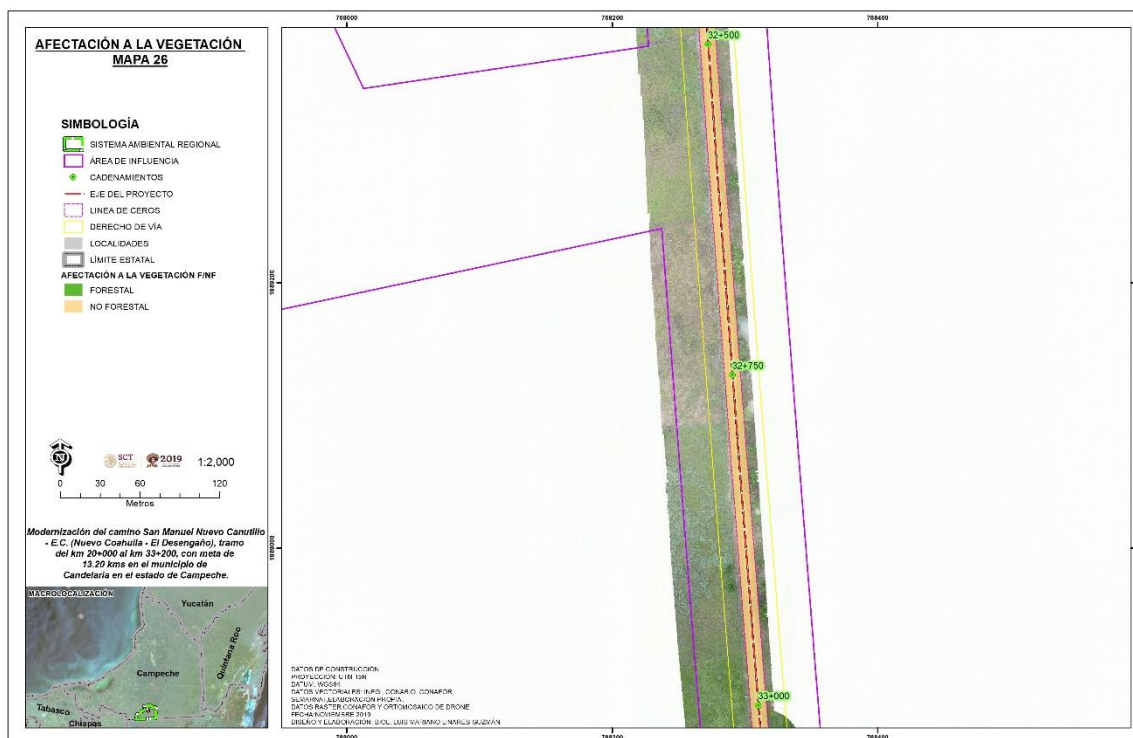


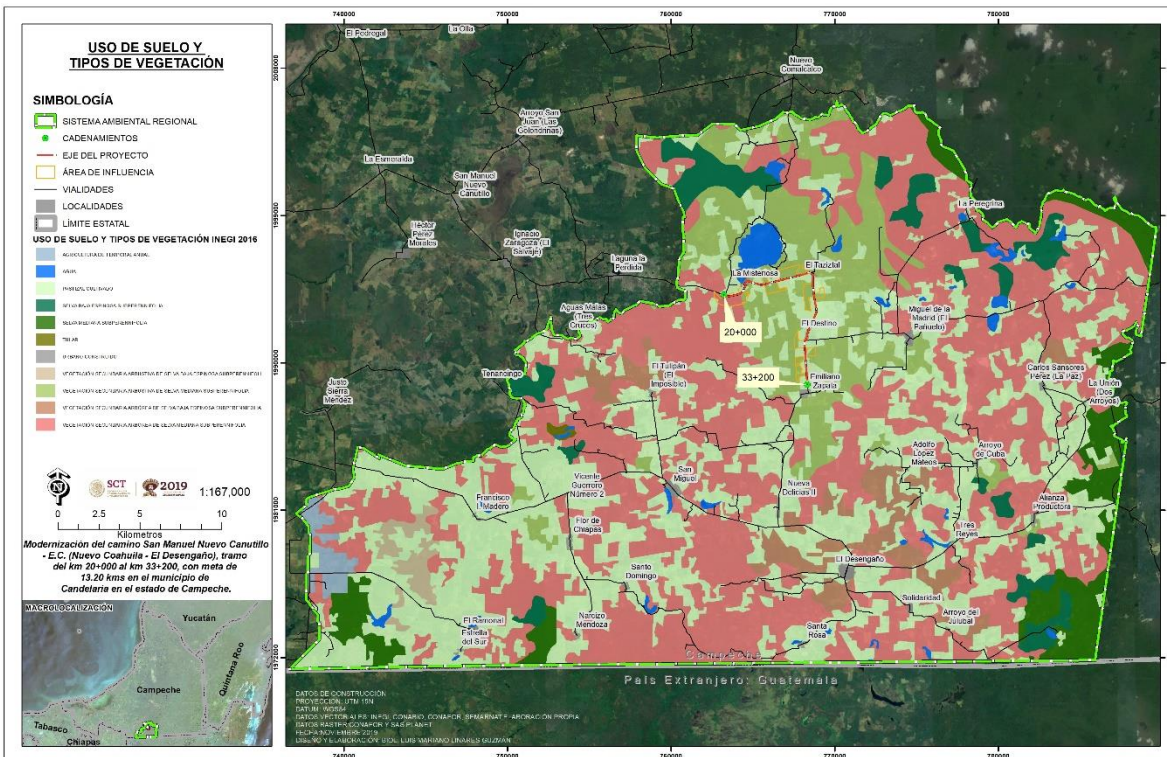
Figura 39. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 26. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 40. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 27. Consultar anexo 2 – 2.1.

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

Dada la aplicación dirigida que tiene la MIA-R, como se ha referido anteriormente, fue importante obtener como primera base, información cartográfica mediante la consulta de datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística y geografía (INEGI, Serie VI, 2016), para conocer la distribución, ubicación espacial y superficie que ocupa el uso actual del suelo y tipos de vegetación (USVEG) dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR)<sup>1</sup>, Área de Influencia (AI)<sup>2</sup> y LC del proyecto, esto con el fin de tener una referencia como parte de la integración de una gama de información que permitió una base sólida como unidad de referencia y análisis; como segunda base, fue necesario la verificación directa en campo mediante los recorridos y observaciones realizadas. La carta temática confeccionada finalmente a nivel de SAR se muestra en la siguiente imagen.



**Figura 41. Conjunto de datos vectoriales de USVEG dentro del SAR, escala 1: 67,000, INEGI (Serie VI, 2016). Consultar anexo 1.**

<sup>1</sup> Límites concretos y con base a criterios relevantes, considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) con los que el proyecto interactúa en espacio y tiempo.

<sup>2</sup> Búfer entendido como una zona de proximidad al proyecto y funcionando como un área de amortiguamiento en la cual se alojaría la totalidad de los impactos probables.

Posteriormente se realizó un recorte del área de influencia para conocer el USVEG asociado a la proximidad del proyecto.



Figura 42. Conjunto de datos vectoriales de USVEG dentro del AI, escala 1: 31,000, INEGI (Serie VI, 2016). Consultar anexo 1.

Los mapas mostrados (INEGI, Serie VI, 2016), ilustran en forma esquemática la distribución de los principales USVEG a nivel de SAR y AI, como unidad de referencia. La aparente complejidad de esta representación cartográfica de ninguna manera puede interpretarse como medida de su precisión, pues la ubicación de los límites entre las comunidades vegetales se desconoce aún en muchas partes del país que no se han estudiado en forma fragmentaria. En estos casos es factible que algunas zonas específicas asignadas a un USVEG de hecho correspondan a otro. Las superficies obtenidas de USVEG reportadas por INEGI dentro del sistema ambiental regional (SAR) y área de influencia (AI), se muestran en la siguiente tabla mediante un comparativo entre las diferentes unidades de análisis. Sin embargo, fue importante realizar procedimientos de FI a nivel de LC con la finalidad de ajustar con mayor detalle los USVEG observados en campo.

**Tabla 6. Comparativa del USVEG a nivel de SAR, AI y LC (INEGI, Serie VI, 2016) y LC (Fotointerpretación, FI).**

Clave	USVEG	INEGI, Serie VI, 2016			FI
		SAR (ha)	AI (ha)	LC (ha)	LC (ha)
SBQ	Selva baja espinosa subperennifolia	4480.877	0	0	0
SMQ	Selva mediana subperennifolia	5717.545	0	0	0
VT	Tular	100.906	0	0	0
VSA/SBQ	Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	4051.162	0	0	0
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia	1077.213	0	0	0
VSa/SBQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	48678.865	88.681	0.340	0.330
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	10767.424	347.815	1.198	
TA	Agricultura de temporal anual	934.892	0	0	0
PC	Pastizal cultivado	43516.347	165.387	13.636	0
H2O	Agua	1631.034	1.255	0	0
AH	Urbano construido	259.642	4.626	0.664	0
-	Camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido	-	-	-	15.508
<b>Total</b>		<b>121215.907</b>	<b>607.764</b>	<b>15.838</b>	<b>15.838</b>

La tabla anterior muestra los diferentes USVEG utilizados a distintas escalas (SAR, AI, LC); sin embargo, en los tres casos tomando en cuenta la FI generada únicamente solo se comparte 1 tipo de vegetación (VS/SMQ) y algunas coberturas que fueron agrupadas de manera general para facilitar el manejo de los datos obtenidos; la superficie total para la LC considerada es de (15.838 ha), de las cuales solo (0.330 ha) forman parte de coberturas forestales y (15.508 ha) son no forestales, ya que extensas áreas en la zona de estudio han sufrido procesos de cambio de uso de suelo principalmente para dar paso a pastizales cultivados, mismos que ocupan de las mayores superficies en el SAR y AI.

A pesar de que, dentro del SAR y AI se observan paisajes con buen estado de conservación, aunque bastante fragmentados en sus coberturas, los cambios de origen antropogénico son notables en algunas áreas dentro de la LC, mismos que han reflejado a través de los años la disminución de superficies que presentaban vegetación para dar paso a otro uso de suelo, donde la cobertura forestal ha sufrido reducciones sustanciales en sus áreas naturales. El cambio de uso del suelo o en general el cambio de tipos de cobertura del terreno es, en mayor medida, consecuencia de la interacción de las actividades humanas con el medio natural; dichos cambios indican el impacto de las actividades económicas y el desarrollo de las comunidades humanas sobre el territorio y una mayor demanda por los recursos, lo que está generando cambios importantes en los ecosistemas locales.

Las siguientes imágenes muestran y evidencian las condiciones ambientales actuales que se presentan dentro del SAR, AI y LC, para lograr obtener una valoración de la actual calidad ambiental y un panorama más claro de los posibles impactos ambientales que probablemente pueda generar la modernización del proyecto. En cada pie de figura se describen las condiciones observadas a nivel aéreo y terrestre, información obtenida durante los trabajos de campo.



**Figura 43. Dentro del SAR, AI y LC del proyecto las coberturas forestales han sido severamente afectadas, desplazando extensas áreas con selva para alojar pastizales cultivados.**



Figura 44. Fotografías que muestran parte de las selvas que se desarrollan en el SAR y AI, en muchos casos se observan islas de vegetación que han quedado en pie para sombrear al ganado. Paisajísticamente las selvas se observan entre los pastizales. Algunas áreas dentro de la LC presentan conectividad y continuidad con relictos de selva.

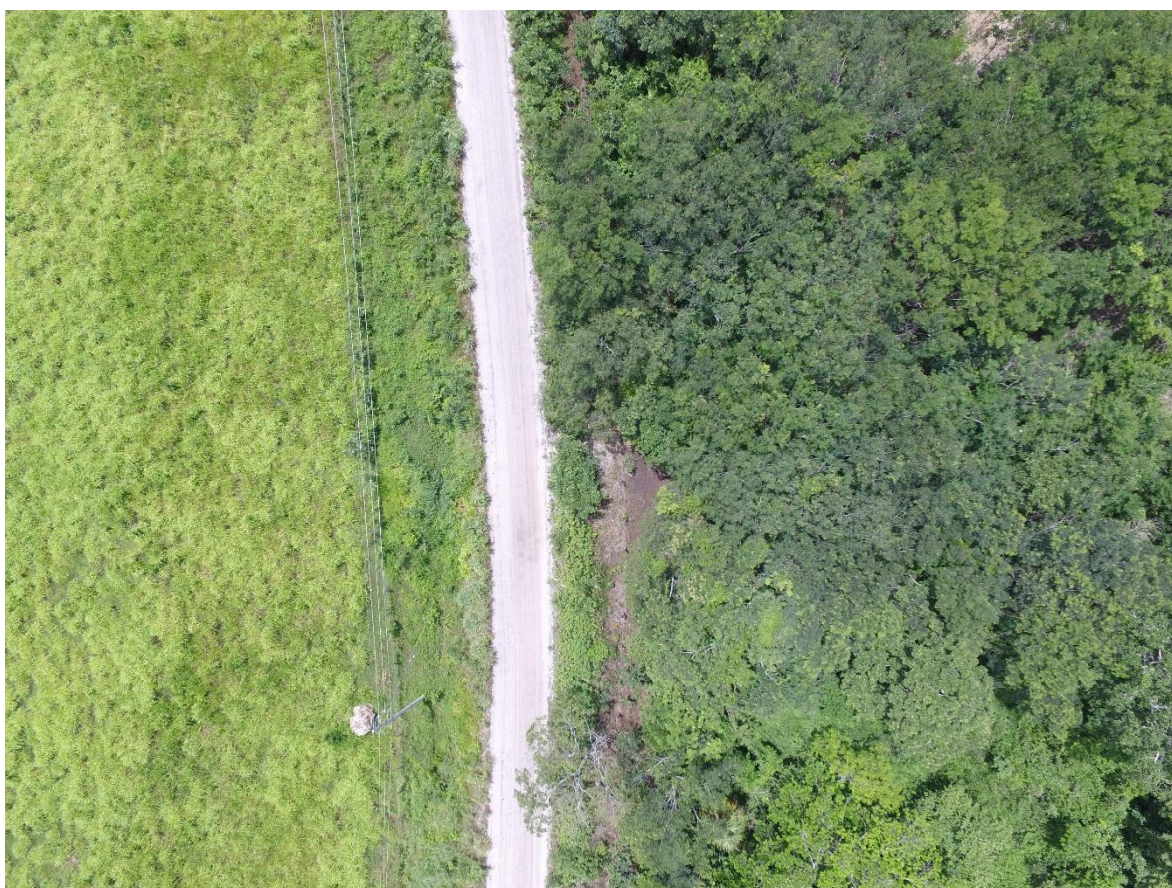


Figura 45. La fotografía muestra a la VS/SMQ del lado derecho y en el izquierdo áreas sin cobertura forestal.



Figura 46. Las copas de algunos árboles que se observan aislados y dispersos sombream el camino, pero sus troncos se encuentran fuera de la LC, por lo que muchos árboles no resultaran afectados con la modernización del camino



Figura 47. Muchas áreas dentro de la LC muestran coberturas dominantes entre las que destacan: El camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación y pastizal cultivado.



**Figura 48.** Algunos árboles y arbustos dentro de la LC se observan aislados y dispersos, han sido dejados para sombrear al ganado o para cercos vivos que delimitan parcelas ganaderas; así como una gran cantidad de malezas ruderales pioneras al disturbio que se encuentran formando parte de la vegetación de borde del actual camino.



**Figura 49.** El cambio de uso del suelo dentro del SAR, AI y LC es muy notable, a través de los últimos años se han desplazado extensas superficies de selva para dar paso a pastizales cultivados, actividad primaria en la región.





Figura 50. La modernización del camino no afectara significativamente superficies forestales, ya que actualmente se observan áreas con notables cambios de origen antropogénico, debido a las distintas actividades que se han llevado a cabo durante al menos los últimos 5 años.



Figura 51. Las comunidades asentadas dentro del SAR y AI han influido directamente en el desplazamiento de la selva, de donde han obtenido bienes y servicios; sin embargo, no se han llevado a cabo las mejores prácticas que logren frenar el daño causado a la disminución de la vegetación.



Figura 52. En toda la longitud del proyecto se encuentran establecidas algunas comunidades rurales que presentan altos grados de marginación; La Misteriosa, El Tazistal, El Destino y Emiliano Zapata, por lo que resultaran directamente beneficiadas con la modernización del camino.



Figura 53. Fotografía que muestra algunas viviendas que se encuentran aisladas.



**Figura 54.** Es común en la región observar que alrededor de algunas viviendas llevan a cabo cultivos de traspatio y donde se siembran de igual forma árboles y arbustos de ornato y frutales.



Figura 55. La principal actividad primaria en la región (SAR, AI), es la ganadería extensiva, donde extensas superficies a la vista tienen un uso de suelo con pastizal cultivado, donde es común cultivar diferentes tipos de pastos que dependen de la época del año y la zona.



Figura 56. El ganado pastorea libremente dentro de los pastizales, en algunos casos se observa estabulado, pero únicamente lo encierran por las noches.



Figura 57. Algunos pastores de las comunidades arrían al ganado a sus terrenos, para sacarlo a pastorear.



Figura 58. Paisaje donde la selva ha perdido espacio y donde únicamente se observan pastizales cultivados, en algunos casos algunas especies de palmas logran desarrollarse y son dejadas en pie.



Figura 59. Dentro de la LC del proyecto se establecen pastizales que dan continuidad áreas adentro alejándose del camino actual.



Figura 60. Pastizal observado a los costados del camino actual.

El único tipo de vegetación observado dentro de la LC y que resultara afectado por las distintas actividades pretendidas para la modernización del camino, corresponden a la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VS/SMQ), además de observar dentro de la LC coberturas que fueron asignadas en la FI, entre las que se encuentran: El camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas

pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido, debido a las distintas actividades antropogénicas que se han llevado a cabo a través de los últimos años.

Los datos obtenidos brindan una idea del estado actual que presentan las distintas coberturas de USVEG en el SAR, AI y LC, donde es fácil detectar áreas con distintas tasas de destrucción como resultado de las actividades humanas principalmente.

La comparación entre las unidades de análisis revela que algunas coberturas forestales han sido afectadas por diversas causas antropogénicas durante los últimos años; en este sentido, de manera general la cobertura natural conforma un mosaico y una matriz del paisaje bastante fragmentada a todo lo largo y ancho del SAR, a consecuencia de estos cambios de uso de suelo, la vegetación ha sido fragmentada y transformada, donde es común observar en algunos parches remanentes con vegetación secundaria dispersa en forma de pequeños manchones aislados y discontinuos entre sí y en otros casos con algunas conexiones continuas que muestran el establecimiento de la selva, donde se presentan desde áreas con bueno y mediano estado de conservación, como otras que no lo están.



**Figura 61. La pérdida de selva a provocado importantes cambios en el ecosistema.**

Finalmente vale la pena mencionar, que el proyecto es viable desde el punto de vista de los usos de suelo y tipos de vegetación, ya que no se pretende la afectación de superficies forestales de manera significativa; actualmente en gran parte de la superficie adicional requerida para la modernización puede alojarse el camino, donde es común la vegetación de

borde con dominancia de malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación y árboles y arbustos aislados y dispersos, pastizales; sin embargo, será importante llevar a cabo medidas de compensación en sitios bien seleccionados para lograr mitigar la afectación de las áreas sujetas a CUSTF que resultarían afectadas por las distintas obras y/o actividades pretendidas para el proyecto.

### **Cuerpos de agua en la zona del proyecto y/o colindancias próximas**

Es importante destacar, que sobre la longitud total del proyecto no se encuentran cuerpos de agua perenne que tengan algún punto de intersección con el camino. Dentro del SAR se encuentran varias lagunas, la más grande y cercana al proyecto es “La Misteriosa”, ubicada al norte del proyecto; sin embargo, la modernización del camino no pretende tener ninguna incidencia en la Laguna, pero para evitar cualquier afectación por arrastre de sedimentos, será sumamente importante llevar a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación mencionadas en el capítulo 6 de la MIA-R.



**Figura 62. Laguna “La Misteriosa” ubicada al norte de la comunidad rural que lleva el mismo nombre.**



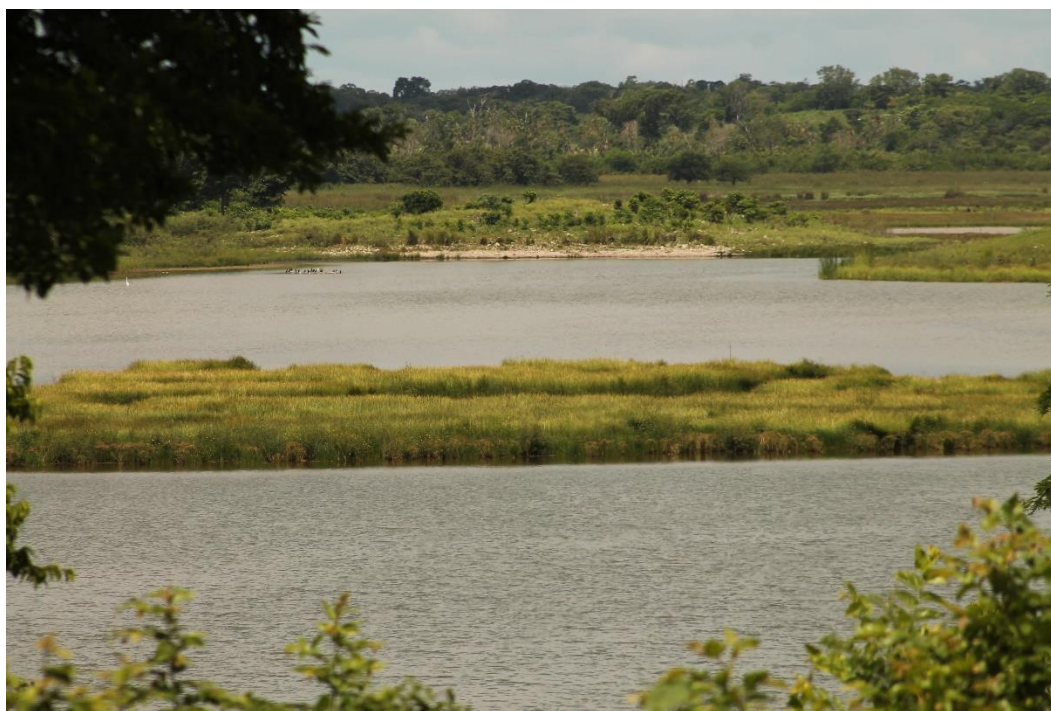


Figura 63. Fotografía de las condiciones actuales que se presentan en la laguna “La Misteriosa”.

Así mismo, en toda la longitud del proyecto se tienen contempladas obras de drenaje menor (OD) en puntos específicos para permitir el flujo hídrico y evitar la afectación del camino.



Figura 64. Obra de drenaje que será modernizada para permitir el flujo hídrico intermitente y evitar la afectación del camino, además de considerar adecuarlas como pasos de fauna.

Por otro lado, es común observar en varios sitios dentro de los pastizales abrevaderos para el ganado.



Figura 65. Finalmente, también se observan algunos abrevaderos para el ganado ubicados dentro de los pastizales cultivados.



Figura 66. Almacenamiento de agua para hidratar al ganado.

## 2.2.2 Obras de drenaje

Las obras de drenaje se modificarán en cuanto a su longitud debido a la ampliación de camino en estudio; además, se propone aumentar el área hidráulica de las obras de drenaje menor y cambiarlas por tubos de concreto de 1.05 m de diámetro para mejorar las características físicas de los elementos, manteniendo la cantidad de tubos por obra.

Además, se deberá limpiar las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje, evitando se mantengan vegetadas y propiciando el mejor desempeño hidráulico de las mismas.

Aunado a lo anterior, se deberán construir las obras de drenaje complementarias necesarias a fin de mejorar el drenaje superficial sobre el camino.

**Tabla 7. Obras de drenaje menor**

#	Estación (KM)	Tipo de obra de drenaje	Observación	Esviaje	Estado físico	Obra propuesta
						Dimensiones en (m)
1	20+633	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	30° izq.	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
2	20+950	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
3	21+549	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
4	21+810	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
5	21+943	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
6	22+914	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
7	23+063	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
8	23+624	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
9	24+716	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
10	24+957	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
11	25+195	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
12	25+313	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
13	25+954	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
14	26+460	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
15	26+633	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
16	27+612	3 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	3 T.C. de 1.05 m de Ø
17	27+664	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø

#	Estación (KM)	Tipo de obra de drenaje	Observación	Esviaje	Estado físico	Obra propuesta
						Dimensiones en (m)
18	28+031	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
19	28+645	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	15° der.	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
20	29+069	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
21	29+214	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
22	29+583	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
23	31+006	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
24	32+119	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
25	32+694	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø

### 2.2.3 Distancia y/o relación del proyecto con zonas de importancia ecológica, arqueológica o cultural.

#### A) Zona federal marítima terrestre.

El proyecto no incide en Zona Federal Marítimo Terrestre, misma que se encuentra a 93km en línea recta del límite más cercano del sistema ambiental regional (SAR) definido para el proyecto, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

Todos los mapas mostrados a continuación se presentan en el anexo 1.

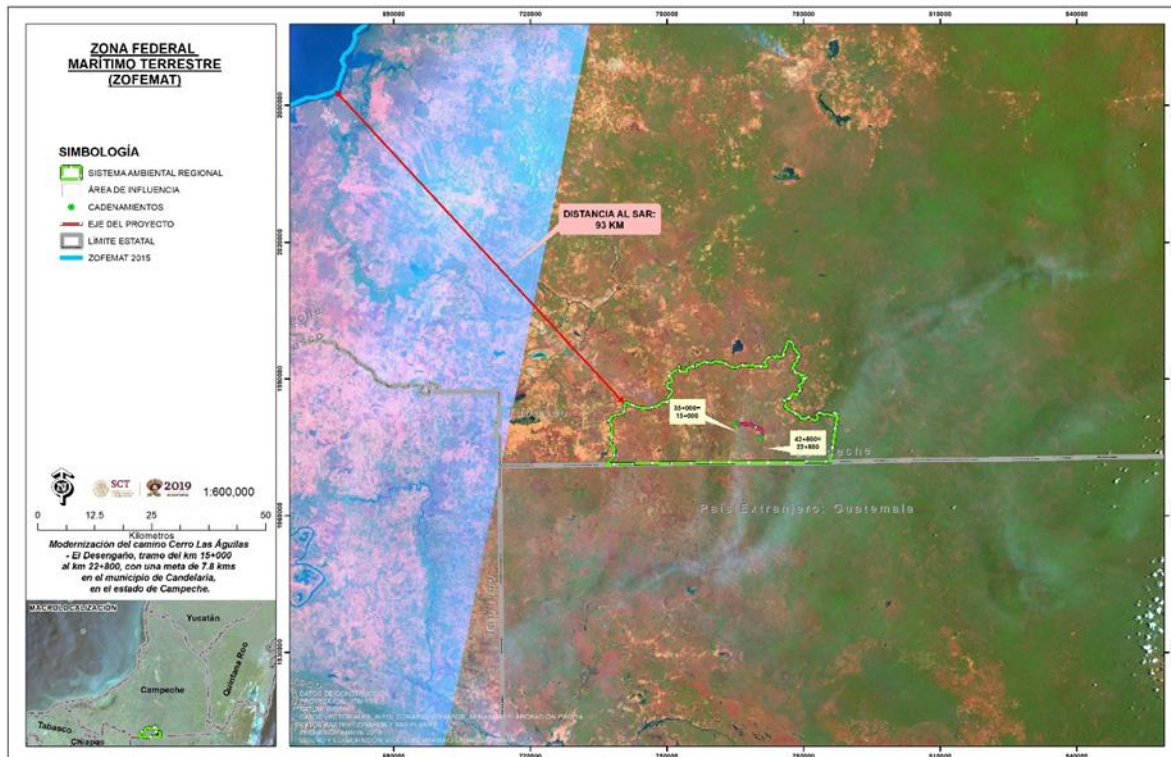


Figura 67. Ubicación del proyecto respecto a la ZOFEMAT.

**B) Áreas naturales protegidas en sus diferentes categorías y así como áreas de conservación voluntaria.**

En relación con las áreas naturales protegidas de competencia federal, tanto el proyecto como su área de influencia y sistema ambiental regional no inciden en algún área de este tipo. El área natural protegida más cercana al sistema ambiental regional del proyecto es la Reserva de la Biósfera “Calakmul”, la cual se encuentra a 18.5km en línea recta, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

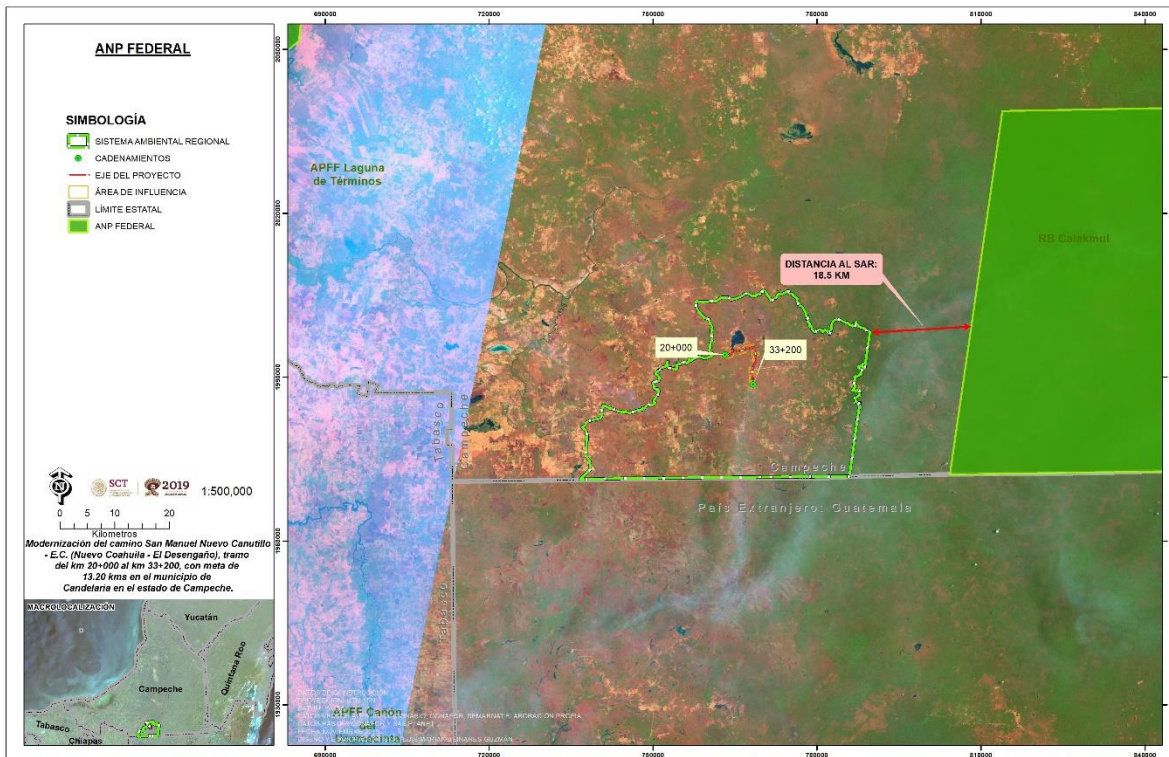


Figura 68. Ubicación del proyecto respecto al ANP de competencia federal más cercana.

En relación con las áreas naturales protegidas de competencia estatal, municipal, ejidales y privadas, el proyecto no incide en alguna de ellas. El área natural protegida más cercana al sistema ambiental del proyecto es la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Balam Kú” de competencia estatal, la cual colinda en el extremo Este con el límite del sistema ambiental regional definido para el proyecto, lo cual se puede apreciar en la figura siguiente.

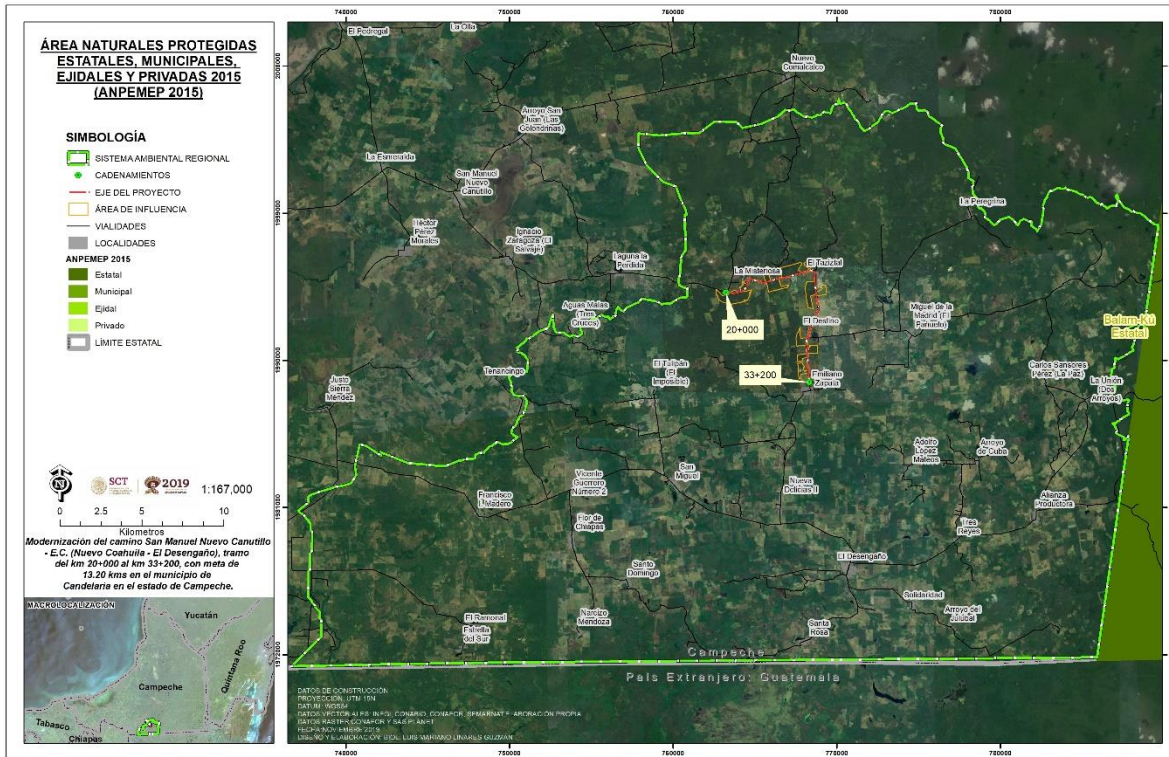


Figura 69. Ubicación del proyecto respecto al ANP de competencia estatal más cercana.

En relación con las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, se encontró que el área de este tipo más cercana al proyecto se encuentra a más de 190km en línea recta hacia el Sur, siendo el ADVC denominada “Reserva Las Guacamayas”, en el municipio de Marqués de Comillas, en el estado de Chiapas.

**Vinculación con el proyecto:** En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que la ejecución de este no representa una amenaza para los objetivos de conservación ni para el equilibrio ecológico funcional de los ecosistemas de las áreas naturales protegidas que se encuentran en la región. Por otro lado, es importante mencionar que, para prevenir, reducir al mínimo y compensar los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones que se describen en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.

**C) Ordenamientos ecológicos regionales y locales.**

**Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).**

De acuerdo a lo establecido en el artículo 20 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en los artículos 19, y 22 fracción primera, del Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; el POEGT es un programa de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, que vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal obligadas a observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación. El objetivo

del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. EL POEGT determina lineamientos y estrategias para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de las actividades productivas y asentamientos humanos. En la elaboración de dichos lineamientos y estrategias, el POEGT se basa en las características, disponibilidad y demanda de recursos naturales, así como en la ubicación de los asentamientos humanos existentes.

El proyecto se encuentra dentro de la Región Ecológica 5.32 y dentro de esta en la Unidad Ambiental Biofísica 137 denominada “Karst y Lomeríos de Campeche, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

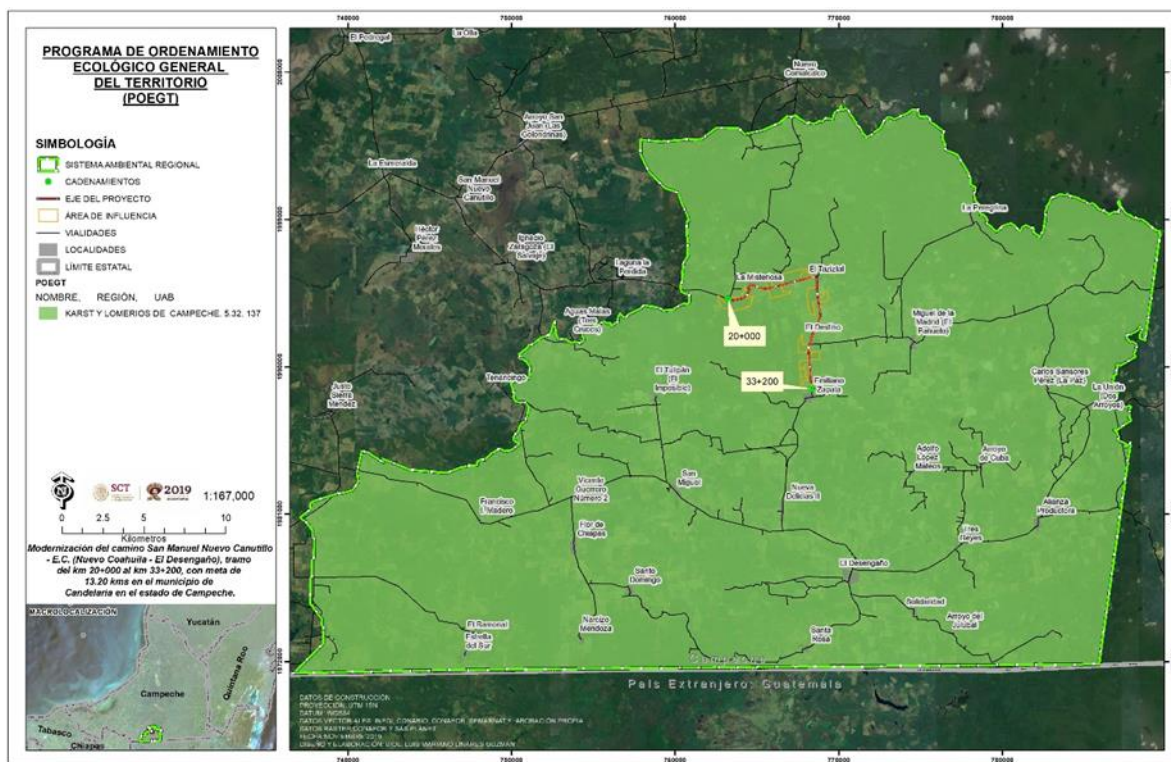


Figura 70. Ubicación del proyecto respecto al POEGT.

**Vinculación con el proyecto:** En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como del estado actual del ecosistema en que se inserta, se considera que, siempre que se lleven a cabo la totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto (dichas medidas pueden ser consultadas a detalle en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental), se considera que el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas, para la generación de los servicios ambientales que proveen ni para la biodiversidad, y por lo tanto no contraviene alguna estrategia sectorial aplicable en la UAB 137 del POEGT.



**Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.**

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC), es el instrumento de política ambiental que tiene por objeto regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de proteger al ambiente, así como preservar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales, partiendo del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos. Este programa identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio. Aunado a lo anterior, el POEMyRGMMyMC menciona que “como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales”.

El proyecto se inserta en la Unidad de Gestión Ambiental 86 (Regional), tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

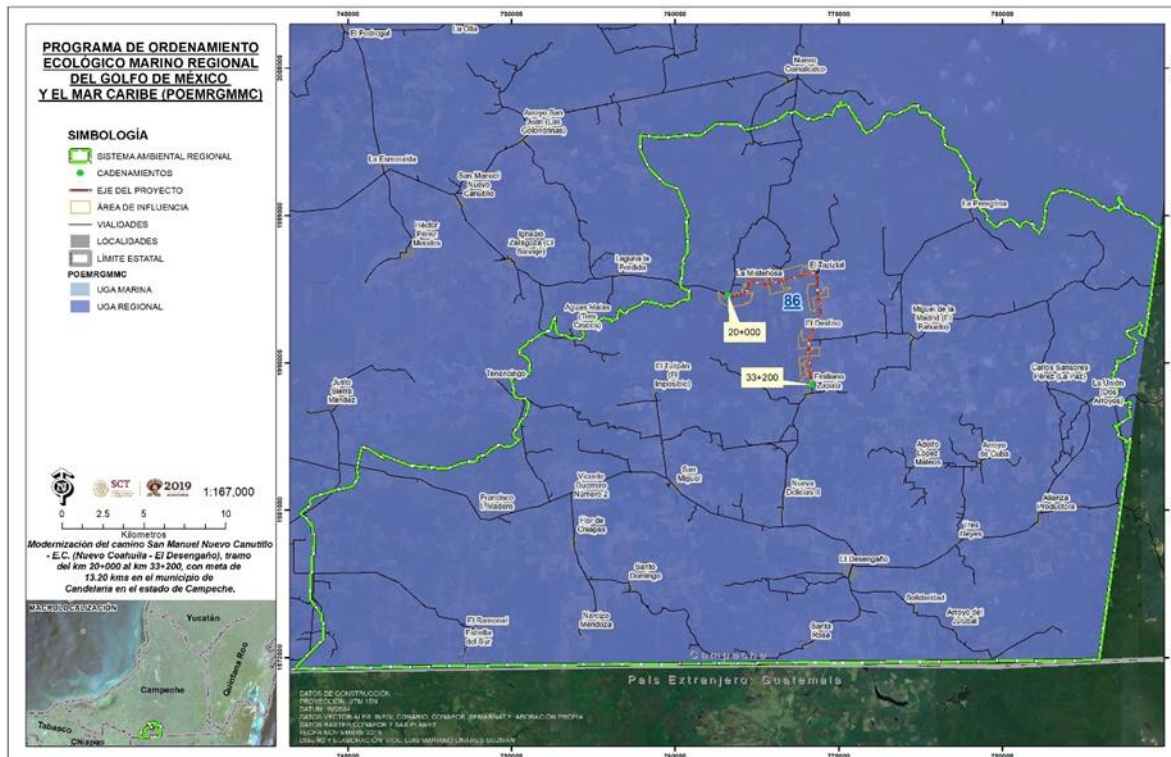


Figura 71. Ubicación del proyecto respecto al POEMyRGMMyMC.

**Vinculación con el proyecto:** Una vez realizada la vinculación del proyecto con las estrategias y criterios de regulación ecológica que resultan aplicables en la UGA 86 del POEMyRGMMyMC, se encontró que el mismo no contraviene lo establecido por este instrumento de regulación ambiental, siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y forma todas las acciones y medidas

tanto preventivas como de mitigación y compensación que se describen en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. Por otro lado, el proyecto presenta vinculación positiva con la acción específica A051 la cual busca *Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación*

#### D) Sitios arqueológicos o monumentos históricos.

En relación con los sitios arqueológicos, el proyecto, su área de influencia y el sistema ambiental regional definido, no inciden en algún sitio de este tipo. El sitio arqueológico más cercano es el denominado “El Tigre” el cual se encuentra a 22km del límite más cercano del sistema ambiental regional (SAR) definido para el proyecto, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

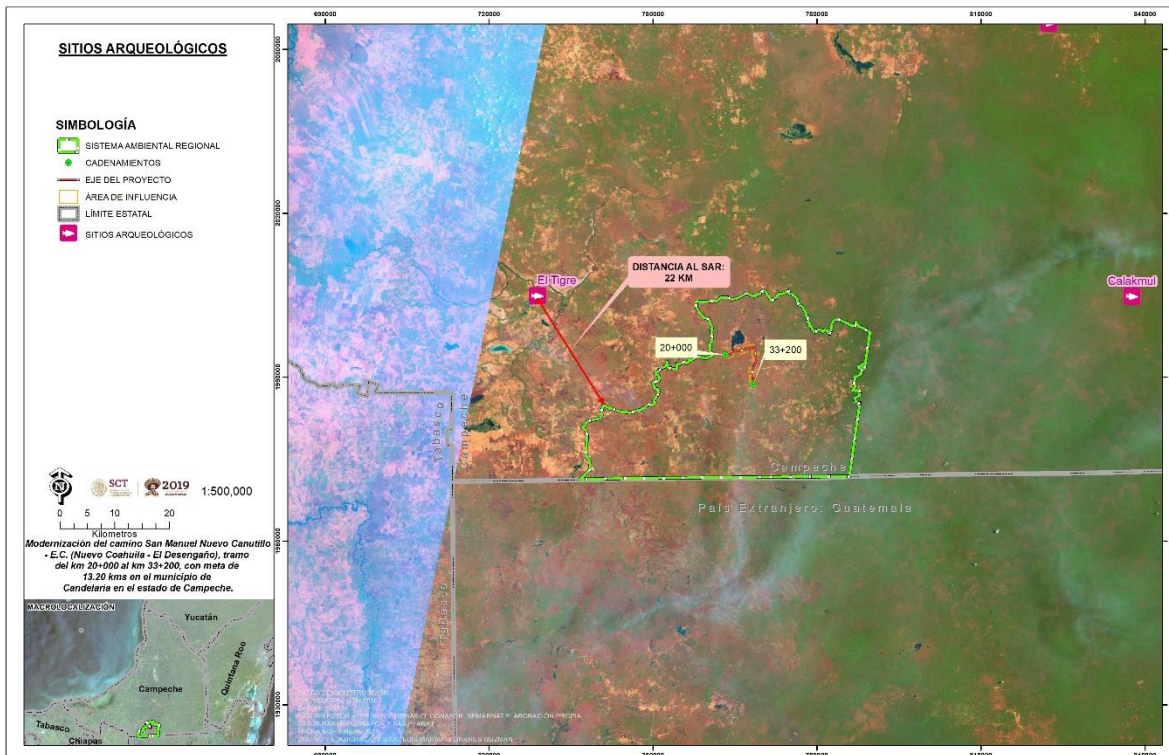


Figura 72. Ubicación del proyecto respecto al sitio arqueológico más cercano.

**Vinculación con el proyecto:** En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que la ejecución de este no representa una amenaza para el sitio arqueológico más cercano denominado “El Tigre”.

**E) Sitios con vegetación de manglar y ecosistemas excepcionales tales como ciénagas, cenotes, cavernas, esteros, dunas costeras entre otros.**

En relación con este inciso, el ecosistema excepcional más cercano es de manglar, y se ubica aproximadamente a 75.6km en línea recta del límite más cercano del sistema ambiental regional, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

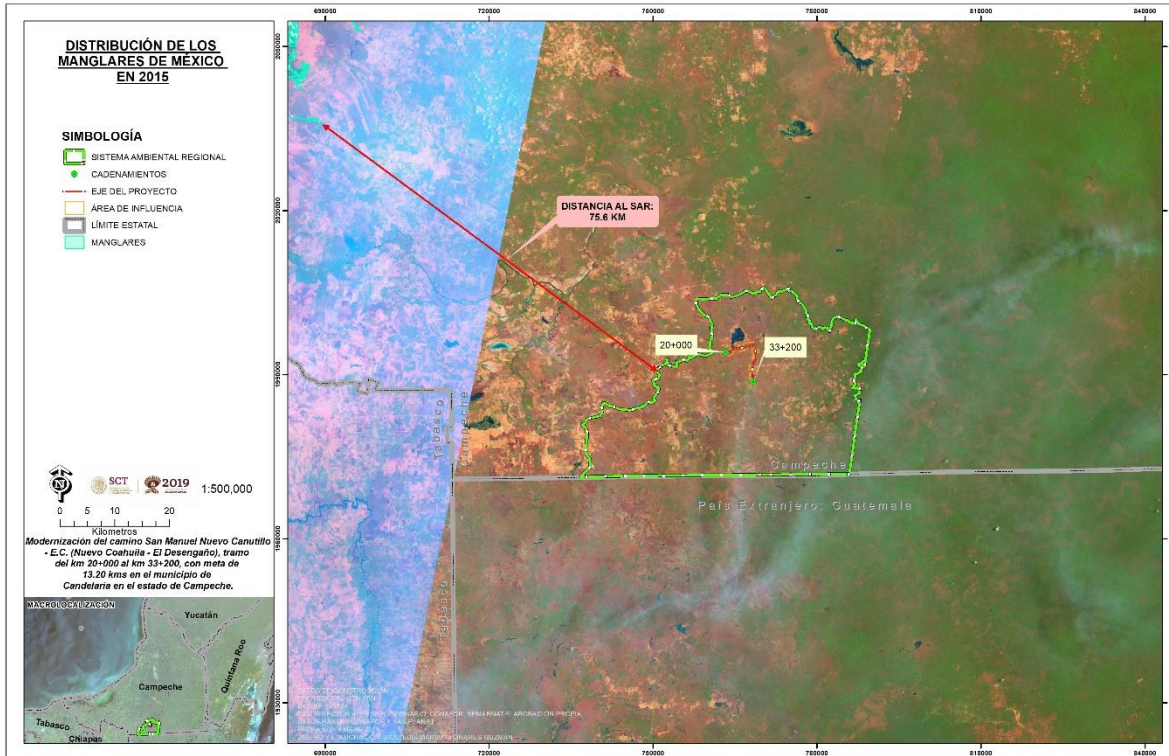


Figura 73. Ubicación del proyecto respecto al ecosistema excepcional (manglar) más cercano.

**Vinculación con el proyecto:** En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, el mismo no representa una amenaza para el ecosistema de manglar más cercano, ni para la diversidad biológica que este alberga.

**F) Unidades de manejo ambiental (UMA'S)**

En relación con las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), el proyecto, su área de influencia y sistema ambiental regional, no inciden en alguna de estas, siendo la más cercana la denominada “Ampliación Forestal Luna” misma que se ubica a 5.9km en línea recta del límite más cercano del sistema ambiental regional definido para el proyecto, lo cual se puede apreciar en la siguiente figura.

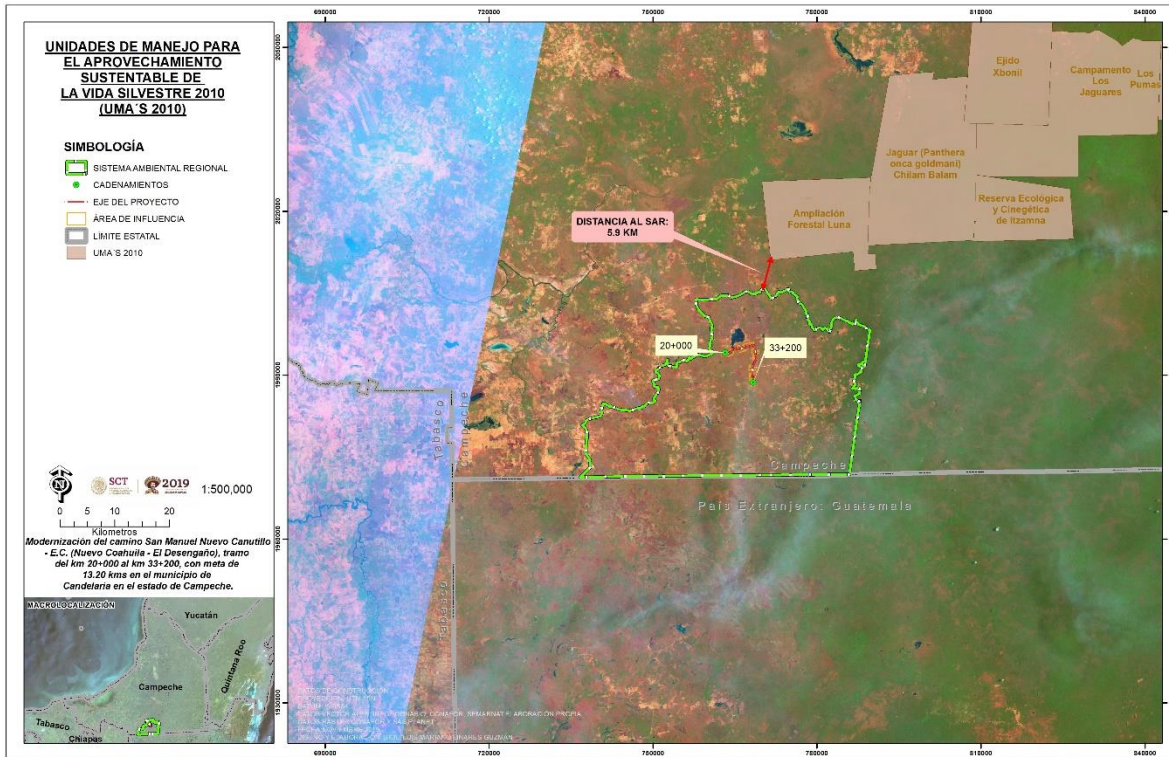


Figura 74. Ubicación del proyecto respecto a la UMA más cercana.

**Vinculación con el proyecto:** En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no representa una amenaza para los objetivos de conservación de dicha UMA denominada “Ampliación Forestal Luna”.

**G) En su caso, señalar si es necesario informar o tramitar algún permiso ante el instituto nacional de antropología e historia, la CONAGUA por la ocupación de zona federal u otras dependencias ambientales.**

En relación con este inciso, en función de la ubicación, características y alcances del proyecto, el mismo no requiere de la tramitación de algún permiso ante el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), y tampoco ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

**H) Con la finalidad de dar cumplimiento a la normatividad nacional e internacional en materia de derechos humanos, se indicará si el proyecto incide sobre el territorio en que habitan comunidades indígenas.**

En relación con la presencia de comunidades indígenas en la zona del proyecto, es importante mencionar que, si bien la ficha técnica de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 137 “Karst y Lomeríos de Campeche” del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio menciona la presencia de población indígena Maya en dicha UAB, durante la visita de campo no se encontró la presencia de algún grupo indígena.

## 2.2.4 Programa del trabajo

Se contempla para la ampliación del camino San Manuel Nuevo Canutillo – E.C (Nuevo Coahuila – El Desengaño), un periodo de 6 años (seis) para realizar las actividades de preparación del sitio y construcción (ampliación). Posteriormente dará comienzo la etapa de operación y mantenimiento del camino para lo que se calcula una visa útil de 40 años o más, dependiendo de su desgaste y mantenimiento.

La tabla siguiente muestra de forma general la programación de las actividades a realizar, así como el inicio de la etapa de operación y mantenimiento en el año # 7.

**Tabla 8. Programa general de trabajo.**

ACTIVIDAD	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>														
Instalación de obras provisionales														
Desmote														
Despalme														
<b>CONSTRUCCIÓN</b>														
Excavación para OD menor														
Instalación de OD menor														
Excavaciones en cortes														
Acarreos														
Alineaciones														
Terracerías														
Pavimentación														
Limpieza general														
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>														
Operación														
Conservación rutinaria														
Conservación periódica														

## 2.2.5 Representación gráfica regional

El estado de Campeche está ubicado en la península de Yucatán, región sureste del país, limitando al norte y al noreste con Yucatán, al este con Quintana Roo, al sureste con Belice, al sur con Guatemala, al oeste con el Golfo de México y al suroeste con Tabasco. Campeche es un estado repleto de zonas naturales y arqueológicas.



Figura 75. Estado de Campeche

El 40% de su territorio son áreas naturales protegidas; además tiene al único patrimonio mixto de la humanidad en el país. San Francisco de Campeche es el nombre de la capital del estado, mejor conocida como “la ciudad histórica fortificada, fue declarada por la UNESCO Patrimonio de la Humanidad en 1999.

El estado de Campeche cuenta con 11 municipios: Calkiní, Campeche, Carmen, Champotón, Hecelchakán, Hopelchén, Palizada, Tenabo, Escárcega, Calakmul y Candelaria.

## 2.2.6 Representación gráfica local

En el decreto número 57 de la LVI Legislatura del H. Congreso Constitucional del Estado, publicado en el periódico oficial del 19 de junio de 1998, se crea el municipio libre de Candelaria, sustituyendo a la sección municipal del mismo nombre que pertenecía al municipio de Carmen. El decreto entra en vigor el 1º de julio de 1998 y éste es el XI municipio libre del estado de Campeche.

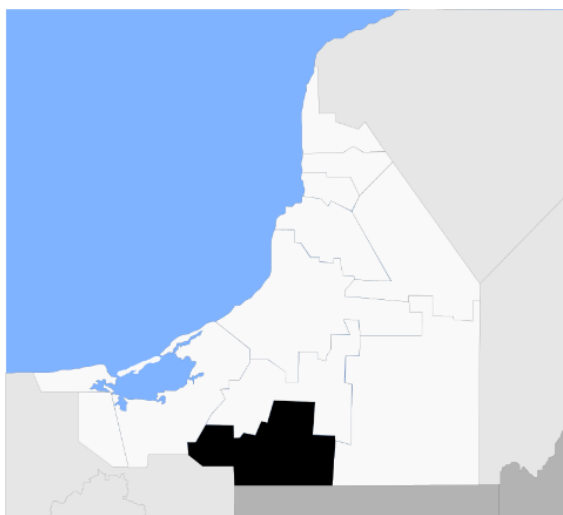


Figura 76. Municipio de Candelaria

De acuerdo a su localización geográfica Candelaria se ubica en las siguientes coordenadas: 17°49'00" y 18°30'39" de latitud norte y los meridianos 91°14'00" y 91°19'42" de longitud oeste. El municipio cuenta con una extensión territorial de 5643 kilómetros cuadrados, representa el 9.8% de la superficie del estado.

Sus colindancias son las siguientes, al norte con los municipios del Carmen y Escárcega; al este con los municipios de Escárcega, Calakmul y la República de Guatemala; al sur con la

República de Guatemala y el estado de Tabasco y al oeste con el estado de Tabasco y el municipio del Carmen.

## **2.2.7 Etapas del proyecto**

### ***2.2.7.1 Preparación del sitio y construcción***

*Desmante:* esta actividad comprende el retiro de vegetación en las superficies de ampliación del camino. Se recomienda utilizar para esta actividad equipo menor como moto-sierras y posteriormente realizar el trozado de las ramas y troncos separando los troncos para entregarlos a los propietarios de los predios y las ramas y hojas para su posterior uso en el arroje de taludes. En todo momento se evitará el tiro a balcón. *Cabe aclarar, que dentro de la LC del proyecto únicamente existen árboles y arbustos aislados y dispersos, así como malezas pioneras al disturbio consideradas como arvenses y ruderales.*

*Despalme:* ésta es la remoción de la capa superficial de tierra, generalmente se utiliza maquinaria pesada para levantar los primeros 30 cm de tierra; esta capa es rica en humedad y nutrientes por lo que se recomienda almacenar en sitios adecuados libre de escurrimientos para su posterior uso en arropes o reforestación. En todo momento se evitará el tiro a balcón.

*Instalación de obras provisionales:* en este momento se instalarán la oficina de campo, para lo que generalmente se utiliza un remolque acondicionado como oficina, el almacén de materiales y herramienta, el almacén de combustible y de residuos peligrosos y los sanitarios móviles.

*Drenaje menor (transversal):* consiste en la excavación a poca profundidad, 50-100 cm, para cimentar los estribos, pequeños muros laterales que soportarán una losa de concreto o bien la limpia y reglado del fondo para colocar un tubo. Generalmente a los lados de estas pequeñas estructuras se coloca y compacta material pétreo en forma manual.

*Excavación en cortes:* se realizará el movimiento de material en las zonas de perfil alto de acuerdo a la topografía requerida para la carretera, esta actividad se realiza con tractores.

*Acarreos:* el material proveniente de los cortes, dependiendo de su volumen y propiedades, será colocado a un costado del trazo o llevado con camiones de volteo a sitios de tiro o a las áreas donde se requiera la conformación de terraplenes.

*Terracerías:* el material útil proveniente de los cortes se lleva a las partes bajas del terreno donde es extendido y compactado, en algunos casos se requiere de riego para alcanzar el grado de compactación requerido.

#### *Obras de drenaje longitudinal.*

*Cunetas:* la conformación de zanjas para conformar las cunetas se efectuará mediante una excavación, de acuerdo con las secciones, niveles, alineaciones y acabados establecidos en el proyecto o los aprobados por la Secretaría. Cuando así lo indique el proyecto, una vez terminada la conformación se revestirá la cuneta mediante un zampeado o concreto hidráulico simple.

Lavaderos: la excavación tendrá un ancho igual al ancho exterior del lavadero y una profundidad máxima igual a la profundidad del mismo, con las paredes correctamente perfilada, prolongando la excavación hasta interceptar la superficie del acotamiento. Como lo indique el proyecto, una vez terminada la excavación se colocarán láminas corrugadas de acero para proteger el lavadero o se revestirá mediante un zampeado.

Bordillos: cuando los bordillos sean colados en el sitio, se utilizarán moldes rígidos sobre el terreno, colocando varillas a cada metro de tal manera que permanezcan anclados al terreno natural. Cuando se empleen elementos precolados, el proyecto indicará el procedimiento de fabricación, colocación, tipo de anclaje y tratamiento de las juntas.

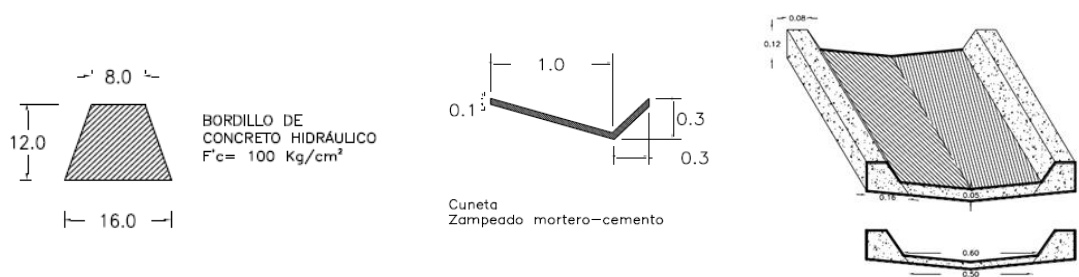


Figura 77. Obras complementarias

### 2.2.7.2 Operación y mantenimiento

Una vez en operación, el camino permitirá una circulación vehicular a una velocidad de 80 a 90 km/h. Por el tipo de proyecto no se identifica una cadena de procesos para su operación, sólo se identifican periodos, que se presentan de manera cíclica, en los que el flujo vehicular aumenta (periodos vacacionales) si bien la vialidad está en servicio las 24 horas los 365 días del año.

Como Conservación rutinaria para obras de drenaje se tiene en general la limpieza de cunetas, alcantarillas, lavaderos, etc., de acuerdo al Libro de Conservación parte 2, Título 1 de la Normativa SCT. En cuanto al pavimento (Título 2) se tiene la limpieza de la superficie de rodamiento, sellado de grietas y bacheos. En el caso de los señalamientos (Título 5) se verificará en estado y en su caso se repondrán las marcas en el pavimento, en guarniciones, se limpiarán las señales verticales, las defensas y barreras centrales, etc.

Como Conservación periódica en el caso de obras de drenaje, se llevaría a cabo la reparación de alcantarillas, lavaderos, bordillos, etc., de acuerdo al Libro de Conservación parte 3 Título 1 de la Normativa SCT. En el caso del pavimento (Título 2) se realiza la reparación de las capas de rodadura reponiendo el material que se haya levantado, conocido como bacheo el cual se realiza en áreas pequeñas, en otros casos puede ser un área extensa, con lo que se requeriría de la pavimentación.

Estas actividades de mantenimiento son realizadas de forma permanente por brigadas organizadas por la entidad operadora de las carreteras, en caso de actividades excepcionales o de gran volumen se recurre al contrato de empresas especializadas.



### ***2.2.7.3 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones***

No se considera una etapa de desmantelamiento y abandono del proyecto, en cambio, se estima que con las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo se podrá mantener la utilidad de la carretera hasta un periodo de 40 años o más.

Sin embargo, en esta etapa se realizan las actividades para desmantelar las obras provisionales y para la limpieza general del sitio. Esto quiere decir que progresivamente conforme se vayan terminando las actividades se desmantelará: la obra falsa de madera, la oficina de campo, el almacén de materiales y herramientas, el almacén de combustibles y lubricantes, el almacén de residuos peligrosos y los sanitarios móviles.

## **2.2.8 Residuos**

### ***2.2.8.1 Preparación del sitio y construcción***

- ♣ Existirá material sólido sobrante del desmonte y despalme, esto es, ramas y hojas del primero, y suelo orgánico del segundo.
- ♣ Desechos sólidos de tipo doméstico generados por los trabajadores como desechos orgánicos, botellas, papel y plástico de embalaje de alimentos, etc.
- ♣ Desechos pétreos, originado por variadas causas en los diferentes frentes de construcción, principalmente acarreo en demasía, derrumbes en cortes, etcétera.
- ♣ Desechos líquidos, principalmente de tipo sanitario, originado por la eliminación de excretas provenientes de los empleados de la construcción, en los sanitarios portátiles instalados.
- ♣ Eventualmente pudiese haber desechos líquidos de tipo doméstico por parte de las actividades de comedor ya que se prevé que los trabajadores preparen sus alimentos en el sitio, el volumen de los mismos no es significativo, de 20 a 30 litros diarios por frente de trabajo; dicha agua puede ser vertida en zonas aledañas puesto que no representa un riesgo de contaminación a aguas superficiales ni subterráneas.
- ♣ También se tendrán desechos líquidos originados por los servicios de engrase, lubricación y cambios de aceite a la maquinaria, dicha actividad se realiza con camiones acondicionados con recipientes para la recepción de los lubricantes usados, así como con los dispositivos para servir los lubricantes nuevos. En la propia unidad se deberán transportar las grasas y lubricantes utilizados hasta colocarlos en el almacén temporal de residuos peligrosos.
- ♣ Existirá emisión a la atmósfera por parte de los motores de combustión interna que propulsan la maquinaria de construcción y los camiones de acarreo (materialistas), estos motores trabajan, en su gran mayoría, con base a diesel como combustible.
- ♣ También durante el ataque, carga, transporte y acomodo de los materiales pétreos que forman la terracería puede darse la emisión de polvo.

### **2.2.8.2 Limpieza del sitio**

- ♣ En esta etapa se espera la generación de pedacería de madera proveniente del desmantelamiento de la estructura de cimbra y de las bodegas provisionales.
- ♣ Pedacería de alambre, clavos, cartón.
- ♣ Pueden ocurrir derrames accidentales de combustible y lubricantes en las áreas utilizadas como patio de maquinaria, en este caso, el suelo afectado por estos eventos deberá ser removido en esta etapa y dispuesto en tanques cerrados para su disposición y tratamiento final.

### **2.2.8.3 Operación y mantenimiento**

- ♣ Desechos de tipo pétreo, depositados sobre la superficie de rodamiento, originados por polvo acarreado por el viento y por el desgaste de superficies de fricción de los vehículos, así como del pavimento. Estos desechos periódicamente deberán limpiarse principalmente barriendo los acotamientos y disponiendo de los desechos en bancos de tiro.
- ♣ Se consideran los desechos arrojados por los usuarios de la vialidad, o arrastrados por el viento, los cuales sería desechos urbanos del tipo papel, plásticos, vidrio; éstos podrían ocasionar anegaciones en las cunetas y contra-cunetas por lo que es importante su limpieza durante las actividades de mantenimiento.
- ♣ También se tienen desechos de tipo sólido orgánico producidos al limpiar la vegetación de la LC. Dicha vegetación deberá trasladarse a los sitios para reforestación donde se conviertan en composta que posteriormente puede ser utilizada como abono.
- ♣ Las actividades de mantenimiento podrían generar residuos como material de embalaje, polvo y emisiones de gases de combustión en caso de utilizarse maquinaria.

CAPITULO 3. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES	2
3.1 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA EN MATERIA AMBIENTAL.	4
3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	4
3.1.2 Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte.	4
3.1.3 Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018.	5
3.1.4 Plan de Trabajo 2019 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).	8
3.1.5 Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBioMex) y Plan de Acción 2016-2030.	9
3.1.6 Estrategia Nacional de Cambio Climático.	11
3.1.7 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).	15
3.1.8 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.	21
3.1.9 Plan Estatal de Desarrollo 2019-2021 Gobierno del Estado de Campeche.	43
3.1.10 Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 Candelaria, Campeche.	44
3.2 Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en México.	44
3.2.1 Áreas Naturales Protegidas de competencia federal.	44
3.2.2 Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal, municipal, ejidales y privadas.	46
3.2.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.	47
3.2.4 Región Hidrológica Prioritaria.	48
3.2.5 Región Terrestre Prioritaria.	50
3.2.6 Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad.	59
3.2.7 Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales para la Conservación de la Biodiversidad.	60
3.2.8 Convención Ramsar, Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.	62
3.2.9 Corredor Biológico Mesoamericano.	63
3.2.10 Sitios Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos.	64
3.3 Ordenamientos jurídicos aplicables.	66
3.3.1 Leyes y Reglamentos Federales.	66
3.3.2 Leyes y Reglamentos Estatales.	86

### *Índice de figuras*

Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT.	16
Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al POEMyRGMMyMC.	21
Figura 3. Ubicación del proyecto respecto a las áreas naturales protegidas de competencia federal.	45
Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a las áreas naturales protegidas de competencia estatal, municipal, ejidales y privadas.	46
Figura 5. Ubicación del proyecto respecto al AICA más cercana.	47
Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a la RHP 95 “Sur de Campeche”.	49
Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a la RTP 151 “Silvituc-Calakmul”.	51
Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a los SPTCB.	60
Figura 9. Ubicación del proyecto respecto a los SPAECB.	61
Figura 10. Ubicación del proyecto respecto al sitio Ramsar más cercano.	62
Figura 11. Ubicación del proyecto respecto al Corredor Biológico Mesoamericano.	63
Figura 12. Ubicación del proyecto respecto a los Sitios Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos.	65

### *Índice de tablas*

Tabla 1. Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	4
Tabla 2. Vinculación del proyecto con los Ejes, Objetivos y Estrategias del PND 2019-2024.	6
Tabla 3. Estrategias y líneas de acción del Plan de Trabajo 2019 de la SCT, que se vinculan con el proyecto.	8
Tabla 4. Vinculación del proyecto con los ejes, líneas de acción y acciones de la ENBioMex9	
Tabla 5. Principales hitos a 10, 20 y 40 años de la ENCC	13
Tabla 6. Ejes Estratégicos y Líneas de Acción de la ENCC que se vinculan con el proyecto	14
Tabla 7. Características generales de la UAB 137 “Karst y Lomerios de Campeche”.	16
Tabla 8. Rectores, coadyuvantes y asociados del desarrollo, sectores de interés y estrategias sectoriales aplicables en la UAB 137	17
Tabla 9. Estrategias sectoriales aplicables en la UAB 137 y su vinculación con el proyecto	18
Tabla 10. Acciones generales aplicables en la UGA 86 del POEMyRGMMyMC, y su vinculación con el proyecto.	22
Tabla 11. Vinculación del proyecto con las acciones específicas que aplican en la UGA 86 del POEMyRGMMyMC	32

Tabla 12. Eje, objetivo, estrategia y líneas de acción del PED de Campeche que se vinculan con el proyecto	43
Tabla 13. Vinculación del proyecto con el PMD de Candelaria, Campeche	44
Tabla 14. Vinculación del proyecto con los aspectos bióticos de la RTP 151	52
Tabla 15. Vinculación del proyecto con los aspectos antropogénicos de la RTP 151.	56
Tabla 16. Vinculación del proyecto con los aspectos de conservación de la RTP 151	59
Tabla 17. Vinculación del proyecto con la LGEEPA	66
Tabla 18. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental	70
Tabla 19. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.	72
Tabla 20. Vinculación del proyecto con la LGPGIR	73
Tabla 21. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	77
Tabla 22. Vinculación del proyecto con la LGDFS	80
Tabla 23. Vinculación del proyecto con la LGVS.	81
Tabla 24. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.	82
Tabla 25. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.	82
.Tabla 26. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas	83
Tabla 27. Vinculación del proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.	86
Tabla 28. Vinculación del proyecto con la Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos del de Campeche	89

## CAPITULO 3. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

### 3.1 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA EN MATERIA AMBIENTAL.

#### 3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917, constituye el marco normativo que orienta la organización de los poderes del Estado Mexicano. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Tabla 1. Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo - Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 4.</b> Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.</p>	<p>De acuerdo con lo que dispone este artículo, y en observancia de las disposiciones legales aplicables en materia de evaluación del impacto ambiental; se presenta esta manifestación de impacto ambiental modalidad regional (MIA-R) sin actividad altamente riesgosa, para su evaluación por parte de la autoridad competente. La presente MIA-R propone medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto.</p>
<p><b>Artículo 25.</b> Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.</p>	<p>De acuerdo con lo que dispone este artículo, y en observancia de las disposiciones legales aplicables en materia de evaluación del impacto ambiental; se presenta esta manifestación de impacto ambiental modalidad regional (MIA-R) sin actividad altamente riesgosa, para su evaluación por parte de la autoridad competente. El presente estudio propone medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto.</p>

#### 3.1.2 Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte.

Los gobiernos de los tres países firmantes de este acuerdo: Canadá, Estados Unidos y México, se declararon: “*convencidos de la importancia de conservar, proteger y mejorar el medio ambiente en sus territorios*”, y de que “*la cooperación en estos terrenos es un elemento*

*esencial para alcanzar el desarrollo sustentable, en beneficio de las generaciones presentes y futuras” (Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, 1993).*

### **Artículo 1. Objetivos:**

- (a) Alentar la protección y el mejoramiento del medio ambiente en territorio de las Partes, para el bienestar de las generaciones presentes y futuras.
- (g) Mejorar la observancia y la aplicación de las leyes y reglamentos ambientales.
- (i) Promover políticas y prácticas para prevenir la contaminación.

**Vinculación con el proyecto:** En observancia de lo que estipulan los artículos arriba citados del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, y en observancia de la legislación ambiental mexicana, se presenta en tiempo y forma la presente manifestación de impacto ambiental modalidad regional, (MIA-R) sin actividad altamente riesgosa, para su evaluación por parte de la autoridad competente. Asimismo, en caso de que el proyecto en comento sea autorizado en materia de impacto ambiental, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma todas las medidas de mitigación y compensación de los impactos ambientales propuestas en el capítulo VI esta MIRA-R, para cumplir con el compromiso de protección al ambiente adquirido en este Acuerdo.

### **3.1.3 Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024.**

De acuerdo con el artículo 21 de la Ley de Planeación, el Plan Nacional de Desarrollo: *"precisará los objetivos nacionales, la estrategia y las prioridades del desarrollo integral, equitativo, incluyente, sustentable y sostenible del país, contendrá previsiones sobre los recursos que serán asignados a tales fines; determinará los instrumentos y responsables de su ejecución, establecerá los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional; sus previsiones se referirán al conjunto de la actividad económica, social, ambiental y cultural, y regirá el contenido de los programas que se generen en el sistema nacional de planeación democrática".* Por su parte, el artículo 21 Bis de la citada Ley de Planeación, menciona que el PND considerará una visión de largo plazo de la política nacional de fomento económico, a fin de impulsar como elementos permanentes del desarrollo nacional y el crecimiento económico elevado, sostenido y sustentable, la promoción permanente del incremento continuo de la productividad y la competitividad, y la implementación de una política nacional de fomento económico, que incluya vertientes sectoriales y regionales (Ley de Planeación, 1983).

El Plan Nacional de Desarrollo vigente, se estructura sobre 3 ejes generales: 1. Justicia y Estado de Derecho, 2. Bienestar, y 3. Desarrollo Económico. El PND plantea un objetivo para cada eje general, a su vez, cada eje general se conforma por un número de objetivos que corresponden a los resultados esperados, factibles y medibles que se esperan al implementar las políticas públicas propuestas. Estos objetivos atienden a los principales problemas públicos identificados en cada eje general. Asimismo, se plantean las estrategias de cada objetivo, que corresponden a los medios que son el instrumento que articula de manera lógica y consistente cada conjunto de líneas de acción que serán implementadas por las diferentes dependencias de la Administración Pública Federal (APF) en sus programas derivados. Asimismo, el PND

contiene los siguientes tres ejes transversales: 1. Igualdad de Género, no discriminación e inclusión, 2. Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública; y 3. Territorio y Desarrollo Sostenible (PND 2019-2024).

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los ejes, objetivos y estrategia del PND 2019-2024.

**Tabla 2. Vinculación del proyecto con los Ejes, Objetivos y Estrategias del PND 2019-2024.**

Eje- PND 2019-2024.	Objetivo	Estrategia
<b>Eje General 2: Bienestar</b> El eje general de “Bienestar” tiene como objetivo: Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios.	<b>2.5</b> Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales.	<b>2.5.1</b> Conservar y proteger los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales.
		<b>2.5.6</b> Fortalecer la capacidad de adaptación ante el cambio climático de poblaciones, ecosistemas e infraestructura estratégica, bajo un enfoque basado en derechos humanos y justicia climática, incorporando conocimientos tradicionales e innovación tecnológica.
<b>Eje General 3. Desarrollo Económico.</b> 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.	<b>3.6</b> 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.	<b>3.6.1</b> 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.
		<b>3.6.2</b> Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.
	<b>3.10</b> Fomentar un desarrollo económico que promueva la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero y la adaptación al cambio climático para mejorar la calidad de vida de la población.	<b>3.10.1</b> Promover políticas para la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en sectores productivos, así como promover y conservar sumideros de carbono.

**Vinculación con el proyecto:** En relación con la estrategia 2.5.1, el proyecto contempla medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos negativos que se prevé sean generados por el proyecto, entre las cuales se incluye la capacitación del personal involucrado en la construcción del proyecto en todas sus fases, para que dicho



personal conozca la importancia y la responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando los actos que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla. En función de lo anterior, así como de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente, las cuales se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de la presente MIA, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, ni para la diversidad biológica que el mismo alberga.

Por otro lado, en relación con las estrategias 2.5.6 y 3.10.1, y toda vez que la ejecución del proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018). Aunado a lo anterior, se prevé la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con esta medida se contribuirá a la captura de carbono y a combatir el cambio climático. Aunado a lo anterior, y con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos. Asimismo, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas.

Finalmente, respecto a las estrategias 3.6.1 y 3.6.2, el proyecto se vincula de manera positiva con las mismas, toda vez que su ejecución contribuiría a mejorar el acceso a localidades de San Manuel Nuevo Canutillo, Nuevo Coahuila y El Desengaño, en el municipio de Candelaria, Campeche, impulsando así el desarrollo social de dichas localidades al hacer más eficiente y seguro el transporte de personas, bienes y servicios en la zona y contribuyendo de esa manera a que el país cuente con una red carretera más segura y eficiente. Es importante mencionar que de acuerdo con estimaciones hechas por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2015), el municipio de Candelaria en el estado de Campeche presenta un *grado de rezago social Alto*<sup>1</sup>. Asimismo, el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2016) señala que el municipio de Candelaria en el estado de Campeche presenta un *grado de marginación Alto*<sup>2</sup>. Considerando lo anterior, y en función de la ubicación, características y alcances del proyecto se considera que la ejecución de este coadyuvaría a mejorar las condiciones de movilidad y transporte de personas, bienes y servicios entre las localidades antes mencionadas, beneficiando la calidad de vida de las personas que habitan y transitan por las localidades en las que incide el proyecto.

<sup>1</sup> Fuente: Estimaciones del CONEVAL con base en el XII Censo de Población y Vivienda 2000, II Conteo de Población y Vivienda 2005, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

<sup>2</sup> Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Encuesta Intercensal 2015 y Censo de Población y Vivienda 2010.

### 3.1.4 Plan de Trabajo 2019 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) estableció como parte de su misión lo siguiente: “Contribuir al desarrollo regional y al bienestar social de la Nación mediante la construcción de una red intermodal de comunicaciones y transportes efectiva, sustentable y segura”. Para cumplir la misión arriba citada, la SCT señala el siguiente objetivo:

#### **Objetivo 1:**

*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 conecten a la mayoría las personas de cualquier condición, facilite el traslado de bienes y servicios y contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.*

En cuanto a la infraestructura carretera, el Plan de Trabajo 2019 de la SCT señala las siguientes estrategias y líneas de acción que se vinculan con el proyecto.

**Tabla 3. Estrategias y líneas de acción del Plan de Trabajo 2019 de la SCT, que se vinculan con el proyecto.**

Estrategia- Plan de Trabajo 2019 SCT	Línea de acción
<p><b>1.1</b> Construir, modernizar y conservar la infraestructura carretera nacional, e intensificar los programas en apoyo a caminos rurales.</p>	<p>Ampliar, modernizar y construir nuevos tramos carreteros mediante esquemas de financiamiento con participación público-privada.</p>
	<p>Atender la conectividad e impulsar el desarrollo de las zonas más marginadas del país.</p>
	<p>Pavimentación de caminos rurales, Principalmente aquellos que acceden a las Cabeceras Municipales, con uso intensivo de mano de obra y la utilización de proyectos tipo que utilicen materiales locales.</p>
<p><b>1.2</b> Realizar proyectos de conexión y transferencia modal que aumenten la eficiencia en el transporte de bienes y servicios.</p>	<p>Contar con vías de comunicación en buenas condiciones que permitan el tránsito seguro y ágil de los mexicanos.</p>
	<p>Concluir, modernizar y construir proyectos carreteros que ayuden a la disminución de los costos generalizados de viaje e incrementen la seguridad vial de los usuarios, bienes y servicios.</p>

**Vinculación con el proyecto:** Toda vez que el proyecto se refiere a la modernización del camino rural “San Manuel Nuevo Canutillo – E.C. (Nuevo Coahuila-El Desengaño) en el tramo del km 20+000 al km 33+200 en el municipio de Candelaria, se considera que el proyecto se vincula de forma positiva con las líneas de acción arriba citadas, ya que con su ejecución contribuiría a la modernización de los caminos rurales de las zonas marginadas del país, mejorando de manera particular la seguridad de los usuarios de esta vía de comunicación, así como el transporte de bienes y servicios y la integración logística de las localidades de San Manuel Nuevo Canutillo, Nuevo Coahuila y El Desengaño, en el municipio

de Candelaria, Campeche; contribuyendo así a que el país cuente con una red carretera más segura y eficiente.

### 3.1.5 Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBioMex) y Plan de Acción 2016-2030.

La Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México se constituye como un instrumento articulador que tiene como misión “*establecer las bases para impulsar, orientar, coordinar y armonizar los esfuerzos de gobierno y sociedad para la conservación, el uso sustentable y el reparto justo y equitativo de los beneficios derivados del uso de los componentes de la diversidad biológica y su integración en las prioridades sectoriales del país*”.

La ENBioMEx se integra por los siguientes seis ejes estratégicos:

- I. Conocimiento.
- II. Conservación y restauración.
- III. Uso y manejo sustentable.
- IV. Atención a los factores de presión.
- V. Educación, comunicación y cultura ambiental.
- VI. Integración y gobernanza.

Dentro de los seis ejes estratégicos se establecen 24 líneas de acción y más de 160 acciones. De manera transversal a los ejes estratégicos, se encuentra el eje Integración y gobernanza, el cual busca reforzar la instrumentación de las acciones, así como, fortalecer la coordinación entre actores y sectores, armonizar el marco jurídico y promover la integración y la cooperación.

La Visión de la ENBioMEx, es la siguiente:

*“En el 2030 se mantiene la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas, así como la provisión continua de los servicios ecosistémicos necesarios para el desarrollo de la vida y el bienestar de las mexicanas y los mexicanos; gobierno y sociedad están comprometidos con la conservación uso sustentable y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la biodiversidad.”*

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la vinculación del proyecto con la ENBioMEx y su Plan de Acción 2016-2030.

**Tabla 4. Vinculación del proyecto con los ejes, líneas de acción y acciones de la ENBioMEx**

Eje estratégico ENBioMEx	Línea de Acción	Acción
4.	4.5	4.5.1.

Eje estratégico ENBioMex	Línea de Acción	Acción
Atención a los factores de presión.	Prevención, control y reducción de la contaminación.	Promover la reducción de contaminantes que afectan a la biodiversidad, generados por actividades antropogénicas. <b>4.5.7.</b> Promover la participación ciudadana en el manejo adecuado de los residuos contemplando estrategias de difusión y capacitación para disminuir la generación de residuos sólidos y peligrosos.
	<b>4.6</b> Reducción de la vulnerabilidad de la biodiversidad ante el cambio climático.	<b>4.6.1</b> Promover esquemas y acciones de conservación, protección y restauración de los ecosistemas terrestres y acuáticos (epicontinentales, costeros y marinos) y sus servicios ambientales, como medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, en apoyo al Programa Especial de Cambio Climático, fortaleciendo y garantizando la participación y empoderamiento de las mujeres.

**Vinculación con el proyecto:** En relación con las acciones 4.5.1 y 4.5.7 arriba citadas, como medida preventiva de la contaminación del suelo, y para lograr un manejo y disposición adecuada de los residuos que se generen durante la ejecución del proyecto, se instruirá al personal involucrado en el proyecto, para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar el suelo o algún cuerpo de agua en la zona del proyecto. En este sentido durante la fase constructiva del proyecto se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.

Asimismo, toda vez que durante la ejecución del proyecto se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos. Por lo tanto, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con las características que establece el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. De acuerdo con lo que estipula el artículo 84 del citado Reglamento, los residuos permanecerán en el almacén temporal por un periodo menor a 6 meses, y serán debidamente transportados a un centro de acopio autorizado; esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento.

Por otro lado, toda vez que la ejecución del presente proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento mecánico preventivo y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARNAT-2018). Aunado a lo anterior, todo mantenimiento mecánico se deberá realizar en un taller

expresamente dedicado a esa actividad, esto con el objetivo de evitar cualquier derrame de aceites o hidrocarburos en la zona del proyecto. En relación con los residuos de manejo especial, quedará prohibida la disposición de este tipo de residuos sobre la vegetación o en lugares donde pudieran obstruir algún flujo hidrológico superficial. Los residuos de manejo especial que se generen y que no puedan ser reutilizados en el proyecto, deberán ser debidamente transportados a un sitio de disposición autorizado para tal efecto.

Finalmente, en relación con la acción 4.6.1, se capacitará al personal involucrado en la ejecución del proyecto acerca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla. Asimismo, como medida de mitigación ante los efectos del cambio climático, y con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos. Aunado a lo anterior, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

### **3.1.6 Estrategia Nacional de Cambio Climático.**

De acuerdo con el artículo 60 de la Ley General de Cambio Climático, ésta es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. La ENCC define los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir para orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al tiempo de fomentar la corresponsabilidad con los diferentes sectores de la sociedad. Es importante señalar que la misma ENCC apunta que ésta no es exhaustiva y no pretende definir acciones concretas de corto plazo ni con entidades responsables de su cumplimiento.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático se integra por tres grandes temas. Cada uno de estos temas contiene ejes estratégicos y líneas de acción mediante los cuales se definen los objetivos deseados. Así mismo, a cada uno de los ejes le corresponden líneas de acción en donde la continuidad y la integración son fundamentales, muchas veces requiriendo la conjunción de los esfuerzos y participación de los tres niveles de gobierno, y de todos los sectores de la sociedad.

#### Pilares de Política Nacional de cambio climático (6 pilares).

- 1) Contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes.
- 2) Desarrollar políticas fiscales e instrumentos económicos y financieros con enfoque climático.

- 3) Implementar una plataforma de investigación, innovación, desarrollo y adecuación de tecnologías climáticas y fortalecimiento de capacidades institucionales.
- 4) Promover el desarrollo de una cultura climática.
- 5) Instrumentar mecanismos de Medición, Reporte, Verificación y Monitoreo y Evaluación.
- 6) Fortalecer la cooperación estratégica y el liderazgo internacional.

Adaptación a los efectos del cambio climático (3 ejes estratégicos).

**A1.** Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social ante los efectos del cambio climático.

**A2.** Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático.

**A3.** Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.

Desarrollo bajo en emisiones, (5 ejes estratégicos en materia de mitigación).

**M1.** Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia.

**M2.** Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable.

**M3.** Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono

**M4.** Impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono.

**M5.** Reducir emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta y propiciar cobeneficios de salud y bienestar.

La ENCC también plantea una visión de México en 10, 20 y 40 años, la cual es la siguiente:

*“México crece de manera sostenible con la promoción del manejo sustentable, eficiente y equitativo de sus recursos naturales, así como del uso de energías limpias y renovables que le permiten un desarrollo con bajas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. México es un país próspero, competitivo, socialmente incluyente y con responsabilidad global que genera empleos suficientes y bien remunerados para toda su población, en particular para la más vulnerable. México es una nación con una economía verde, con ecosistemas y poblaciones resilientes al cambio climático y con ciudades sustentables.” (ENCC 21).*

Para lograr la visión planteada, la ENCC identifica los principales hitos que deberán lograrse en 7 rubros diferentes dentro de 10, 20 y 40 años: Sociedad/Población, Ecosistemas (Agua,

Bosques y Biodiversidad), Energía, Emisiones, Sistemas Productivos, Sector Privado/ Industria, y Movilidad. A continuación, se presentan dichos hitos por rubro y plazo.

A continuación, en la tabla siguiente se presentan los hitos a 10, 20 y 40 años que se vinculan con el proyecto.

**Tabla 5. Principales hitos a 10, 20 y 40 años de la ENCC**

Rubro	10 años	20 años	40 años
<b>Sociedad/ Población</b>	La sociedad está involucrada y participa activamente en el tema del cambio climático.	La sociedad está comprometida con la tarea de reducir los efectos del cambio climático.	La sociedad se integra cultural y socialmente al combate al cambio climático.
<b>Ecosistemas (Agua, Bosques y Biodiversidad)</b>	Acciones de conservación y uso sustentable en los ecosistemas del país implementadas.	Los ecosistemas y las especies que los habitan son aprovechados y conservados de manera sustentable. El desarrollo económico y social del país es potenciado a través del mejoramiento del capital natural del país.	La conservación y el uso sustentable de los ecosistemas ayudan a la resiliencia de los mismos al cambio climático.
<b>Emisiones</b>	Reducción de 30% de emisiones respecto a línea base. México reduce sustancialmente las emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta.	Se minimizan las emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta.	Reducción del 50% de emisiones respecto a las emisiones del año 2000.

**Vinculación de los Hitos a 10, 20 y 40 años de la ENCC con el proyecto:**

El proyecto se vincula de manera positiva con los hitos a 10, 20 Y 40 años, arriba citados, toda vez que se pretende la capacitación del personal involucrado en el proyecto sobre el tema de cambio climático, con el objetivo de concientizar al personal acerca de la importancia de prevenir y reducir al mínimo la generación de gases de efecto invernadero, así como de consumir productos y servicios responsablemente, reducir la generación de residuos y realizar un manejo responsable de los mismos.

Asimismo, toda vez que la ejecución del proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018). Aunado a lo

anterior, como medida de mitigación ante los efectos del cambio climático, y con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos. Aunado a lo anterior, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental

A continuación, se presentan las líneas de acción derivadas de los pilares y ejes estratégicos de la ENCC, que se encontraron vinculantes con el proyecto.

**Tabla 6. Ejes Estratégicos y Líneas de Acción de la ENCC que se vinculan con el proyecto**

Eje Estratégico - ENCC	Línea de Acción
<b>A2. (Adaptación)</b> Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático.	<b>A2.11</b> Fortalecer la infraestructura estratégica existente (comunicaciones, transportes, energía, entre otras) considerando escenarios climáticos.
	<b>A2.12</b> Incorporar criterios de cambio climático en la planeación y construcción de nueva infraestructura estratégica y productiva.
<b>A3. (Adaptación)</b> Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.	<b>A3.2</b> Garantizar la restauración, conectividad, aprovechamiento sustentable y conservación de los ecosistemas como bosques, selvas, sistemas costeros, mares, ecosistemas riparios, humedales y de las comunidades bióticas que albergan y sus servicios ambientales.
	<b>A3.5</b> Garantizar la conectividad ecohidrológica para la preservación de biodiversidad y servicios ambientales, la integralidad de los ecosistemas, la conservación de especies y el incremento de su resiliencia ante el cambio climático.
	<b>A3.11</b> Garantizar la protección ambiental de los ecosistemas ante proyectos de obra pública y servicios industriales y productivos (mineros, textiles, cementeros, energéticos, agropecuarios, turísticos, entre otros) mediante la incorporación de criterios de cambio climático en instrumentos de planeación, como el impacto ambiental y el ordenamiento ecológico del territorio.
<b>M2. (Mitigación)</b> Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable.	<b>M2.7</b> Reducir las emisiones mediante la modernización de la flota vehicular, y del retiro y la disposición final de las unidades poco eficientes.



**Vinculación de los ejes estratégicos y líneas de acción de la ENCC con el proyecto:** En observancia de lo que establecen las estrategias A2.11 y A2.12, para reducir la vulnerabilidad del proyecto ante posibles efectos del cambio climático, se prevé la construcción de obras de drenaje con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación al tiempo de mantener los flujos hidrológicos superficiales de la zona. Los detalles de dichas obras pueden ser consultado en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental.

Por otro lado, en observancia de las líneas de acción que se derivan del eje estratégico A3 (A3.2 A3.5 y A3.11), se propone la capacitación del personal a pie de obra para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar el suelo o algún cuerpo de agua en la zona del proyecto. En este sentido durante la ejecución del proyecto se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite en ellos toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia. La totalidad de las medidas preventivas, así como de mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé puedan ser generados por el proyecto, se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Finalmente, en relación con la estrategia M2.7 para contribuir a reducir la generación de gases de efecto invernadero, y toda vez que la ejecución del presente proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten este tipo de gases, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018).

### **3.1.7 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).**

De acuerdo a lo establecido en el artículo 20 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en los artículos 19, y 22 fracción primera, del Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; el POEGT es un programa de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, que vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal obligadas a observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación. El objetivo del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. EL POEGT determina lineamientos y estrategias para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de las actividades productivas y asentamientos humanos. En la elaboración de dichos lineamientos y estrategias, el POEGT se basa en las características, disponibilidad y demanda de recursos naturales, así como en la ubicación de los asentamientos humanos existentes.

*Todos los mapas que se presentan a continuación pueden ser consultados en el anexo 1.*

El proyecto se encuentra dentro de la **Región Ecológica 5.32** y dentro de esta en la **Unidad Ambiental Biofísica 137** denominada “Karst y Lomeríos de Campeche” ubicada en el centro, sur y norte de Campeche, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

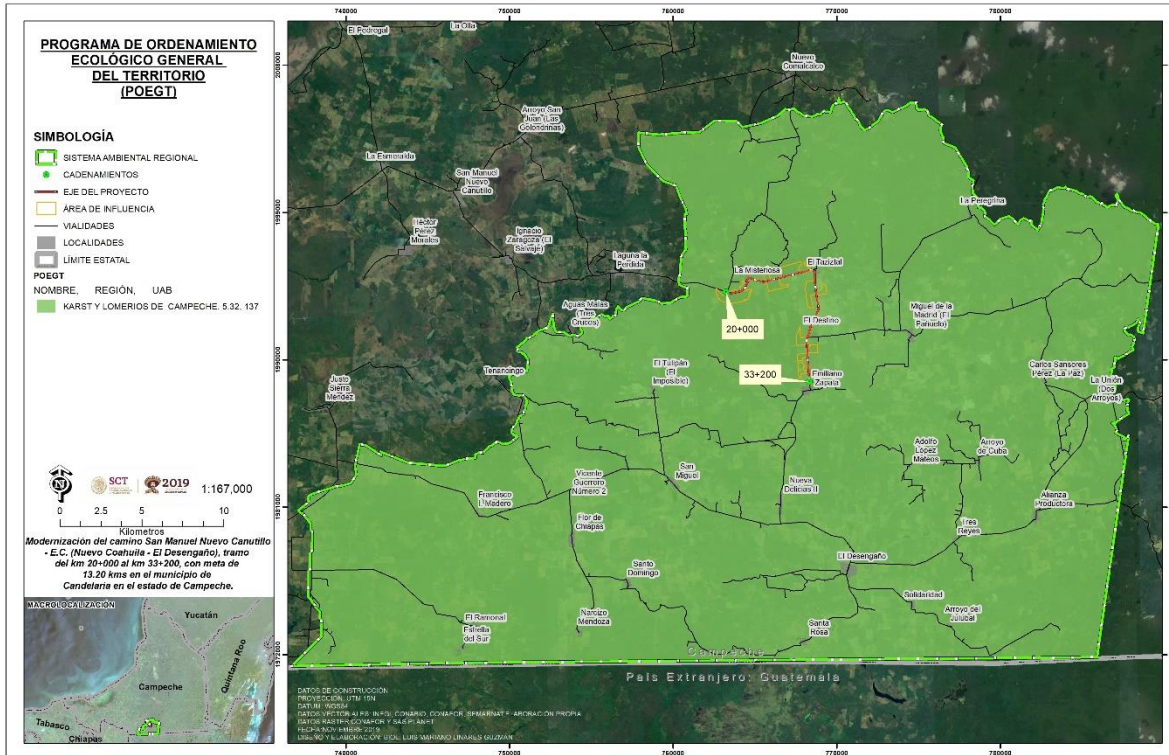


Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT.

A continuación, se presentan las características generales de la UAB 137 “Karst y Lomeríos de Campeche”.

Tabla 7. Características generales de la UAB 137 “Karst y Lomeríos de Campeche”.

Unidad Ambiental Biofísica 137 “Karst y Lomeríos de Campeche”.	
Estado del Medio Ambiente en 2008	Inestable
Conflicto sectorial	Medio
Población indígena	Maya
Escenario al 2033	Inestable
Política Ambiental	Preservación, Aprovechamiento sustentable, Restauración
Prioridad de Atención	Alta
Superficie de Áreas Naturales Protegidas	Baja
Degradación de los suelos	Media
Degradación de la vegetación	Alta

Unidad Ambiental Biofísica 137 “Karst y Lomeríos de Campeche”.	
Degradación por desertificación	Baja
Modificación antropogénica	Muy baja
Longitud de carreteras (km)	Media
Porcentaje de zonas urbanas	Muy bajo
Porcentaje de cuerpos de agua	Muy bajo
Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> )	Muy baja
Uso del suelo	Forestal y pecuario
Disponibilidad de agua superficial	Con disponibilidad
Disponibilidad de agua subterránea	Con disponibilidad
Porcentaje de zona funcional alta	24.8
Marginación social	Alta
Índice medio de educación	Bajo
Índice medio de salud	Medio
Hacinamiento en la vivienda	Alto
Indicador de consolidación de la vivienda	Muy bajo
Indicador de capitalización industrial	Muy bajo
Porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal	Medio
Porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipio	Muy bajo
Actividad agrícola	De transición
Importancia de la actividad minera	Media
Importancia de la actividad ganadera	Media

A continuación, se describe las características de la Unidad Ambiental Biofísica 137.

**Tabla 8. Rectores, coadyuvantes y asociados del desarrollo, sectores de interés y estrategias sectoriales aplicables en la UAB 137**

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
137	Preservación de flora y fauna	Desarrollo social	Ganadería-Minería	Forestal-PEMEX-SCT-Turismo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 24, 38, 44.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las estrategias sectoriales establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica 137.

**Tabla 9. Estrategias sectoriales aplicables en la UAB 137 y su vinculación con el proyecto**

Estrategias de la UAB 121 del POEGT y su vinculación con el proyecto.		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		Vinculación con el proyecto
A) Preservación	<p><b>1.</b> Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.</p> <p><b>2.</b> Recuperación de especies en riesgo.</p> <p><b>3.</b> Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</p>	<p>En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como del estado actual del ecosistema en que se inserta, se considera que, siempre que se lleven a cabo la totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto (dichas medidas pueden ser consultadas a detalle en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental), se considera que el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas y la biodiversidad, por lo tanto, se considera que el proyecto no contraviene las estrategias 1, 2 y 3.</p>
B) Aprovechamiento o Sustentable	<p><b>4.</b> Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p> <p><b>5.</b> Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p> <p><b>6.</b> Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p><b>7.</b> Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p><b>8.</b> Valoración de los servicios ambientales.</p>	<p>En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con las estrategias 4, 5, y 7, toda vez que no pretende el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes, recursos naturales, suelos agrícolas o pecuarios, ni recursos forestales.</p> <p>Por otro lado, el proyecto tampoco presenta vinculación con la estrategia 6, ya que no está relacionado con la infraestructura agrícola.</p> <p>Finalmente, respecto a la estrategia 8, se considera que, en función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no afecta la provisión de los servicios ambientales del ecosistema en que se inserta, siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y formas las acciones tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto entre las que se encuentra la ejecución de un programa de rescate de germoplasma y rescate y reubicación de especies de herpetofauna. Las acciones completas pueden consultarse a detalle en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
C) Protección de los recursos naturales	<p><b>12.</b> Protección de los ecosistemas.</p>	<p>En relación con la estrategia 12, se pretende la ejecución de acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos al ambiente, entre las que se encuentra la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento una conducta de respeto y protección de</p>

Estrategias de la UAB 121 del POEGT y su vinculación con el proyecto.		
		<p>la flora y fauna silvestre, evitando en todo momento realizar actos y omisiones que la pudieran dañar o perturbar de manera innecesaria; así como la ejecución de programa de rescate de germoplasma y rescate y reubicación de especies de herpetofauna y de reforestación con especies nativas.</p> <p>En función de lo arriba mencionado, se considera que, siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en el que incide, ni para la diversidad de especies de flora y fauna que el mismo alberga.</p>
D) Restauración	<p><b>14.</b> Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</p>	<p>En relación con esta estrategia, se contempla la ejecución de acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos al ambiente, entre las que se encuentra la ejecución de un programa de rescate de germoplasma y rescate y reubicación de especies de herpetofauna. Los detalles de estos programas, así como del resto de medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos al ambiente que se prevé genere la ejecución del proyecto, se encuentran referidas en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.</p>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales renovables y actividades económicas de producción de servicios.	<p><b>15.</b> Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p><b>15 bis.</b> Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p> <p><b>21.</b> Rediseñar los instrumentos de política hacia el</p>	<p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con estas estrategias 15, 15bis, 21, 22 y 23.</p>

Estrategias de la UAB 121 del POEGT y su vinculación con el proyecto.		
	<p>fomento productivo del turismo.</p> <p><b>22.</b> Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p> <p><b>23.</b> 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).</p>	
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana. e infraestructura urbana.</b>		<b>Vinculación con el proyecto</b>
A) Suelo urbano y vivienda	<p><b>24.</b> Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</p>	En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta estrategia.
E) Desarrollo Social.	<p><b>38.</b> Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p>	En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta estrategia.
<b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.</b>		<b>Vinculación con el proyecto</b>
B) Planeación del ordenamiento territorial	<p><b>44.</b> Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p>	En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta estrategia.

### 3.1.8 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC), es el instrumento de política ambiental que tiene por objeto regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de proteger al ambiente, así como preservar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales, partiendo del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos. Este programa identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio. Aunado a lo anterior, el POEMyRGMMyMC menciona que “como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales”.

El proyecto se inserta en la **Unidad de Gestión Ambiental 86** (Regional), tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

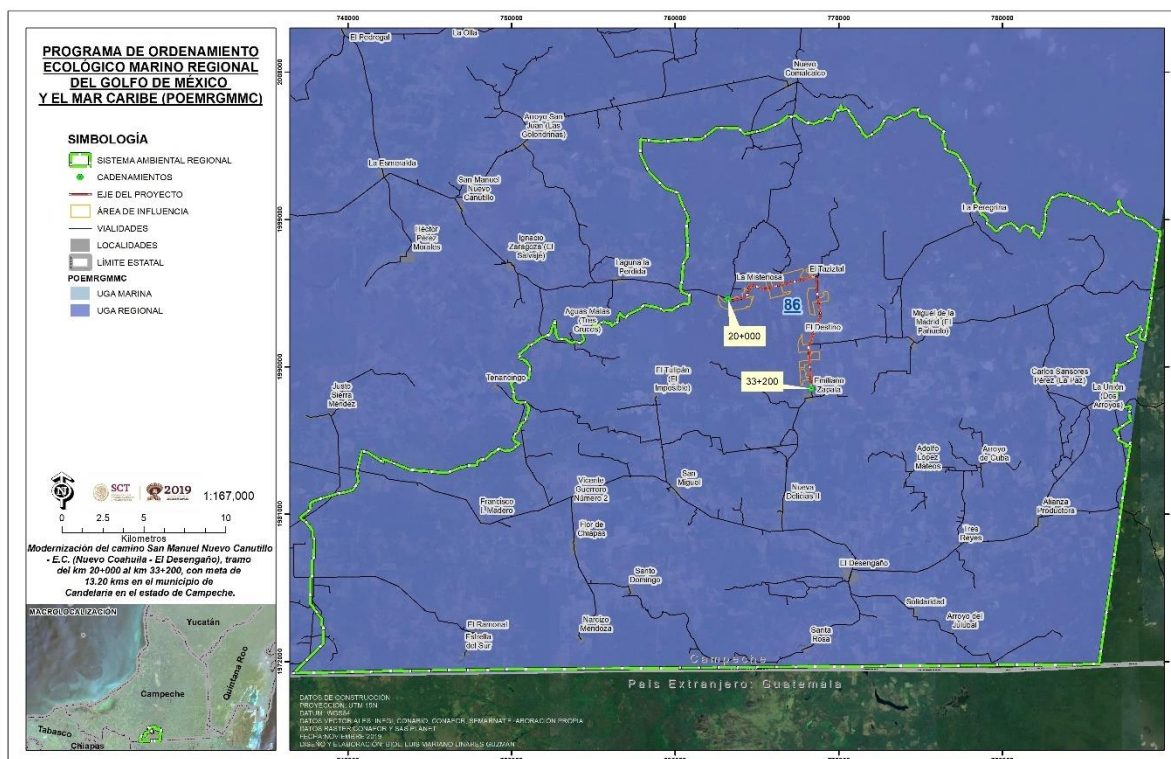


Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al POEMyRGMMyMC.

En cada Unidad de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe aplican acciones tanto generales como específicas,

las acciones generales aplican a todas las UGA del área sujeta a ordenamiento y se pretende que sirvan para dirigir las actividades productivas de los sectores hacia un uso sustentable de los recursos, así como para promover la acción intersectorial para la atención de problemas ambientales en el área. Por su parte, las acciones específicas, se asignan a cada UGA de acuerdo con sus características particulares y en correspondencia con los lineamientos ecológicos. Los lineamientos ecológicos incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, estos lineamientos se orientan a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y visión prospectiva.

A continuación, se presentan las acciones generales aplicables en las **UGA 86** del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, así como su vinculación con el proyecto.

**Tabla 10. Acciones generales aplicables en la UGA 86 del POEMyRGMMyMC, y su vinculación con el proyecto.**

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
<p><b>G001.</b> Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G002.</b> Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G003.</b> Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general. Por otro lado, es importante destacar que el proyecto no pretende la extracción de especie alguna, y por el contrario se tienen contempladas medidas para reducir al mínimo los impactos negativos que pudiera generar el proyecto sobre la fauna y la flora. Entre las acciones propuestas para cumplir lo anterior, se contempla la capacitación del personal involucrado en la construcción del proyecto en todas sus fases, para que dicho personal conozca la importancia y la responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando los actos que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla. Las medidas antes referidas pueden ser consultadas en los capítulos correspondientes.</p>



Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
<p><b>G004.</b> Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general. Es importante destacar que el proyecto no pretende la extracción de especie alguna, y por el contrario se tienen contempladas medidas para reducir al mínimo los impactos negativos que pudiera generar el proyecto sobre la fauna y la flora. Entre las acciones propuestas para cumplir lo anterior, se contempla la capacitación del personal involucrado en la construcción del proyecto en todas sus fases, para que dicho personal conozca la importancia y la responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando los actos que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla, la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre. Las medidas antes referidas pueden ser consultadas a detalle en los capítulos correspondientes.</p>
<p><b>G005.</b> Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.</p>	<p>En función de sus características y alcances el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G006.</b> Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.</p>	<p>Toda vez que la ejecución del proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018).</p>
<p><b>G007.</b> Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
<p><b>G008.</b> El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general. Asimismo, es importante mencionar que el proyecto no pretende de manera alguna, el uso de organismos genéticamente modificados.</p>
<p><b>G009.</b> Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.</p>	<p>En relación con lo que señala esta acción general, es importante señalar que el proyecto sometido al procedimiento de evaluación del impacto ambiental se refiere a la modernización de un camino existente, y no a la apertura de un camino.</p> <p>Por otro lado, el proyecto contempla diversas acciones y medidas para reducir al mínimo la fragmentación del hábitat, entre la que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla, entre otras medidas. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de esta MIA-R.</p> <p>En función tanto de las características, ubicación y alcances del proyecto, así como del estado actual que guardan los ecosistemas de la zona, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, la ejecución del mismo no representa un incremento significativo en la fragmentación que presenta actualmente el ecosistema, así como tampoco representa una amenaza para la conservación de la diversidad biológica ni para el equilibrio funcional de los ecosistemas y la generación de servicios ambientales.</p>

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
<p><b>G010.</b> Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G011.</b> Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.</p>	<p>En relación con este criterio, el proyecto no se inserta en algún ecosistema costero.</p>
<p><b>G012.</b> Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G013.</b> Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.</p>	<p>En relación con este criterio general, es importante señalar, que no se pretende la introducción de especies potencialmente invasoras de flora ni de fauna.</p>
<p><b>G014.</b> Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.</p>	<p>En relación con este criterio el proyecto contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas. Al mismo tiempo es importante mencionar que el proyecto no intercepta alguna corriente hidrológica.</p>
<p><b>G015.</b> Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio general, toda vez que no pretende el asentamiento de una zona industrial o humana en el margen o zona inmediata al cauce natural de algún río.</p>
<p><b>G016.</b> Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.</p>	<p>En función de su ubicación y características, el proyecto no presenta vinculación con este criterio general. Por otro lado, es importante mencionar que en la zona en la que se pretende el desarrollo del proyecto, no existen montañas.</p>
<p><b>G017.</b> Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G018.</b> Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.</p>	<p>En relación con esta acción general, es importante señalar que el proyecto no intercepta alguna corriente hidrológica. Por otro lado, como parte de las medidas de compensación que se proponen, se encuentra la ejecución de un programa de reforestación funcional y estratégico con especies nativas. Los detalles de este programa pueden ser consultado en el Anexo 12.</p>

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
<p><b>G019.</b> Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general, toda vez que no tiene injerencia en la elaboración de algún plan o programa de desarrollo urbano. Por otro lado</p>
<p><b>G020.</b> Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.</p>	<p>En relación con esta acción general, es importante señalar que el proyecto no intercepta alguna corriente hidrológica o zona inundable asociada a un río. Por otro lado, como parte de las medidas de compensación que se proponen, se encuentra la ejecución de un programa de reforestación funcional y estratégico con especies nativas. Los detalles de este programa pueden ser consultado en el Anexo 12.</p>
<p><b>G021.</b> Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G022.</b> Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G023.</b> Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G024.</b> Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.</p>	<p>En relación con este criterio el proyecto contempla la ejecución de un programa de reforestación funcional y estratégico con especies nativas. Los detalles de este programa pueden ser consultado en el Anexo 12.</p>
<p><b>G025.</b> Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.</p>	<p>En relación con este criterio, el programa de reforestación que se propone llevar a cabo utilizará únicamente especies nativas de la región.</p>
<p><b>G026.</b> Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G027.</b></p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	
<b>G028.</b> Promover el uso de energías renovables.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G029.</b> Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G030.</b> Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G031.</b> Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G032.</b> Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G033.</b> Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G034.</b> Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimáticos, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G035.</b> Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G036.</b> Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G037.</b> Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
<b>G038.</b> Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G039.</b> Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G040.</b> Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G041.</b> Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G042.</b> Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G043.</b> LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G044.</b> Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G045.</b> Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G046.</b> Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
<b>G047.</b> Impulsar la diversificación de actividades productivas.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G048.</b> Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G049.</b> Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G050.</b> Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G051.</b> Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	En relación con esta característica general, se instruirá al personal involucrado tanto en el proceso constructivo para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar los cauces aledaños al proyecto. En este sentido durante la fase constructiva del proyecto se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.
<b>G052.</b> Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	En relación con esta característica general, se instruirá al personal involucrado tanto en el proyecto, para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar los cauces aledaños al proyecto. En este sentido durante la fase constructiva del proyecto se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.
<b>G053.</b> Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general. Por otro lado, es importante mencionar que el proyecto no pretende la descarga de aguas residuales. Durante los trabajos de construcción se

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
	contratarán los servicios de sanitarios portátiles, contratando a un proveedor de dicho servicio que garantice dar una adecuada disposición final a los desechos.
<b>G054.</b> Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general. Es importante señalar que el proyecto no pretende la descarga de aguas residuales. Durante los trabajos de construcción del proyecto se contratarán los servicios de sanitario portátil, el cual deberá dar una adecuada disposición final a los desechos.
<b>G055.</b> La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	En relación con este criterio, el proyecto requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en una superficie de 0.330 ha, los cuales corresponden a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. En función de lo anterior, se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente Estudio Técnico Justificativo, para su evaluación por parte de la autoridad competente en observancia de lo que establecen los artículos 7 y 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 120 de su Reglamento.
<b>G056.</b> Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G057.</b> Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.
<b>G058.</b> La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPAFEST que resulten aplicables.	Toda vez que, durante la fase constructiva del proyecto, podrán generarse residuos peligrosos (estopas impregnadas con aceite lubricante gastado, envases que hubieran contenido aceite, solventes o grasas, entre otros.) se observarán las disposiciones de la normatividad que resulta aplicable (Ver en este mismo capítulo la vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Resíduos).



Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
<p><b>G059.</b> El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.</p>	<p>En función de su ubicación, el proyecto no implica obra o actividad dentro de algún área natural protegida.</p>
<p><b>G060.</b> Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G061.</b> La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G062.</b> Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G063.</b> Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p><b>G064.</b> La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.</p>	<p>En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, el mismo no altera algún cauce o escurrimiento hidrológico, y tampoco altera o modifica el comportamiento hidrológico de algún flujo ya sea este subterráneo y superficial. Por otro lado, con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos. Aunado a lo anterior, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas.</p>
<p><b>G065.</b> La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general., toda vez que no incide en algún área natural protegida.</p>

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las acciones específicas que aplican en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

**Tabla 11. Vinculación del proyecto con las acciones específicas que aplican en la UGA 86 del POEMyRGMMyMC**

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción Específica	Vinculación con el proyecto
<b>A001</b> Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Es importante señalar que el proyecto no pretende el uso de algún pesticida o agroquímico.
<b>A002</b> Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Es importante señalar que el proyecto no pretende el uso de algún pesticida o agroquímico.
<b>A003</b> Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Es importante señalar que el proyecto no pretende el uso de algún abono o fertilizante.
<b>A004.</b> Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas.	En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, el mismo no incide sobre algún cauce o escurrimiento hidrológico, y tampoco altera o modifica el comportamiento hidrológico de algún flujo ya sea este subterráneo y superficial. Por otro lado, con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos. Aunado a lo anterior, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas.
<b>A005.</b> Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Por otro lado, es importante señalar que durante la ejecución del proyecto se instruirá al personal involucrado, para que observe una conducta de ahorro y uso eficiente del agua en los procesos en los que ésta sea necesaria.

**Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.**

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
<p><b>A006.</b> Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A007.</b> Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A011.</b> Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Por otro lado, cabe señalar que el proyecto contempla la ejecución de un programa de reforestación estratégico y funcional con especies nativas, los detalles de dicho programa pueden ser consultados en el Anexo 12.</p>
<p><b>A016.</b> Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.</p>	<p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A017.</b> Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas</p>	<p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Por otro lado, cabe señalar que el proyecto contempla la ejecución de un programa de reforestación estratégico y funcional con especies nativas, los detalles de dicho programa pueden ser consultado en el Anexo 12</p>
<p><b>A018.</b> Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).</p>	<p>En relación con esta acción específica, durante la visita de campo, se registró la presencia de las siguientes especies en el área del proyecto las cuales se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: <i>Lithobates brownorum</i> (Sujeta a protección especial), <i>Rhinoclemmys areolata</i> (Amenazada), <i>Cathartes burrovianus</i> (Sujeta a protección especial) <i>Eupsittula nana</i> (Sujeta a protección especial). Asimismo, en el Sistema ambiental regional (SAR) se registró la presencia de las especies antes citadas y de las siguientes especies: <i>Iguana iguana</i> (Sujeta a protección especial), <i>Geranospiza caerulescens</i> (Amenazada), <i>Leptodon cayanensis</i> (Sujeta a protección especial), <i>Rostrhamus sociabilis</i> (Sujeta a protección especial) y <i>Mycteria americana</i> (Sujeta a protección especial). Como parte de las medidas propuestas para prevenir y reducir al mínimo la afectación a las especies antes</p>

**Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.**

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
	<p>citadas, se encuentra la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la instalación de señalética para indicar la presencia y cruce de fauna silvestre, la instalación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la poda periódica de la vegetación a orillas de la carretera y la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con el cual se crearán nichos ecológicos nuevos que serán susceptibles de ser aprovechados por las especies antes citadas.</p> <p>En relación con la flora, durante la visita de campo se registró la presencia de la especie <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro rojo), la cual se encuentra sujeta a protección especial. En relación con esta especie se contempla rescate de germoplasma forestal.</p>
<p><b>A019.</b> Los programas de remediación que se implementen deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A020</b> Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A021.</b> Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.</p>	<p>En relación con las emisiones a la atmosfera, y toda vez que la ejecución del proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018).</p> <p>Por otro lado, se instruirá al personal involucrado en el proyecto, para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar los cauces aledaños al proyecto. En este</p>

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción Específica	Vinculación con el proyecto
	<p>sentido durante la fase constructiva del proyecto se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.</p> <p>Finalmente, es importante señalar que el proyecto no pretende la descarga de aguas residuales. Durante los trabajos de construcción del proyecto se contratarán los servicios de sanitario portátil, el cual deberá dar una adecuada disposición final a los desechos.</p>
<p><b>A023.</b> Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.</p>	<p>Para la prevención de la contaminación del suelo, durante la fase constructiva del proyecto se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico. Dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.</p> <p>Aunado a lo anterior, se instruirá al personal involucrado tanto en el proyecto, para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar algún cauce en la zona.</p>
<p><b>A024.</b> Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.</p>	<p>Toda vez que la ejecución del proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARNAT-2018).</p>
<p><b>A025.</b> Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.</p>	<p>Toda vez que durante la ejecución del proyecto se podrán generar se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos. Por lo tanto, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con las características que establece el artículo 83 del Reglamento de la Ley</p>

**Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.**

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
	General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. De acuerdo con lo que estipula el artículo 84 del citado Reglamento, los residuos permanecerán en el almacén temporal por un periodo menor a 6 meses, y serán debidamente transportados a un centro de acopio autorizado; esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento.
<p><b>A026.</b> Promover e impulsar el uso de tecnologías ‘Limpias’ y ‘Ambientalmente amigables’ en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.</p>	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.
<p><b>A037.</b> Promover la generación energética por medio de energía solar.</p>	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.
<p><b>A038.</b> Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.</p>	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.
<p><b>A039</b> Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.</p>	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.
<p><b>A050.</b> Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.</p>	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.
<p><b>A051.</b> Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.</p>	Toda vez que el proyecto se refiere a la modernización de un tramo de 13.20 km entre las localidades de San Manuel Nuevo Canutillo y El Desengaño, el mismo presenta una vinculación positiva con esta acción específica.

**Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.**

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
<p><b>A052.</b> Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A053.</b> Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A054.</b> Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A055.</b> Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A056</b> Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A057.</b> Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A058.</b> Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A059.</b> Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A060.</b> Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>

**Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.**

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
<p><b>A061.</b> Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.</p>	<p>En relación con esta acción específica, cabe mencionar que de acuerdo con estimaciones hechas por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2015), el municipio de Candelaria en el estado de Campeche presenta un grado de rezago social Alto. Asimismo, el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2016) señala que el municipio de Candelaria en el estado de Campeche presenta un grado de marginación Alto.</p> <p>Considerando lo anterior, y en función de la ubicación, características y alcances del proyecto se considera que la ejecución de este coadyuvará a mejorar las condiciones de movilidad y transporte de personas, bienes y servicios entre las localidades de San Manuel Nuevo Canutillo, Nuevo Coahuila y El Desengaño contribuyendo así a que el país cuente con una red carretera más segura y eficiente, beneficiando la calidad de vida de las personas que habitan y transitan por las localidades en las que incide el proyecto.</p>
<p><b>A062.</b> Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.</p>	<p>En relación con esta acción específica, y toda vez que, durante la ejecución del proyecto, se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos. Por lo tanto, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con las características que establece el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. De acuerdo con lo que estipula el artículo 84 del citado Reglamento, los residuos permanecerán en el almacén temporal por un periodo menor a 6 meses, y serán debidamente transportados a un centro de acopio autorizado; esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento.</p> <p>El manejo de los residuos considerados como peligrosos, se realizará de acuerdo con la legislación y normatividad aplicable.</p> <p>En relación con los residuos de manejo especial, quedará prohibida la disposición de este tipo de residuos sobre la vegetación o en lugares donde pudieran obstruir algún flujo hidrológico superficial. Los residuos de manejo especial que se generen y que no puedan ser reutilizados en el proyecto, deberán</p>



Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción Específica	Vinculación con el proyecto
	ser debidamente transportados a un sitio de disposición autorizado para tal efecto.
<b>A063.</b> Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Al mismo tiempo es importante mencionar que el proyecto no pretende la descarga de aguas residuales. Durante los trabajos de construcción se contratarán los servicios de sanitarios portátiles, contratando a un proveedor de dicho servicio que garantice dar una adecuada disposición final a los desechos.
<b>A064.</b> Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.
<b>A065.</b> Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.
<b>A067.</b> Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.
<b>A068.</b> Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	En relación con este criterio, se instruirá al personal involucrado tanto en el proyecto, para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar los cauces aledaños al proyecto. En este sentido durante la construcción del proyecto se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.  Respecto a los residuos considerados como peligrosos, toda vez que, durante la fase constructiva del proyecto, se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se

**Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.**

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
	<p>clasifiquen como peligrosos. Por lo tanto, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con las características que establece el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. De acuerdo con lo que estipula el artículo 84 del citado Reglamento, los residuos permanecerán en el almacén temporal por un periodo menor a 6 meses, y serán debidamente transportados a un centro de acopio autorizado; esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento.</p> <p>Respecto a los residuos de manejo especial, cuando este tipo de residuos sea generado y no pueda ser reutilizado en alguna etapa del proyecto, será debidamente transportado a un sitio autorizado para su disposición final.</p>
<p><b>A069.</b> Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.</p>	<p>En relación con lo que señala esta acción específica, se instruirá al personal involucrado en la ejecución del proyecto para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar los cauces aledaños al proyecto.</p> <p>Asimismo, se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpieza.</p> <p>Respecto a los residuos considerados como peligrosos, toda vez que, durante la fase constructiva, así como operativa del proyecto, se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos. Por lo tanto, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con las características que establece el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. De acuerdo con lo que estipula el artículo 84 del citado Reglamento, los residuos permanecerán en el almacén temporal por un periodo menor a 6 meses, y serán debidamente transportados a un centro de acopio autorizado; esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento.</p>

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción Específica	Vinculación con el proyecto
	Respecto a los residuos de manejo especial, cuando este tipo de residuos sea generado y no pueda ser reutilizado en alguna etapa del proyecto, será debidamente transportado a un sitio autorizado para su disposición final.
<b>A071.</b> Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.
<b>A072.</b> Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.
<b>A080</b> Consolidar el desarrollo turístico en las zonas de alto valor cultural, arqueológico, natural y paisajístico, considerando su preservación desde el punto de vista ecológico y sociocultural.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.
<b>A081</b> Fomentar e instrumentar acciones coordinadas entre el sector turismo y el INAH para el rescate de la arquitectura de importancia histórica y su introducción al turismo.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.
<b>A082</b> Fomentar el conocimiento y difusión del patrimonio y atractivos culturales y naturales de la región, como apoyo al desarrollo turístico.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.
<b>A084</b> Promover y regular el desarrollo de las actividades e infraestructura turística en coordinación con la federación, estado y municipios, con la participación de los sectores social y privado, atendiendo la Agenda 21 para el turismo de SECTUR.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.

**Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.**

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
<p><b>A085</b> Fomentar la práctica y el desarrollo de actividades deportivo-recreativas derivadas del sector pesca.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A086</b> Construir, modernizar y ampliar la infraestructura de importancia para el desarrollo de actividades deportivo-recreativas derivadas del sector pesca.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A087</b> Promover la inversión y la gestión de recursos públicos para el fortalecimiento de las actividades turísticas, pesca y acuicultura.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A088</b> Promover la participación de las instituciones educativas y sociales en el desarrollo y consolidación del sector turismo en la región.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A096</b> Fomentar la vigilancia de las medidas de conservación y protección necesarias para el desarrollo de actividades deportivo-recreativas derivadas del sector pesca.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A097</b> Fortalecer los mecanismos para la potencializar las actividades deportivo-recreativas.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p><b>A100</b> Todas las obras o infraestructura de comunicaciones, desarrollos productivos y turísticos a realizarse en los municipios de Carmen, Candelaria, Escárcega, Campeche, Champotón, Tenabo, Hechekacán y Calkiní, deberán apegarse a la normatividad aplicable, incluyendo la LGEEPA, La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Campeche para garantizar que no se afectará el flujo y régimen hídrico o laminar y subterráneo de la zona de influencia del proyecto, a fin de evitar afectaciones a centros de población, áreas productivas, servicios ambientales, la conectividad genética y cambios en la estructura y composición de flora y fauna asociada a sistemas acuáticos.</p>	<p>En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, y en observancia de lo que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) se presenta esta manifestación de impacto ambiental ante la autoridad competente (SEMARANT) para su evaluación. Asimismo, en este capítulo se presenta la vinculación del proyecto con las Leyes, Reglamentos y demás disposiciones legales que resultan aplicables.</p>

### 3.1.9 Plan Estatal de Desarrollo 2019-2021 Gobierno del Estado de Campeche.

El Plan Estatal de Desarrollo 2019-2021 (PED) del Estado de Campeche, constituye el marco general de referencia para el diseño y ejecución de políticas, programas y acciones en la administración estatal. El PED de Campeche vigente se integra por los siguientes 5 ejes rectores: 1. Justicia Social para el Bienestar; 2. Crecimiento Económico Inclusivo; 3. Desarrollo Responsable y Sostenible; 4. Gobernabilidad y Protección Ciudadana y 5. Gobierno Honesto y con Resultados, así como 2 ejes transversales Perspectiva de Género y Derechos Humanos. Cada eje contiene los objetivos, estrategias y líneas de acción. A continuación, se presenta el eje, objetivo, estrategia y líneas de acción del PED de Campeche que resultan vinculantes con el proyecto.

**Tabla 12. Eje, objetivo, estrategia y líneas de acción del PED de Campeche que se vinculan con el proyecto**

Eje	Objetivo	Estrategia	Línea de acción
<b>Eje 2: Crecimiento económico inclusivo.</b> Impulsar un desarrollo económico sostenible, respetuoso del medio ambiente y que aproveche el potencial productivo para generar oportunidades de inversión y de empleos dignos que contribuyan a superar los desequilibrios sociales. Consolidar actividades productivas sustentables para generar un proceso de desarrollo económico sostenible, con inversiones sustentables y empleos dignos.	<b>Objetivo 2.7:</b> Infraestructura estratégica para el desarrollo. Mejorar la conectividad del estado mediante la ampliación y modernización de la infraestructura y una plataforma logística de transporte integral y comunicaciones modernas, que fomenten la competitividad, productividad y desarrollo económico y social sostenible.	<b>2.7.2</b> Incrementar y mantener en adecuadas condiciones físicas la red de carreteras y caminos existentes para mejorar la conectividad municipal, regional, interestatal y nacional.	<b>2.7.2.1.</b> Modernizar las carreteras y caminos clave para agilizar el tránsito de personas y mercancías entre los centros de población y a través del estado, atendiendo criterios de impacto ambiental. <b>2.7.2.4.</b> Garantizar el acceso carretero, la atención a caminos rurales y brechas cosecheras a todas las comunidades rurales del estado, atendiendo criterios de sostenibilidad social y ambiental.

**Vinculación con el proyecto:** En función de la ubicación, características y alcances del proyecto y toda vez que el mismo se refiere a la modernización del camino rural “San Manuel Nuevo Canutillo – E.C. (Nuevo Coahuila-El Desengaño) en el tramo del km 20+000 al km 33+200 en el municipio de Candelaria, se considera que este se vincula de forma positiva con las líneas de acción arriba citadas, ya que con su ejecución se contribuiría a la modernización de los caminos rurales de las zonas marginadas del país, mejorando de manera particular la seguridad de los usuarios de esta vía de comunicación, así como el transporte de bienes y

servicios y la integración logística de las localidades de San Manuel Nuevo Canutillo, Nuevo Coahuila y El Desengaño, en el municipio de Candelaria, Campeche; contribuyendo también a que México cuente con una red carretera más segura y eficiente.

### 3.1.10 Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 Candelaria, Campeche.

El Plan Municipal de Desarrollo de Candelaria en el Estado de Campeche que se encuentra vigente, menciona que el mismo contiene la visión y los componentes estratégicos que guiarán al gobierno municipal de Candelaria durante la administración del periodo 2018-2021. El objetivo principal del PMD de Candelaria es "Generar un crecimiento económico de calidad, promoviendo la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales. Procurando el ordenamiento y desarrollo de las localidades del territorio con criterios ecológicos sustentable. Sujetar los proyectos de desarrollo a criterios de cuidado ambiental, detener y revertir el calentamiento global, mejorar la calidad del aire e impulsar la conservación del territorio, de acuerdo con el marco legal vigente y con la ayuda de una educación de calidad y el uso de nuevas tecnologías". El PMD de Candelaria se compone de 5 Ejes: 1. Bienestar humano y servicios públicos, 2. Desarrollo económico sostenible, 3. Gobierno con sustentabilidad ambiental, 4. Gobierno seguro y eficiente, y 5. Gobierno de resultados.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con el Eje, objetivo, estrategia y actividad del PMD de Candelaria que se vincula con el proyecto.

**.Tabla 13. Vinculación del proyecto con el PMD de Candelaria, Campeche**

Eje	Objetivo	Estrategia	Actividad
1. Bienestar humano y servicios públicos.	Proporcionar los servicios públicos básicos.	Proporcionar servicios públicos para cubrir las principales necesidades básicas de la población, generando con ello servicios de calidad e incrementando la productividad económica y el bienestar común.	1.6 Programa para mejorar la infraestructura vial y equipamiento urbano

**Vinculación con el proyecto:** En función de las características y alcances del proyecto, se encontró que la ejecución de este contribuiría a mejorar la infraestructura vial del municipio de Candelaria, incrementando la seguridad de los usuarios del tramo que se pretende modernizar del camino “San Manuel Nuevo Canutillo – E.C. (Nuevo Coahuila-El Desengaño), haciendo más eficiente y seguro el transporte de bienes, personas y servicios e impulsando la integración logística de las localidades de San Manuel Nuevo Canutillo, Nuevo Coahuila y El Desengaño, en el municipio de Candelaria.

## 3.2 Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en México.

### 3.2.1 Áreas Naturales Protegidas de competencia federal.

En relación con las áreas naturales protegidas de competencia federal, tanto el proyecto como su área de influencia y sistema ambiental regional no inciden en algún área de este tipo. El área natural protegida más cercana al sistema ambiental regional del proyecto es la Reserva

de la Biósfera “Calakmul”, la cual se encuentra a 18.5km en línea recta, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

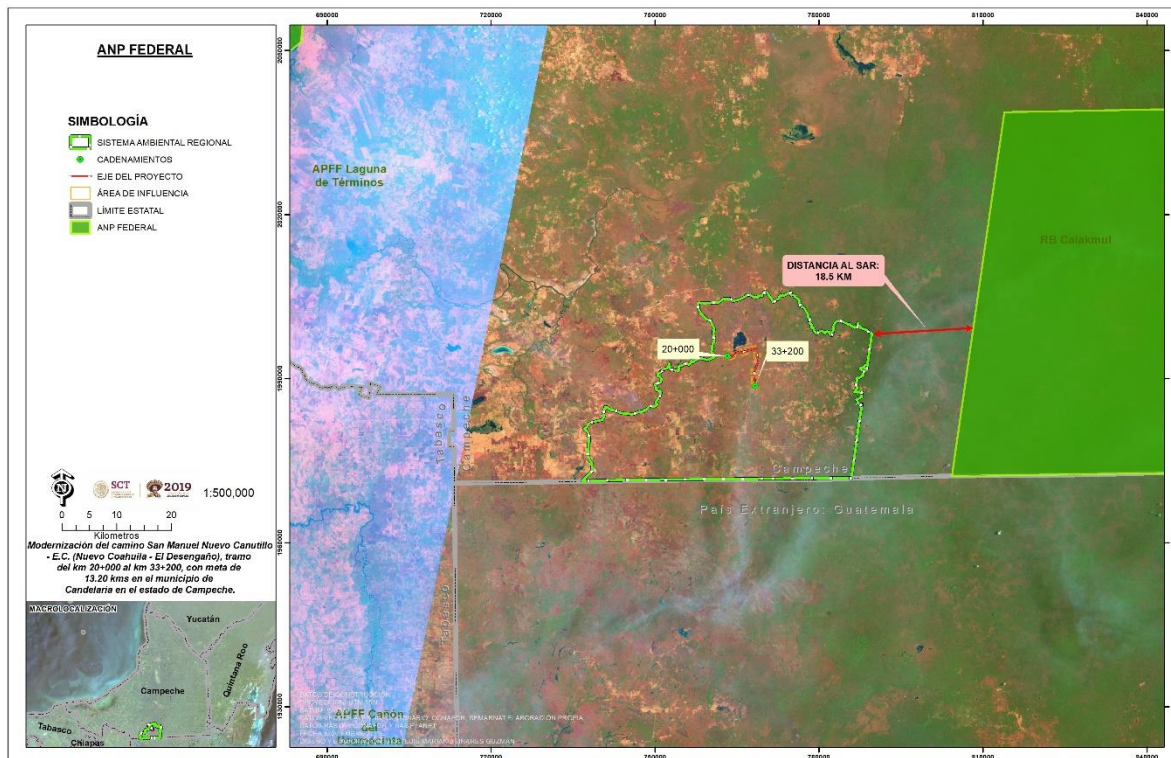


Figura 3. Ubicación del proyecto respecto a las áreas naturales protegidas de competencia federal.

**Vinculación con el proyecto:** En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que el mismo no presenta interacción con el área natural protegida de competencia federal, más cercana, misma que se encuentra a más de 18 km en línea recta del límite más cercano del sistema ambiental regional definido para el proyecto. Por otro lado, para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, así como para contribuir a la conservación del equilibrio funcional y biodiversidad de los ecosistemas de la región, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación que se detallan en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla, entre otras medidas.

### 3.2.2 Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal, municipal, ejidales y privadas.

En relación con las áreas naturales protegidas de competencia estatal, municipal, ejidales y privadas, el proyecto no incide en alguna de ella. El área natural protegida más cercana al sistema ambiental del proyecto es la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Balam Kú” de competencia estatal, la cual colinda en el extremo Este con el límite del sistema ambiental regional, tal como puede apreciarse en la siguiente figura.

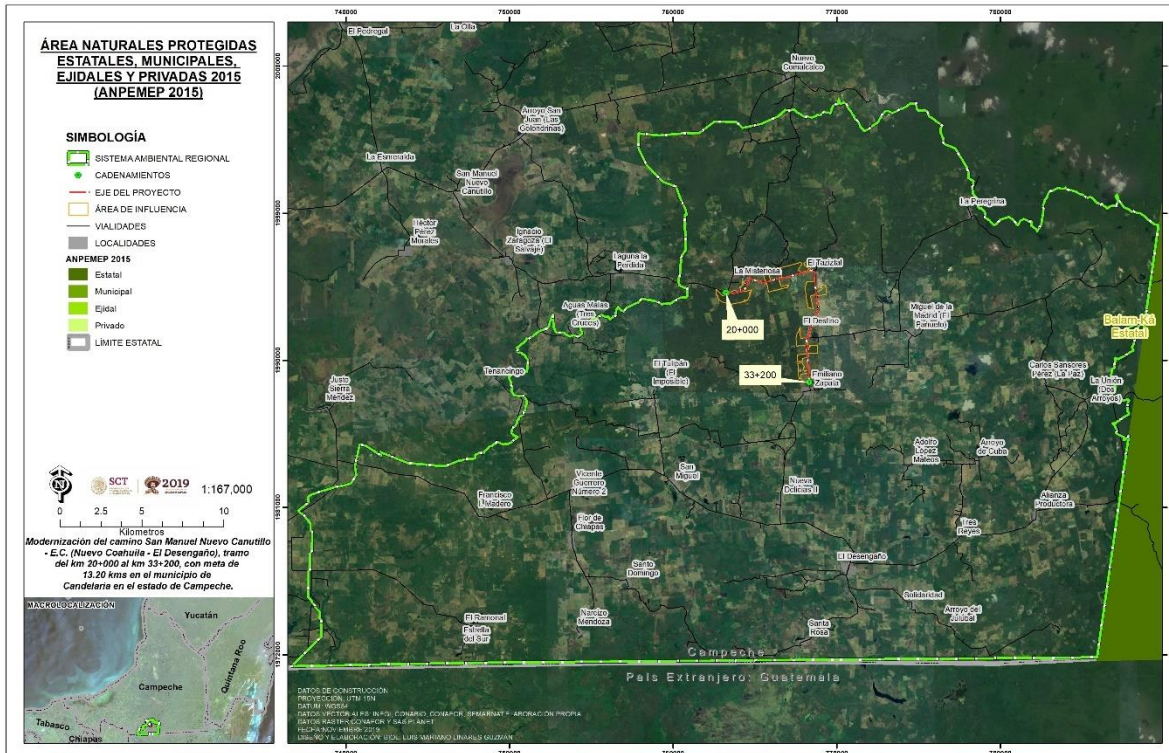


Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a las áreas naturales protegidas de competencia estatal, municipal, ejidales y privadas.

**Vinculación con el proyecto:** En relación con la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Balam Kú” de competencia estatal cuyo límite oeste colinda con el sistema ambiental regional definido para el proyecto, se considera que, en función de las características y alcances del proyecto, la ejecución de este no representa una amenaza para los propósitos de conservación de dicha ANP, ni para el equilibrio funcional de los ecosistemas y biodiversidad que ahí se encuentra. Por otro lado, para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, así como para contribuir a la conservación del equilibrio funcional y biodiversidad de los ecosistemas de la región, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación que se detallan en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la



instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla, entre otras medidas.

### 3.2.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) surgieron como un proyecto conjunto de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y BirdLife International. El objetivo de las AICA es que funjan como una herramienta de información útil para la toma de decisiones, y para normar criterios de priorización y asignación de recursos para la conservación de las aves. Aunado a lo anterior, se busca que las AICA sirvan para difundir información de la distribución y ecología de las aves contribuyendo así al fomento de su conservación y del turismo ecológico, tanto a nivel nacional como internacional (Benítez, Arizmendi y Márquez, 1999). En relación con las AICA, el proyecto no incide en algún área de este tipo, siendo la más cercana el AICA “Calakmul” cuyo límite más cercano se ubica a 18.5km en línea recta del sistema ambiental regional definido para el proyecto, lo cual puede apreciarse en la figura siguiente.

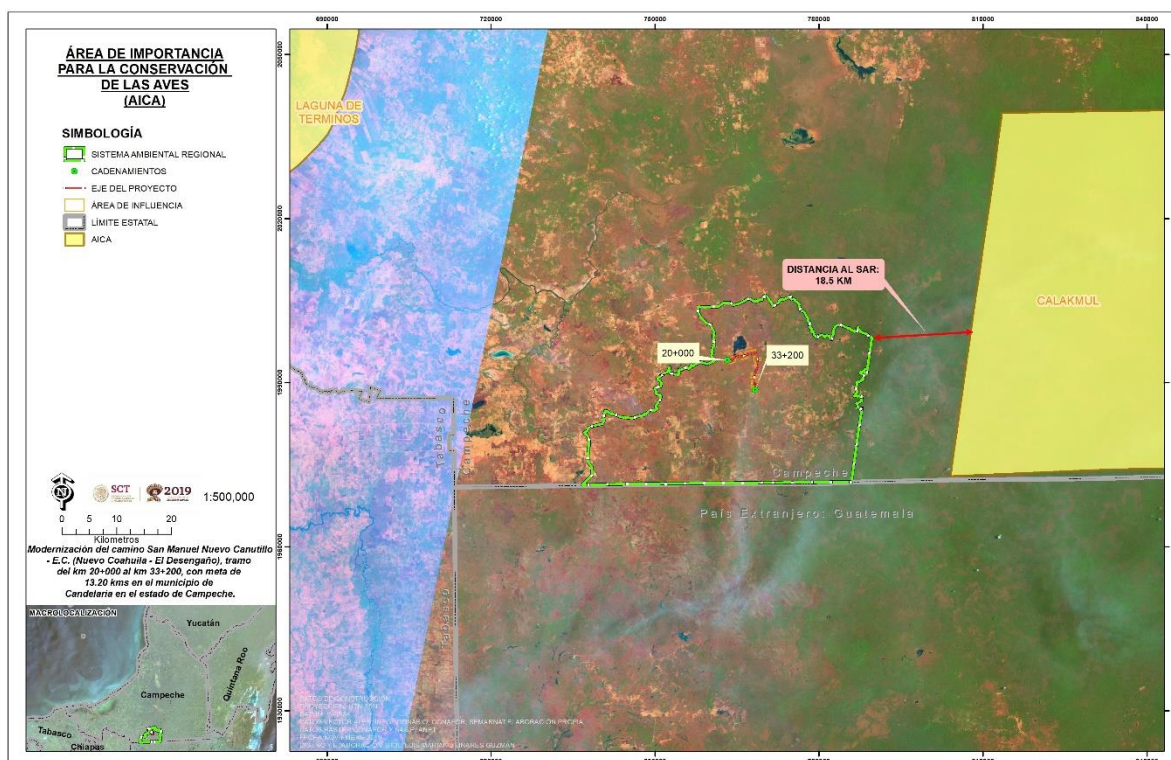


Figura 5. Ubicación del proyecto respecto al AICA más cercana.

**Vinculación con el proyecto:** En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que la ejecución de este no representa una amenaza para los objetivos de conservación del AICA “Calakmul”. Por otro lado, para prevenir y reducir al mínimo los

impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, así como para contribuir a la conservación del equilibrio funcional y biodiversidad de los ecosistemas de la región, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación que se detallan en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla, entre otras medidas.

### **3.2.4 Región Hidrológica Prioritaria.**

En el año 1998, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) inició el programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país tomando en consideración las características de biodiversidad así como los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, estableciendo así un marco de referencia que puede ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de los planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. El programa de las Regiones Hidrológicas Prioritarias es parte de una serie de estrategias elaboradas por la CONABIO para promocionar a nivel nacional el conocimiento y conservación de la biodiversidad del país (Arriaga, Aguilar, Alcocer, Jiménez, Muñoz y Vázquez, 2000). En relación con las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), el proyecto se inserta en su totalidad en la RHP 95 denominada “Sur de Campeche”, tal como se puede apreciar en la figura siguiente.

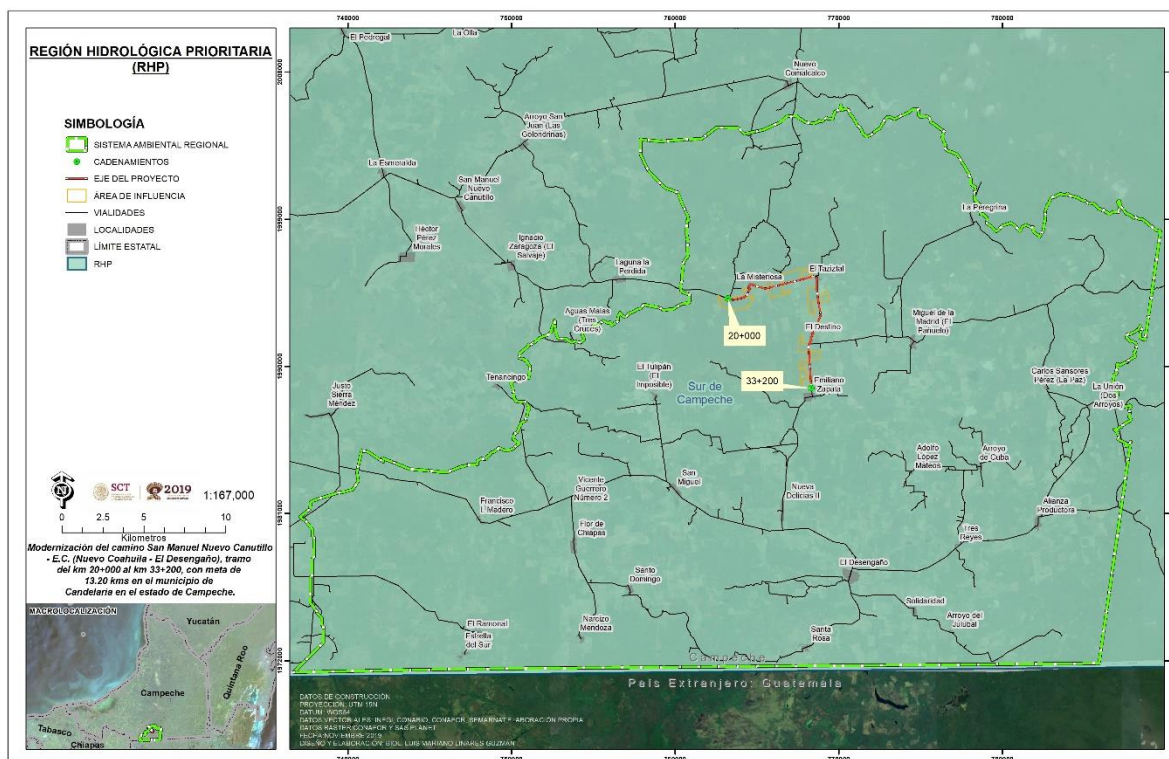


Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a la RHP 95 “Sur de Campeche”.

La ficha técnica publicada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), señala la siguiente problemática para la RHP 95:

- Modificación del entorno: incendios, deforestación, explotación incontrolada de los recursos naturales, construcción de carreteras y nuevos asentamientos humanos.
- Uso de recursos: anfibios y vertebrados en riesgo. Producción de chicle. Cacería furtiva. Saqueo de madera y tráfico ilegal de flora y fauna silvestres.

En cuanto a la conservación, la citada ficha técnica de la RHP 95 señala lo siguiente:

**Conservación:** *falta conocimiento limnológico de la zona. Preocupa la deforestación, nuevas colonizaciones, la construcción de carreteras y sus consecuencias como la posible interrupción del flujo genético peninsular.*

**Vinculación con el proyecto:** En relación con la problemática señalada en la ficha técnica de la RHP 95, publicada por la CONABIO, es importante mencionar que el proyecto se refiere a la modernización de un camino existente, y no a la construcción de una carretera nueva. En función de lo anterior, así como de las características y alcances del proyecto, y considerando por un lado el estado actual que presenta el ecosistema en el área de influencia, y por otro lado las medidas y acciones que se proponen llevar a cabo para prevenir, reducir al mínimo y compensar los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por la ejecución del proyecto; se considera que, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de

impacto ambiental, el proyecto no representa una amenaza para la conservación de la biodiversidad de la región así como tampoco significaría una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona.

Por otro lado, es importante mencionar que el proyecto no incide sobre algún cauce o escurrimiento hidrológico, y tampoco altera o modifica el comportamiento hidrológico de algún flujo ya sea este subterráneo y superficial. Asimismo, con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos. Aunado a lo anterior, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas.

### **3.2.5 Región Terrestre Prioritaria.**

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) tiene como objetivo determinar unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que contengan una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, junto con una integridad ecológica funcional relevante y cuyas oportunidades de conservación sean reales (Arriaga, Espinoza, Aguilar, Martínez, Gómez y Loa, 2000).

El proyecto se inserta en su totalidad en la RTP 151 denominada “Silvituc Calakmul”, lo cual se puede apreciar en la figura siguiente.

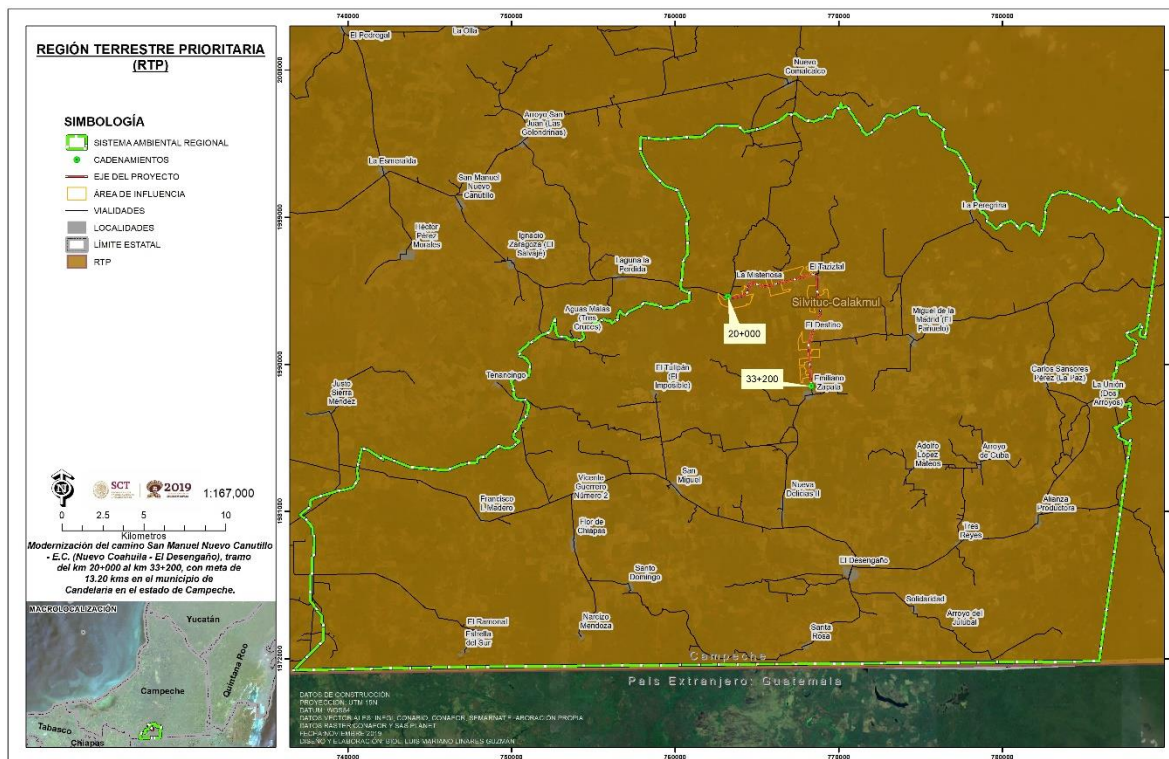


Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a la RTP 151 “Silvituc-Calakmul”.

De acuerdo con la respectiva ficha técnica publicada por la CONABIO, la RTP 151 presenta las siguientes características generales.

#### Características generales RTP 151 “Silvituc-Calakmul”:

*Esta región incluye a una de las mayores extensiones de selvas tropicales del país, así como parte de la selva maya en México. Abarca el ANP de Calakmul, las últimas selvas altas de la península de Yucatán y posiblemente las mayores poblaciones en México de muchos vertebrados como el jaguar, el tapir, el pavo ocelado y el pecarí de labios blancos. Existen poblaciones de especies amenazadas y en peligro. Posee una topografía bastante homogénea. Una de las problemáticas que presenta esta región es la presencia de carreteras que actúan como barrera para el flujo genético de la fauna.*

#### Problemática ambiental:

*Entre los principales problemas identificados están la explotación incontrolada de recursos naturales; incendios forestales; nuevas colonizaciones; apertura potencial de carreteras con fines de conexión de sitios turísticos (Mundo Maya). Por otra parte, existe la posible interrupción en el flujo genético peninsular de la base al norte debido a la carretera Escárcega-Chetumal.*

**Vinculación con el proyecto:** En relación con las características generales y la problemática arriba citada, es importante mencionar que el proyecto no se refiere a la apertura de alguna carretera, sino a la modernización de un camino existente. Al mismo tiempo, el proyecto

contempla la ejecución de medidas y acciones para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla. En función de lo anterior, así como del estado actual que presentan los ecosistemas en la zona del proyecto, se considera que siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas descritas en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental, la ejecución del proyecto no provocaría un incremento significativo en el nivel de fragmentación de la región y no representaría una amenaza para la conservación de la biodiversidad de la región así como tampoco significaría una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona.

A continuación, se presentan respectivamente los aspectos biológicos, antropogénicos y de conservación que define la ficha técnica de la RTP 151 “Silvituc-Calakmul”, así como su vinculación con el proyecto.

**Tabla 14. Vinculación del proyecto con los aspectos bióticos de la RTP 151**

Aspecto Biótico – RTP 151	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
<p><b>Diversidad ecosistémica:</b> Selvas altas y medianas y akalchés. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son: Selva mediana subperennifolia, Selva baja subperennifolia y otros.</p>	<p><b>1 (bajo)</b></p>	<p>En función de la ubicación características y alcances del proyecto, se considera que, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental, entre los que se encuentra la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, el proyecto no representa una amenaza para la conservación de la biodiversidad de la región, así como tampoco significaría una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona.</p>
<p><b>Integridad ecológica funcional:</b> Presencia de poblaciones de aves, mamíferos, plantas y anfibios.</p>	<p><b>4 (alto)</b></p>	<p>En relación con este aspecto biótico, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación</p>

Aspecto Biótico – RTP 151	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
		<p>del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla; la ejecución del proyecto no representa una amenaza para la integridad ecológica funcional de los ecosistemas de la zona.</p>
<p><b>Función como corredor biológico:</b> Conecta la zona del Punto PUT, las zonas forestales de Quintana Roo y Sian Ka'an con las selvas de El Petén, en Guatemala.</p>	<p><b>3 (alto)</b></p>	<p>En relación con este aspecto biótico, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla; se considera que la ejecución del proyecto no representa un incremento significativo en el efecto de barrera que actualmente genera el camino existente.</p> <p>Por otro lado, cabe mencionar que el proyecto también contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con lo cual se contribuiría a generar nichos ecológicos susceptibles de ser aprovechados por la fauna silvestre de la región.</p>
<p><b>Fenómenos naturales extraordinarios:</b> Las poblaciones con mayor densidad de vertebrados en el país.</p>	<p><b>3 (muy importante)</b></p>	<p>En relación con este aspecto biótico, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de</p>

Aspecto Biótico – RTP 151	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
		<p>señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla; se considera que la ejecución del proyecto no representa un incremento significativo en el efecto de barrera que actualmente genera el camino existente.</p> <p>Por otro lado, cabe mencionar que el proyecto también contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con lo cual se contribuiría a generar nichos ecológicos susceptibles de ser aprovechados por la fauna silvestre de la región.</p>
<p><b>Presencia de endemismos:</b> Una especie del género <i>Spondias</i> (Anacardiaceae) y <i>Ponthieva</i> sp. (orquídea).</p>	<p>1 (bajo)</p>	<p>En relación con los géneros <i>Spondia</i> y <i>Ponthieva</i>, Durante la visita de campo se registraron únicamente ejemplares dispersos de la especie <i>Spondias mombin</i>, la cual es una especie muy común en la zona. Tomando en cuenta lo anterior, así como el escaso número de ejemplares de <i>S. mombin</i> registrados en campo, se considera que el proyecto, en función de sus características y alcances, no representa una amenaza para la conservación de alguna especie de los géneros <i>Spondias</i> y <i>Ponthieva</i>.</p> <p>Por otro lado, es importante señalar que la especie <i>Spondias mombin</i>, no se encuentra listada en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (actualizada el 14 de noviembre de 2019). Asimismo, respecto a la conservación de la flora, el proyecto contempla la ejecución de un programa de rescate y reubicación de flora silvestre, así como de un programa de reforestación con especies nativas.</p>
<p><b>Riqueza específica:</b> En cuanto a la flora se estima que existen 1,600 especies de plantas vasculares, número de especies relativamente cercano al que se encuentra en el estado de Quintana Roo (1,275 especies) y comparativamente a la península de Yucatán representaría más del 50% de la</p>	<p>2 (medio)</p>	<p>En relación con la conservación de la flora, el proyecto contempla la ejecución de un programa de rescate y reubicación de flora silvestre, así como la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas.</p> <p>Respecto a la fauna, se consideran entre otras las siguientes acciones: la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de</p>



Aspecto Biótico – RTP 151	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
<p>flora registrada, la cual está compuesta por 153 familias, 834 géneros y 1,936 especies. Se han identificado dos géneros nuevos de las familias Anacardiaceae y Rubiaceae, además de 12 registros nuevos de especies vegetales; nuevos registros a nivel península de Yucatán de las familias Canellaceae, Trigonaceae e Himenophyllaceae. En cuanto a la fauna, se identifica con la región zoogeográfica neotropical y en particular con la provincia Yucateca. Entre las 94 especies potenciales de mamíferos, se encuentran 5 de los 6 felinos que hay en México (jaguar, tigrillo, ocelote, puma y leoncillo), seis de los siete marsupiales y dos de los tres monos, así como el tapir, los temazates gris y rojo, el venado colablanca y el oso hormiguero. Entre las aves, alrededor de 60 de las 286 especies son migratorias, como el pato real o perulero, el águila elegante, el halcón bicolor, el gavilán caracolero, el zopilote rey, el tucán real.</p>		<p>velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla. En función de lo arriba mencionado, así como de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, la ejecución del mismo no representa una amenaza para la conservación de la biodiversidad de la región así como tampoco significaría una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona.</p>
<p><b>Función como centro de origen y diversificación natural:</b> Información no disponible</p>	<p>0 (no se conoce)</p>	<p>----</p>

A continuación, en la tabla siguiente, se citan los aspectos antropogénicos y su valor para la conservación, referidos en la ficha técnica emitida por la CONABIO para la RTP 151, así como su vinculación con el proyecto.

**Tabla 15. Vinculación del proyecto con los aspectos antropogénicos de la RTP 151.**

Aspecto antropogénico - RTP 120	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
<p><b>Función como centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles:</b> Frijoles, gran diversidad utilizada por los grupos mayas.</p>	<p><b>2 (importante)</b></p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con este aspecto.</p>
<p><b>Pérdida de superficie original:</b> Está muy conservada por falta de agua disponible para una colonización acelerada.</p>	<p><b>1 (bajo)</b></p>	<p>En relación con este aspecto, es importante mencionar que el área de influencia del proyecto se encuentra ya impactada por actividades ganaderas y que el proyecto se refiere a la modernización de un camino existente.</p> <p>Es importante mencionar que el proyecto contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, así como un programa de rescate de germoplasma de cedro.</p> <p>Por otro lado, y toda vez que el proyecto requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 0.330ha, los cuales corresponden a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. En función de lo anterior, se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente Estudio Técnico Justificativo, para su evaluación por parte de la autoridad competente en observancia de lo que establecen los artículos 7 y 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 120 de su Reglamento.</p>
<p><b>Nivel de fragmentación de la región:</b> Aún se mantiene la conectividad entre los fragmentos de vegetación conservada.</p>	<p><b>1 (bajo)</b></p>	<p>En relación con este aspecto biótico, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla; se considera que la ejecución del proyecto no</p>

Aspecto antropogénico - RTP 120	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
		<p>representa un incremento significativo en el nivel de fragmentación de la región.</p> <p>Por otro lado, cabe mencionar que el proyecto también contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con lo cual se contribuiría a generar nichos ecológicos susceptibles de ser aprovechados por la fauna silvestre de la región.</p>
<p><b>Cambios en la densidad poblacional:</b></p> <p>El total de personas en asentamientos dentro y alrededor de la zona es de 23,740 habitantes de los cuales, 3,901 habitan dentro de ella; 6,449 viven alrededor de la reserva pero con predios forestales ubicados dentro de ésta; y 13,390 viven en los alrededores.</p>	<p><b>2 (bajo)</b></p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este aspecto.</p>
<p><b>Presión sobre especies clave:</b></p> <p>Se concentra sobre especies cinegéticas y/o en peligro (jaguar, ocelote, tapir) y otras consumidas localmente. Sobre caoba y cedro.</p>	<p><b>3 (alto)</b></p>	<p>En relación con este aspecto antropogénico, es importante señalar que durante la visita de campo no se registró la presencia de jaguar, ocelote o tapir. Por otro lado, para reducir al mínimo la afectación a la fauna silvestre, se contemplan distintas acciones y medidas entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla.</p> <p>En función de lo mencionado anteriormente, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, la ejecución del proyecto no representa una amenaza para la conservación de la biodiversidad de la región así</p>

Aspecto antropogénico - RTP 120	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
<p><b>Concentración de especies en riesgo:</b> Principalmente vertebrados.</p>	<p><b>3 (alto)</b></p>	<p>como tampoco significaría una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona.</p> <p>En relación con la fauna incluida en alguna categoría de riesgo durante la visita de campo, se registró la presencia de las siguientes especies en el área del proyecto las cuales se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: <i>Lithobates brownorum</i> (Sujeta a protección especial), <i>Rhinoclemmys areolata</i> (Amenazada), <i>Cathartes burrovianus</i> (Sujeta a protección especial) <i>Eupsittula nana</i> (Sujeta a protección especial).</p> <p>Asimismo, en el Sistema ambiental regional (SAR) se registró la presencia de las especies antes citadas y de las siguientes especies: <i>Iguana iguana</i> (Sujeta a protección especial), <i>Geranospiza caeruleascens</i> (Amenazada), <i>Leptodon cayanensis</i> (Sujeta a protección especial), <i>Rostrhamus sociabilis</i> (Sujeta a protección especial) y <i>Mycteria americana</i> (Sujeta a protección especial).</p> <p>Como parte de las medidas propuestas para prevenir y reducir al mínimo la afectación a las especies antes citadas, se encuentra la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la instalación de señalética para indicar la presencia y cruce de fauna silvestre, la instalación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la poda periódica de la vegetación a orillas de la carretera y la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con el cual se crearán nichos ecológicos nuevos que serán susceptibles de ser aprovechados por las especies antes citadas.</p>
<p><b>Prácticas de manejo inadecuado:</b> La explotación forestal puede mejorarse; se recomienda reimpulsar la producción chiclera.</p>	<p><b>2 (medio)</b></p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este aspecto antropogénico, toda vez que no pretende llevar a cabo alguna explotación forestal.</p>

A continuación, se presentan los aspectos de conservación que señala la ficha técnica de la RTP 151, así como su vinculación con el proyecto.

**.Tabla 16. Vinculación del proyecto con los aspectos de conservación de la RTP 151**

Aspecto de conservación - RTP 120	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
<p><b>Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado:</b></p> <p>714,000 ha son RB y son numerosas las reservas de ejidos forestales.</p>	<p><b>2 (medio)</b></p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este aspecto de conservación.</p>
<p><b>Importancia de los servicios ambientales:</b></p> <p>Secuestro de carbono</p>	<p><b>2 (medio)</b></p>	<p>En relación con este aspecto de conservación, el proyecto pretende la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con lo cual se contribuiría a aumentar los sumideros de carbono en la zona. Asimismo, respecto a los servicios ambientales, en función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como de las condiciones actuales que presenta el ecosistema en la zona; se considera que, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, la ejecución del mismo no representa una amenaza para el mantenimiento de los servicios ambientales que actualmente prestan los ecosistemas de la zona.</p>

### 3.2.6 Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad.

La definición de los SPTCB se realizó con base en el análisis de los elementos de la biodiversidad de interés para la conservación y los factores de presión que los amenazan. Los SPTCB están representados por hexágonos de 256km<sup>2</sup> y se clasifican en tres niveles de prioridad: alta, extrema y media. Los sitios categorizados como de prioridad extrema y alta son considerados como irremplazables y de mayor prioridad a escala nacional (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007). Es importante mencionar que más allá de la clasificación de los sitios en categorías de prioridad, los mismos no establecen criterios explícitos de conservación para cada una de las categorías. Respecto a los SPTCB el eje del proyecto y su área de influencia inciden en un hexágono de prioridad media, lo cual se puede apreciar en la siguiente figura.

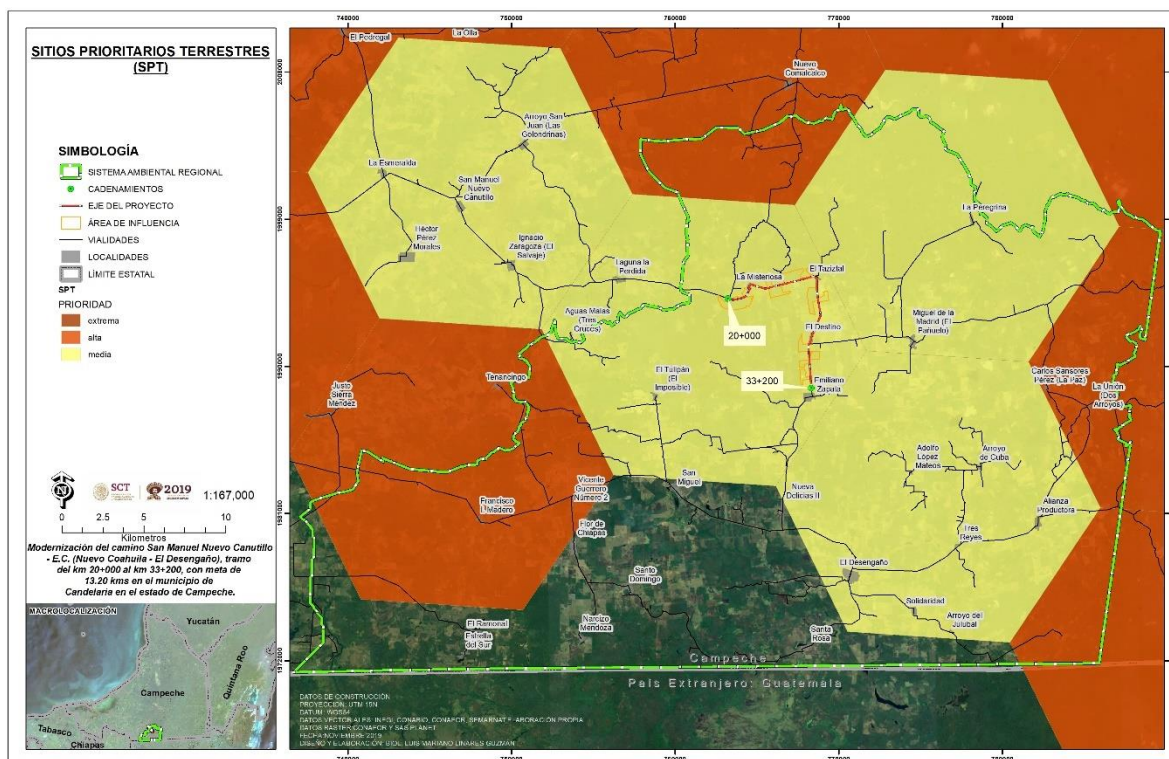


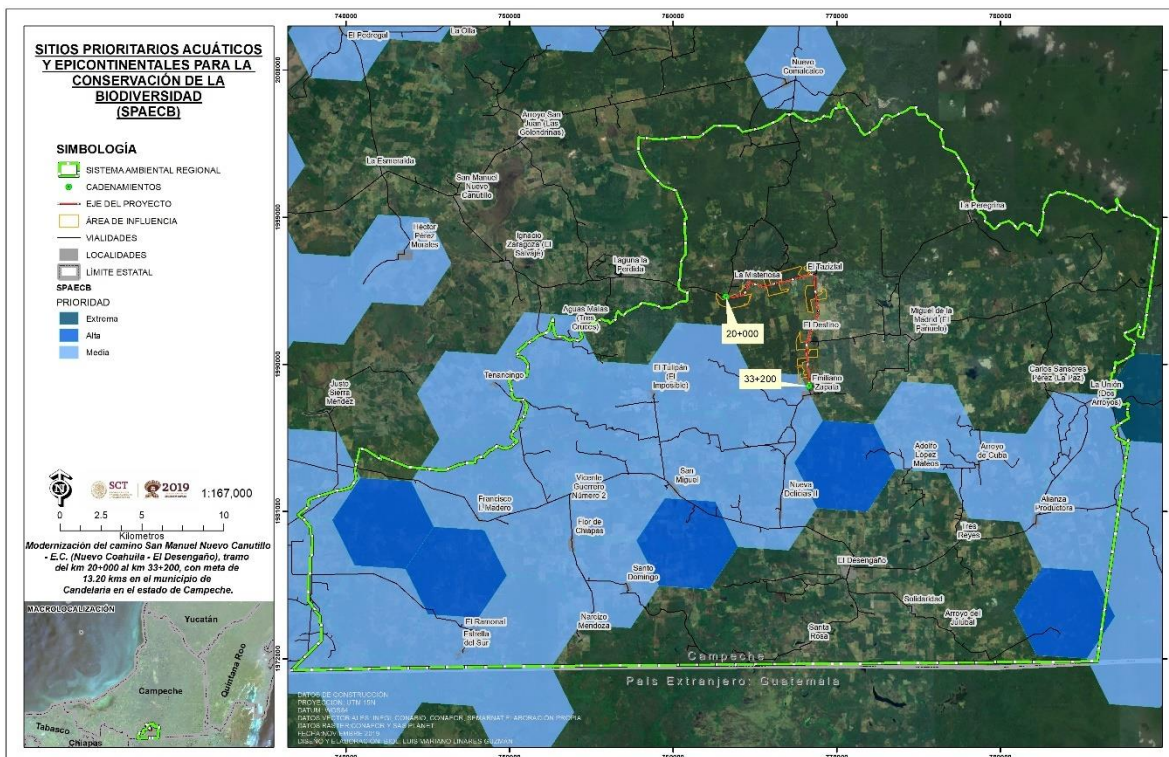
Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a los SPTCB.

**Vinculación con el proyecto:** En función de la ubicación características y alcances del proyecto, se considera que, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla; la ejecución del proyecto no representa una amenaza para la conservación de la biodiversidad de la región así como tampoco significaría una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona.

### 3.2.7 Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales para la Conservación de la Biodiversidad.

La identificación de los Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales para la Conservación de la Biodiversidad (SPAECB) en México se hizo en 7 grandes regiones hidrográficas con el objetivo de asignar valores a las diferencias ecológicas relevantes entre las regiones semiáridas y húmedas de México, y para conocer las características distintivas de los impactos humanos que representan las mayores amenazas a la biodiversidad. Los sitios acuáticos epicontinentales cubren el 28.8% del territorio nacional, del cual, el 15.8% se encuentra representados en las

áreas protegidas y 21.7% son sitios de extrema prioridad. La identificación de estos sitios contribuye a los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable de la biodiversidad acuática epicontinental, al tiempo de contribuir a guiar las estrategias y acciones de conservación in situ que coadyuven a su protección y rehabilitación como áreas clave por su biodiversidad acuática. De acuerdo con información publicada por la CONABIO-CONANP (2010), entre las amenazas que pesan sobre el equilibrio y conservación de los ecosistemas acuáticos, se encuentra el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación del recurso hídrico, la contaminación de cuerpos de agua, alteración de flujos de agua por presas, bordos y canales, así como la introducción accidental o deliberada de especies exóticas que causan graves impactos a los ecosistemas y desplazan a las especies nativas. Respecto a los SPAECB, una superficie menor del área de influencia del proyecto incide en un hexágono de prioridad media, tal como se puede ver en la figura siguiente.



**Figura 9. Ubicación del proyecto respecto a los SPAECB.**

**Vinculación con el proyecto:** En relación con la biodiversidad de los sitios acuáticos epicontinentales, es importante mencionar que el proyecto no incide sobre algún cuerpo de agua, cauce o escurrimiento hidrológico, y tampoco altera o modifica el comportamiento hidrológico de algún flujo ya sea este subterráneo y superficial. Por otro lado, con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos. Aunado a lo anterior, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas. En función de lo antes mencionado, así como

de las características y alcances del proyecto se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, la ejecución del mismo no representa una amenaza para los objetivos de conservación de la biodiversidad acuática epicontinental.

### 3.2.8 Convención Ramsar, Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.

Los Estados firmantes de esta convención, entre los cuales se encuentra México, reconocen que los humedales constituyen un recurso de inapreciable valor económico, cultural, científico y recreativo, cuya pérdida sería irreparable. Los humedales que cada parte contratante de la Convención inscribe en la lista de zonas húmedas de importancia internacional son sitios de interés internacional desde el punto de vista ecológico, botánico, zoológico, limnológico o hidrológico. Por otra parte, el artículo 4º de esta Convención establece que cada parte contratante deberá fomentar la conservación de las zonas húmedas y de las aves acuáticas, mediante la creación de reservas naturales en los humedales, estén o no inscritos en la lista de la Convención, atendiendo de manera adecuada su manejo y cuidado (UNESCO, 1971).

En relación con los sitios Ramsar, el proyecto no incide en alguno de ellos, siendo el más cercano al proyecto el sitio Ramsar denominado “Área de Protección de Flora y Fauna de Laguna de Términos”, el cual se encuentra a 87.3km en línea recta del límite más cercano del SAR definido para el proyecto. Lo anterior puede apreciarse en la figura siguiente.

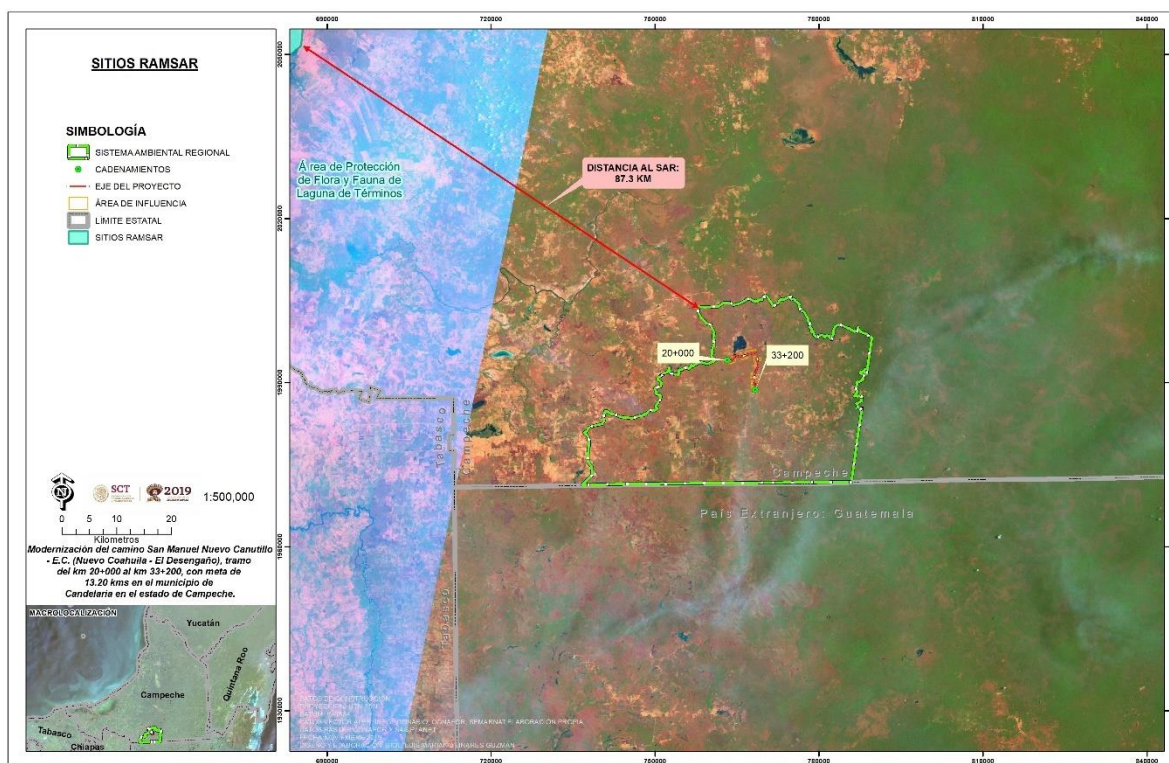


Figura 10. Ubicación del proyecto respecto al sitio Ramsar más cercano.



**Vinculación con el proyecto:** En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, este no presenta vinculación con el sitio Ramsar denominado “Área de Protección de Flora y Fauna de Laguna de Términos”.

### 3.2.9 Corredor Biológico Mesoamericano.

El Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) es una iniciativa de cooperación entre los 7 países centroamericanos y los estados del sur-sureste de México, para concertar y llevar a cabo de forma coordinada, un conjunto de actividades dirigidas a la conservación de la diversidad biológica y la promoción del desarrollo humano sostenible en sus territorios (CCAD-PNUD/GEF, 2002). De acuerdo con la CONABIO (2003) el Corredor Biológico Mesoamericano en México (CBMM) es el componente mexicano del proyecto regional, y tiene como propósito promover el uso sustentable y la conservación de la biodiversidad en corredores biológicos del sureste de México localizados en los estados de Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

En relación con el CBM, el proyecto se inserta en el corredor Calakmul - Bala'an K'aax, que es a su vez parte del corredor biológico de la selva Maya. Lo anterior puede apreciarse en la figura siguiente.

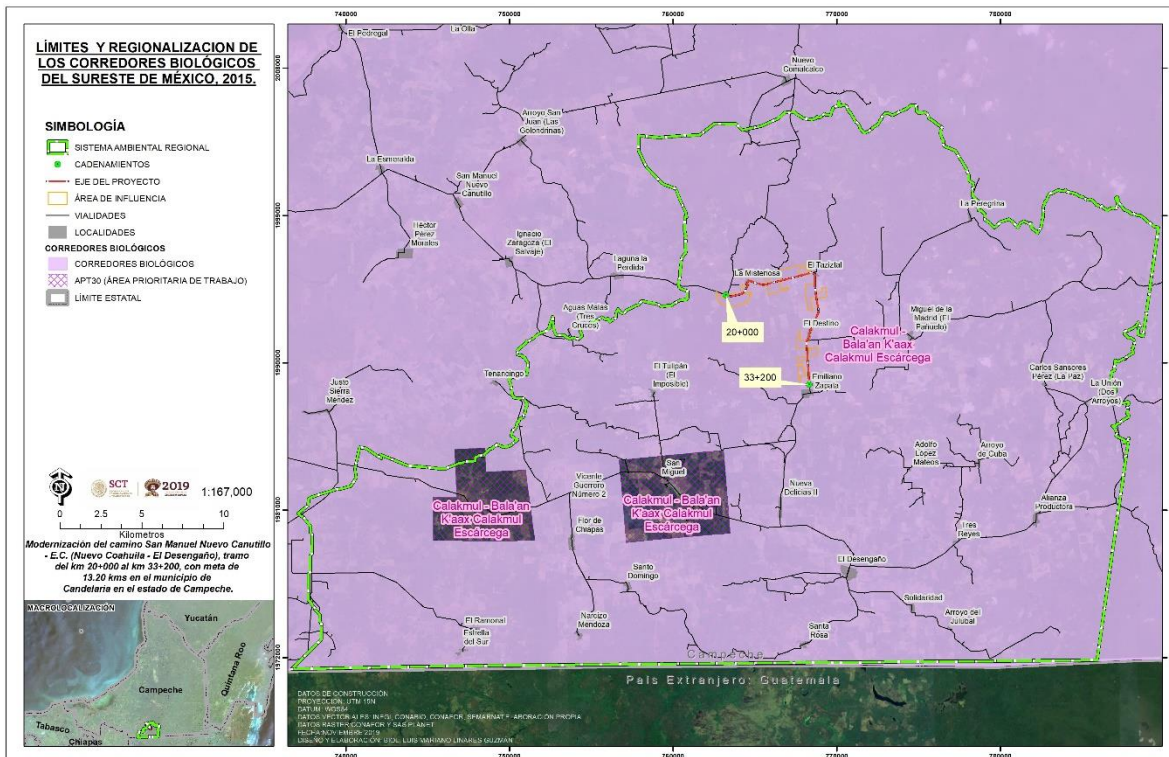


Figura 11. Ubicación del proyecto respecto al Corredor Biológico Mesoamericano.

**Vinculación con el proyecto:** En relación con el Corredor Biológica Mesoamericano, es importante mencionar que el proyecto no se refiere a la apertura de alguna carretera, sino a la modernización de un camino existente. Al mismo tiempo, el proyecto contempla la ejecución de medidas y acciones para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al

ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla. En función de lo anterior, así como del estado actual que presentan los ecosistemas en la zona del proyecto, se considera que siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas descritas en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental, la ejecución del proyecto no provocaría un incremento significativo en el nivel de fragmentación de la región y no representaría una amenaza para la conservación de la biodiversidad de la región así como tampoco significaría una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona. Por otro lado, cabe mencionar que el proyecto también contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con lo cual se contribuiría a generar nichos ecológicos susceptibles de ser aprovechados por la fauna silvestre de la región.

### **3.2.10 Sitios Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos.**

En junio de 2011, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Asociación Mexicana de Primatología, A.C. (AMP-AC) firmaron un convenio de colaboración para realizar estudios para orientar de manera efectiva las acciones para la protección de los primates de México. Como parte de dichos estudios, se compilaron y revisaron registros georreferenciados para generar modelos de distribución potencial de los primates mexicanos, los cuales son un elemento central para llevar a cabo la selección de sitios prioritarios para la conservación de los primates mediante el uso de herramientas de planeación sistemática para la conservación. Para validar los modelos y consensuar los criterios de priorización, se llevaron a cabo dos talleres con la participación de numerosos especialistas en el estudio de primates en México. La identificación de prioridades se realizó en tres regiones en función de las marcadas diferencias del estado de conservación de los hábitats de los monos aullador y araña (Tobón et al. 2012). En relación con los Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos, el proyecto y su área de influencia inciden en algunos de estos sitios, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

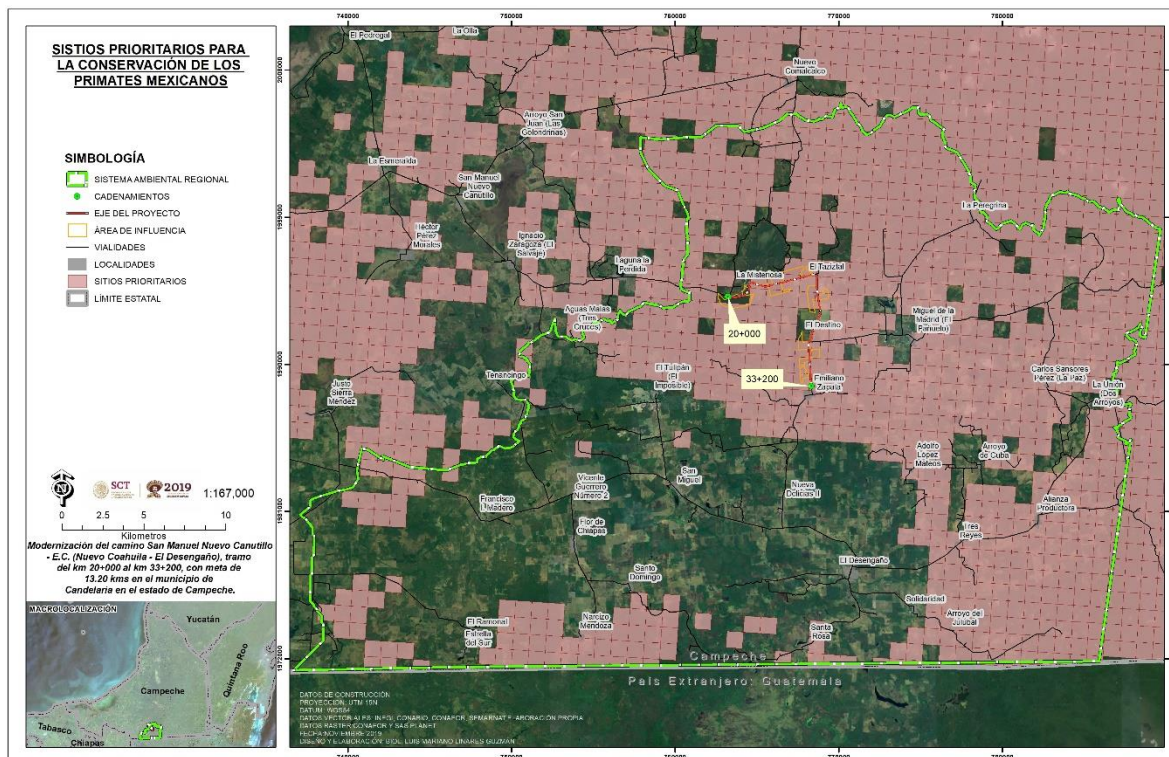


Figura 12. Ubicación del proyecto respecto a los Sitios Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos.

**Vinculación con el proyecto:** En relación con los primates mexicanos, es importante mencionar que durante la visita de campo no se registró la presencia de algún ejemplar de primate. Sin embargo, la presencia de estas especies es de probable ocurrencia en todo el sistema ambiental regional definido para el proyecto. Al mismo tiempo, considerando las características que presentan los ecosistemas en el área de influencia del proyecto, se considera muy poco probable la presencia de algún ejemplar de primate en las áreas del proyecto. No obstante, en caso de una extraordinaria actividad de estos en la zona del proyecto, se prevé la construcción en sitios estratégicos de dos pasos de fauna aéreos diseñados especialmente para facilitar el cruce de especies de primates sobre la carretera existente, los detalles de esta medida pueden consultarse en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental. Por otro lado, en relación con la conservación de los ecosistemas de la zona, se considera que siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones descritas en el capítulo VI de esta MIA-R, así como en función de las condiciones y características actuales del ecosistema en el área de influencia del proyecto; la ejecución de este no representa una amenaza para la conservación de la diversidad biológica en la región, y tampoco para el equilibrio funcional de los ecosistemas en el sistema ambiental regional.

### 3.3 Ordenamientos jurídicos aplicables.

#### 3.3.1 Leyes y Reglamentos Federales.

##### 3.3.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Esta Ley, es reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en lo que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Lo dispuesto por esta Ley es de orden público e interés social (LGEEPA, 1988).

Tabla 17. Vinculación del proyecto con la LGEEPA

Artículo - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 28.</b> La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p><b>I.-</b> Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.</p> <p><b>VII.-</b> Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.</p>	<p>En función de lo que señala este artículo en los incisos citados, así como de las características y alcances del proyecto se presenta esta manifestación de impacto ambiental modalidad regional, sin actividad altamente riesgosa.</p>
<p><b>Artículo 37 TER.</b> Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.</p>	<p>Durante el desarrollo del proyecto se deberá observar cabalmente lo que establecen las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental.</p>
<p><b>Artículo 110.</b> Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p><b>II.</b> Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</p>	<p>En observancia de lo dispuesto en este artículo se deberán reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos de las fuentes móviles que se usen durante la ejecución del proyecto. En este sentido, toda vez que la ejecución del proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y</p>

Artículo - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación con el proyecto
	<p>maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018).</p> <p>Por otro lado, es importante señalar que el proyecto no pretende la instalación ni operación de alguna fuente fija de emisiones de contaminantes de la atmósfera.</p>
<p><b>Artículo 113.</b> No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.</p>	<p>Se deberá evitar la emisión de contaminantes atmosféricos que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, observando lo que establece la LGEEPA, sus reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas que expide la Secretaría. Asimismo, en observancia de lo dispuesto por este artículo se deberán reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos de las fuentes móviles que se usen durante la ejecución del proyecto. En este sentido, toda vez que la ejecución del proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018).</p>
<p><b>Artículo 117.</b> Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país.</p>	<p>Para prevenir la contaminación de los cuerpos de agua presentes en la zona del proyecto se prevé la capacitación del personal involucrado en el mismo respecto a la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la</p>

Artículo - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación con el proyecto
<p>II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.</p>	<p>obligación de evitar depositar basura, residuos, lodos o desechos en los escurrimientos y cauces hidrológicos aledaños al proyecto, así como en cualquier otro lugar no autorizado para ello, esto para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos, lodos, o residuos contaminen y/o obstruyan cauces o cuerpos de agua.</p>
<p><b>Artículo 134.</b> Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</p> <p>III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;</p>	<p>Para prevenir la contaminación del suelo se prevé la colocación de contenedores con tapa en los distintos frentes de trabajo, para que el personal a pie de obra deposite en los mismos los residuos sólidos urbanos que genere, mismos que serán debidamente transportados y dispuestos en el sitio más cercano, autorizado por el municipio para tal efecto.</p> <p>Respecto a los residuos peligrosos, durante la ejecución del proyecto se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos. Por lo tanto, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos para su almacenamiento temporal, previo a la recolección por parte de una empresa autorizada por la Secretaría para tal efecto o a su transporte a un centro de acopio autorizado; esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento, toda vez que la generación se estima que será en el rango de microgenerador. El almacén temporal antes mencionado deberá cumplir con las características descritas en el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.</p> <p>Finalmente, en relación con los residuos de manejo especial, quedará prohibida la disposición de este tipo de residuos sobre la vegetación o en lugares donde pudieran</p>

Artículo - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación con el proyecto
	<p>obstruir algún flujo hidrológico superficial. Los residuos de manejo especial que se generen y que no puedan ser reutilizados en el proyecto, deberán ser debidamente transportados a un sitio de disposición autorizado para tal efecto. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, se pueden consultar a detalle en el capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
<p><b>Artículo 150.</b>                      Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.</p>	<p>Siempre que se generen residuos peligrosos, éstos deberán ser identificados y manejados de acuerdo con lo que establece la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que al respecto expide la Secretaría.</p> <p>El almacenamiento temporal de los residuos peligrosos que se generen, previo a su recolección por parte de una empresa autorizada por la Secretaría para tal efecto o a su transporte a un centro de acopio autorizado, esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento, toda vez que la generación se estima que será en el rango de microgenerador; deberá cumplir con las características descritas en el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.</p>
<p><b>Artículo 151.</b>                      La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.                      Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la</p>	<p>Siempre que se generen residuos peligrosos, se deberá avisar a la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento respectivo. En el caso de contratar los servicios de terceros para el manejo y disposición final, se deberá asegurar que dichas empresas estén debidamente autorizadas por la Secretaría para tal efecto.</p>

Artículo - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación con el proyecto
<p>Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.</p>	
<p><b>Artículo 155.</b> Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.</p>	<p>Toda emisión de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, así como contaminación visual, deberá ajustarse a los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que para cada efecto expida la Secretaría. Llevando a cabo las acciones preventivas y correctivas que fueren necesarias para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.</p>

### 3.3.1.1 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Este ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal (Reglamento LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, 2000).

**Tabla 18. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental**

Artículo - Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 5.</b> 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 o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e</p>	<p>La presente manifestación de impacto ambiental obedece a lo estipulado en el artículo, e incisos citados.</p>



Artículo - Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental	Vinculación con el proyecto
<p>infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales.</p> <p>O) Cambios de uso de suelo en áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.</p> <p>I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.</p>	
<p><b>Artículo 9.</b></p> <p>Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.</p>	<p>En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, se presenta esta manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, sin actividad altamente riesgosa.</p>
<p><b>Artículo 11.</b></p> <p>Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</p> <p>I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;</p>	<p>En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, se presenta esta manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional.</p> <p>De acuerdo con lo que establece el artículo 2 de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, en su inciso c), se entiende por caminos o carreteras aquellos que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios.</p>

### 3.3.1.1.2 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

El presente Reglamento, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en lo referente a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera. (Reglamento LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, 1988).

**Tabla 19. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.**

Artículo - Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 13.</b> Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p><b>II.</b> 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.</p>	<p>Se deberán reducir y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera que se generen por efecto de la ejecución del proyecto. En este sentido, y toda vez que la ejecución del proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018).</p> <p>Por otro lado, es importante mencionar que el proyecto no pretende la instalación ni operación de alguna fuente fija de emisión de contaminantes de la atmósfera.</p>
<p><b>Artículo 28.</b> Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.</p>	<p>Siempre que se emitan olores, gases, partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se deberá atender a los límites máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que la Secretaría expide a tal efecto, en coordinación con las secretarías de Economía y Energía.</p>

### 3.3.1.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

De acuerdo con lo que esta Ley establece en su artículo 1º, ésta es reglamentaria de lo que dispone la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo que se refiere a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de los residuos en el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen 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 (LGPGIR, 2003).

**Tabla 20. Vinculación del proyecto con la LGPGIR**

Artículo - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 16.</b> La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.</p>	<p>Los residuos peligrosos que se generen durante las distintas fases del proyecto se deberán identificar y clasificar de acuerdo con lo establecido por este artículo.</p>
<p><b>Artículo 22.</b> Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.</p>	<p>Se observará lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para determinar la clasificación de los residuos como peligrosos.</p>
<p><b>Artículo 40.</b> Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.</p>	<p>Se observará lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para determinar la clasificación de los residuos como peligrosos.</p>
<p><b>Artículo 41.</b> Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.</p>	<p>El manejo de los residuos que resulten clasificados como peligrosos se hará conforme a lo establecido en la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas. De la misma manera, siempre que se contraten los servicios de un gestor de residuos peligrosos, se deberá asegurar que éste cuente con la debida autorización vigente por parte de la Secretaría para proveer tal servicio.</p>
<p><b>Artículo 42.</b> Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores</p>	<p>Siempre que se contraten los servicios de empresas o gestores para el manejo de residuos peligrosos, se deberá cerciorar que dichas empresas cuentan con la debida autorización</p>

Artículo - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p>autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</p> <p>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</p>	<p>vigente expedida por la secretaria, para llevar a cabo ese servicio.</p>
<p><b>Artículo 43.</b></p> <p>Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.</p>	<p>Se deberá notificar a la Secretaría o a las autoridades estatales correspondientes cuando se generen o manejen residuos peligrosos.</p>
<p><b>Artículos 44.</b></p> <p>Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Grandes generadores;</li> <li>II. Pequeños generadores, y</li> <li>III. Microgeneradores.</li> </ol>	<p>De acuerdo con las características del proyecto, se podrán generar residuos considerados como peligrosos, en el rango de volumen que corresponde a un microgenerador (entre 1 y 400kg anuales). En este sentido, se deberá atender a las obligaciones que a esta clasificación corresponden.</p>
<p><b>Artículos 45.</b></p> <p>Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se</p>	<p>En lo que respecta a la identificación, clasificación y manejo de los residuos peligrosos que se generen se atenderá a estos artículos. Asimismo, al término de la actividad generadora de residuos peligrosos, se deberá dejar libres de residuos peligrosos y contaminación aquellas instalaciones en donde se hubieren generado y almacenado temporalmente dichos residuos.</p>

Artículo - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p>dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.</p>	
<p><b>Artículo 48.</b> Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijan las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables. El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.</p>	<p>En función de que la generación de residuos peligrosos durante el proyecto se estima será por debajo de lo 400kg anuales, y considerando lo que establece el Artículo 42, Fracción III del Reglamento de la presente Ley, el proyecto se categoriza como micro generador, en función de lo cual, puede transportar los residuos peligrosos que genere, debidamente embalados, a un centro de acopio autorizado, de acuerdo con lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento. Así mismo se deberá dar el aviso respectivo ante las autoridades competentes.</p>
<p><b>Artículo 54.</b> Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.</p>	<p>En todo momento, el manejo de los residuos peligrosos generados deberá evitar su mezcla.</p>
<p><b>Artículo 55.</b> La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos. Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final.</p>	<p>Los embalajes y envases que se utilicen para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos no deberán ser utilizados para un fin diferente al mismo. Asimismo, dichos envases y embalajes deberán ser manejados y dispuestos como residuos peligrosos cuando ya no se utilicen.</p>

Artículo - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p>En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.</p>	
<p><b>Artículo 56.</b> La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.</p>	<p>El almacén temporal de residuos peligrosos deberá cumplir con las características y tiempos que menciona el presente artículo.</p>
<p><b>Artículo 95.</b> 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.</p>	<p>En relación con los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se atenderá a lo que dispone este artículo respecto a la atención de las disposiciones que al efecto dicten las autoridades tanto estatales como municipales.</p>

### 3.3.1.2.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Este ordenamiento es reglamentario de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, siendo de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. La Secretaría ejercerá las atribuciones contenidas en el presente ordenamiento, incluidas las disposiciones relativas a la inspección, vigilancia y sanción, por conducto de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, cuando se trate de las obras, instalaciones o actividades de dicho sector y, cuando se trate de actividades distintas a dicho sector, la Secretaría ejercerá la atribuciones correspondientes a través de las unidades administrativas que defina su reglamento interior. (Reglamento LGPGIR, 2006).

**Tabla 21. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.**

Artículo - Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 35.</b> Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:</p> <p>I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;</p> <p>II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:</p> <p>a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; 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, y</p> <p>b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y</p> <p>III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.</p> <p>Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p>	<p>Se deberán identificar los residuos peligrosos de acuerdo con lo que establece el presente artículo.</p>

Artículo - Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 42.</b> Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:</p> <p>I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;</p> <p>II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y</p> <p>III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida. Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.</p>	<p>Toda vez que el volumen previsto de generación de residuos peligrosos es menor a los 400kg anuales, el proyecto se categoriza como microgenerador, en función de lo que establece este artículo.</p>
<p><b>Artículo 68.</b> Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente. Cuando se trate del cierre de la instalación, los generadores presentarán el aviso señalado en el párrafo anterior, proporcionando además la siguiente información:</p> <p>I. Los microgeneradores de residuos peligrosos indicarán solamente la fecha prevista para el cierre de sus instalaciones o suspensión de la actividad generadora de sus residuos o en su caso notificarán que han cerrado sus instalaciones.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta. Lo dispuesto en el presente artículo es aplicable para los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, con excepción de los que prestan el servicio de disposición final de este tipo de residuos.</p>	<p>Cuando se dejen de generar residuos peligrosos se deberá presentar ante la Secretaría el aviso correspondiente.</p>
<p><b>Artículo 83.</b> El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente:</p> <p>I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su</p>	<p>Cuando se generen residuos peligrosos y deban ser almacenados temporalmente, se deberá atender a los tiempos máximos y condiciones de almacenamiento que establece este artículo.</p>



Artículo - Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p>incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;</p> <p><b>II.</b> En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y</p> <p><b>III.</b> Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.</p>	
<p><b>Artículo 84.</b> Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.</p>	<p>El almacenamiento de residuos peligrosos de forma temporal no deberá exceder un periodo de 6 meses.</p>
<p><b>Artículo 85.</b> Los microgeneradores que decidan transportar en sus propios vehículos los residuos peligrosos que generen a un centro de acopio autorizado, deberán identificar claramente los residuos peligrosos, envasándolos o empaquetándolos en recipientes seguros que eviten cualquier tipo de derrame. El embarque de residuos peligrosos no deberá rebasar, por viaje y por generador, los 200 kilogramos de peso neto o su equivalente en otra unidad de medida.</p>	<p>Como microgenerador de residuos peligrosos se podrán transportar los residuos peligrosos en vehículos propios hacia un centro de acopio autorizado, debidamente envasados y etiquetados en recipientes seguros, sin exceder los 200 kilogramos por viaje.</p>
<p><b>Artículo 87.</b> Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.</p>	<p>Los envases utilizados para el manejo y transporte de los residuos peligrosos generados se reutilizarán siempre y cuando mantengan las características indispensables para evitar la liberación de los materiales y/o residuos peligrosos que debieran contener. Una vez terminada su vida útil, dichos envases deberán ser manejados y dispuestos como residuos peligrosos.</p>

### 3.3.1.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Esta Ley es reglamentaria del artículo 27 constitucional, sus disposiciones son de orden e interés público, así como de observancia general en todo el territorio nacional. El objeto de la LGDFS es regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, 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, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (LGDFS, 2018).

**Tabla 22. Vinculación del proyecto con la LGDFS**

Artículo-Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 3.</b> Son objetivos específicos de esta Ley: <b>VII.</b> Recuperar y desarrollar bosques en terrenos forestales degradados y terrenos preferentemente forestales, para que cumplan con la función de conservar suelos y aguas, además de dinamizar el desarrollo rural;</p>	<p>En relación con lo que dispone este artículo, se tiene contemplada la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas de la zona.</p>
<p><b>Artículo 4.</b> Se declara de utilidad pública: <b>I.</b> La conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales y sus elementos, así como de las cuencas hidrográficas, y <b>II.</b> La ejecución de obras destinadas a la conservación, restauración, protección y/o generación de bienes y servicios ambientales.</p>	<p>El proyecto no impacta de forma significativa al ecosistema forestal de la zona siempre y cuando se lleven a cabo las medidas de mitigación y compensación propuestas en el capítulo 6 de este estudio, así como las acciones de rescate y reubicación de fauna, y de reforestación. Así mismo deberán llevarse a cabo en tiempo y forma las acciones preventivas y en su caso correctivas para evitar la contaminación del suelo, agua y atmosfera. Dichas acciones coadyuvarían a la protección del ecosistema y a la conservación de los servicios ambientales que genera.</p>
<p><b>Artículo 7.</b> Para los efectos de esta Ley se entenderá por: <b>VI.</b> Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales; <b>LXXI.</b> Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales. No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se localice dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas. <b>LXXX.</b> Vegetación forestal: Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.</p>	<p>Toda vez que, para la ejecución del proyecto se requiere la remoción de vegetación en terrenos forestales, se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente Estudio Técnico Justificativo (ETJ), en observancia de lo que establecen las fracciones citadas.</p>

### 3.3.1.4 Ley General de Vida Silvestre.

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) es de orden público e interés social, su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en relación con la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción (LGVS, 2000).

**Tabla 23. Vinculación del proyecto con la LGVS.**

Artículo - Ley General de Vida Silvestre.	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 4.</b> Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.</p>	<p>Todo el personal involucrado en el proyecto, en todas sus fases, será instruido para que observe una actitud de respeto hacia la vida silvestre, evitando cualquier acto que la destruya, dañe o perturbe. Para cumplir con esto, se llevará a cabo una capacitación ambiental que se impartirá al personal involucrado en el proyecto.</p>
<p><b>Artículo 5.</b> El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.</p>	<p>En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que el mismo no representa una amenaza para la diversidad biológica y funcionalidad del ecosistema en que se inserta, siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas de mitigación y compensación de los impactos negativos generados por el proyecto sobre el ambiente natural. Asimismo, deberán llevarse a cabo en tiempo y forma las acciones encaminadas a prevenir y reducir al mínimo la generación de contaminantes al aire, agua y suelo.</p> <p>En relación con la fauna, se contempla la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna y la instalación de señalética ambiental de presencia y cruce de fauna silvestre, entre otras acciones que pueden consultarse a detalle en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental.</p>
<p><b>Artículo 122.</b> Son infracciones a lo establecido en esta Ley:</p> <p><b>I.</b> Realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley.</p> <p><b>XXIII.</b> Realizar actos que contravengan las disposiciones de trato digno y respetuoso a la fauna silvestre, establecidas en la presente Ley y en las disposiciones que de ella se deriven.</p>	<p>En relación con lo que establece este artículo se instruirá al todo el personal a pie de obra, para que conozca la responsabilidad y obligación de evitar en todo momento realizar actos u omisiones que resultasen en alguna de las infracciones establecidas por este artículo.</p>

### 3.3.1.5 Ley de Aguas Nacionales.

Esta ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales. Sus disposiciones son de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, así como de carácter de público e interés social. El objeto de la Ley de Aguas Nacionales es regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su control y distribución, así como la preservación de su calidad y cantidad para lograr su desarrollo integral sustentable (LAN, 1992). A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

**Tabla 24. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.**

Artículo - Ley de Aguas Nacionales.	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 86 BIS 2.</b> Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se instruirá a todo el personal involucrado en el proyecto para que el mismo evite arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales: basura, materiales, lodos u otros desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, pudieran contaminar las aguas de los cauces aledaños, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos por las Normas Oficiales Mexicanas respectivas.</p> <p>Por otro lado, es importante mencionar que no se pretende la descarga de aguas residuales, ni contaminantes en el suelo, subsuelo, corrientes o depósitos de agua. Asimismo, se instruirá al personal involucrado en el proyecto para que observe una conducta de ahorro y uso eficiente del agua en los procesos en los que ésta sea necesaria.</p>

### 3.3.1.6. Ley General de Cambio Climático.

De acuerdo con lo que establece en su artículo 1, la presente Ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. El objeto de esta Ley es establecer las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico. (LGCC, 2012). A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

**Tabla 25. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.**

Artículo - Ley General de Cambio Climático	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 26.</b> En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:</p>	<p>En observancia a lo que establece este artículo, y como medida para reducir al mínimo la emisión de contaminantes, así como los</p>

Artículo - Ley General de Cambio Climático	Vinculación con el proyecto
<p><b>VIII.</b> Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;</p> <p><b>XI.</b> Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y</p> <p><b>XII.</b> Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales.</p>	<p>impactos negativos sobre el ambiente, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma las medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos al ambiente que se describen en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.</p>

### 3.3.1.7 Normas Oficiales Mexicanas.

De acuerdo con la fracción XI del artículo 3 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas son “regulaciones técnicas de observancia obligatoria, expedidas por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación”(Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 1992). A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas que resultan aplicables.

**Tabla 26. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas**

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
<p><b>NOM-080-SEMARNAT-1994.</b> Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido, proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.</p>	<p>En observancia de lo que establece la presente norma, deberá realizarse el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo que sea necesario a los vehículos que se utilicen para el desarrollo del proyecto, con el fin de cumplir con los límites máximos de emisión de ruido establecidos en esta norma.</p>
<p><b>NOM-041-SEMARNAT-2015.</b> Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</p>	<p>Se deberá realizar el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo que resulte necesario a los vehículos que se utilicen, para cumplir lo establecido en esta norma.</p>
<p><b>NOM-045-SEMARNAT-2017.</b> Norma Oficial Mexicana, Protección Ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como</p>	<p>Deberá realizarse el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo, a todos los vehículos que utilicen diésel como</p>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	combustible, para cumplir establecido en esta norma.
<p><b>NOM-050 SEMARANT-2018.</b> Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.</p>	<p>Se deberá realizar el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo a los vehículos que utilicen gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos como combustible, para que las emisiones de gases contaminantes que emitan se encuentren por debajo de los límites máximos permitidos por esta norma.</p>
<p><b>NOM-052-SEMARNAT-2005.</b> Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</p>	<p>Siempre que se generen residuos peligrosos, se atenderá en todo momento al manejo, transporte y disposición que marca esta norma.</p>
<p><b>NOM-054- SEMARNAT-1993.</b> Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.</p>	<p>Siempre que se generen residuos peligrosos, se deberá atender a las determinaciones de incompatibilidad entre dichos residuos, establecidas en la presente norma, para un correcto manejo, transporte y almacenamiento.</p>
<p><b>NOM-059-SEMARNAT-2010.</b> Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.</p>	<p>En el caso de la flora, durante la visita de campo se registró la presencia de la especie <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro rojo), la cual se encuentra sujeta a protección especial. En relación con esta especie, se pretende el rescate de germoplasma forestal.</p> <p>Respecto a la fauna, durante la visita campo se registró la presencia de las siguientes especies.</p> <p><b>Anfibios:</b> <i>Lithobates brownorum</i> (Rana leopardo) – <b>Sujeta a Protección Especial.</b></p> <p><b>Reptiles:</b> <i>Rhinoclemmys areolata</i> (tortuga mojina de monte) – <b>Amenazada.</b> <i>Iguana iguana</i> (Iguana verde) – <b>Sujeta a Protección Especial.</b></p> <p><b>Aves:</b> Cathartes burrovianus (Zopilote sabanero)- <b>Sujeta a Protección Especial.</b> Geranospiza caerulescens (Gavilán zancón) – <b>Amenazada.</b> Leptodón cayanensis (Gavilán cabeza gris) – <b>Sujeta a Protección Especial.</b></p>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
	<p><i>Rostrhamus sociabilis</i> (Gavilán caracolero) – <b>Sujeta a Protección Especial.</b></p> <p><i>Mycteria americana</i> (Cigüeña americana) – <b>Sujeta a Protección Especial.</b></p> <p><i>Eupsittula nana</i> (Perico pecho sucio) – <b>Sujeta a Protección Especial.</b></p> <p>Como medida de protección de las especies arriba citadas, se prevé la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla, entre otras medidas. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de esta MIA.</p> <p>Asimismo, es importante mencionar que con la ejecución del programa de reforestación con especies nativas que se pretende llevar a cabo, se contribuiría a la creación de nuevos nichos ecológicos en la zona, los cuales podrían ser aprovechados por las especies arriba citadas.</p> <p>En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como del estado actual del ecosistema en que el mismo se inserta, se considera que, siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, el mismo no representa una amenaza para las poblaciones de las especies arriba citadas.</p>

### 3.3.2 Leyes y Reglamentos Estatales.

#### 3.3.2.1 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.

De acuerdo con lo que establece su artículo 1º, esta ley es de orden público e interés social; sus disposiciones son de observancia obligatoria en el territorio del Estado y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para la preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección y mejoramiento del ambiente, conforme a las facultades que se derivan de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y disposiciones que de la misma emanen. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las disposiciones de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.

**Tabla 27. Vinculación del proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.**

Artículo - Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 80.</b> Para la protección de la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. La calidad del aire debe de ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del Estado; y</p> <p>II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, y toda vez que la ejecución del proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018 y NOM-167-SEMARNAT-2017).</p> <p>Es importante señalar que el proyecto no pretende la instalación ni operación de alguna fuente fija de emisiones de contaminantes de la atmósfera.</p>
<p><b>Artículo 81.</b> Para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, se atenderán las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría Federal.</p>	<p>Durante el desarrollo del proyecto se deberá observar cabalmente lo que establecen las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental.</p>
<p><b>Artículo 84.</b> No podrán emitirse contaminantes a la atmósfera, generados en el territorio de la Entidad, que ocasionen o puedan ocasionar daños al ambiente o desequilibrios ecológicos. En todas las emisiones a la atmósfera se deberán observar las previsiones</p>	<p>Se deberá evitar la emisión de contaminantes atmosféricos que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, observando lo que establece la LGEEPA, sus reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas que expide la Secretaría.</p>



Artículo - Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.	Vinculación con el proyecto
<p>de la Ley General, del presente ordenamiento, de sus disposiciones reglamentarias, así como de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación.</p>	<p>Asimismo, en observancia de lo dispuesto por este artículo se deberán reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos de las fuentes móviles que se utilicen durante la ejecución del proyecto.</p> <p>En este sentido, toda vez que la ejecución del proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018).</p>
<p><b>Artículo 89.</b> Los propietarios o poseedores de vehículos automotores que circulen en el territorio del Estado deberán verificar en forma periódica sus vehículos, mediante los sistemas y en los lugares que al efecto se establezcan, con el propósito de controlar las emisiones contaminantes.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se deberá realizar el mantenimiento necesario a los vehículos automotores que se utilicen, para asegurar que los mismos no rebasan los límites permitidos de emisión de contaminantes atmosféricos establecidos en la normatividad aplicable.</p>
<p><b>Artículo 93.</b> Para la prevención y control de la contaminación del agua se consideran los siguientes criterios:</p> <p>I. La prevención y el control de la contaminación del agua es fundamental, para evitar que se reduzca su disponibilidad, así como para proteger los ecosistemas del Estado;</p> <p>II. Corresponde al Estado, a sus Municipios y a la sociedad, prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;</p> <p>V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se instruirá al personal involucrado en el proyecto para que evite en todo momento, arrojar o depositar en cuerpos de agua y zonas federales: basura, materiales, lodos y/o desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre puedan contaminar los cauces y aguas de la zona. En este sentido, se capacitará al personal involucrado en el proyecto respecto a la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, lodos, residuos o desechos en el suelo, así como en cualquier lugar no autorizado para ello.</p> <p>Se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su</p>

Artículo - Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 110.</b> No podrán emitirse ruidos, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, ni olores que rebasen los límites máximos contenidos en los reglamentos y normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría Federal.</p>	<p>recolección por parte de los servicios de limpia.</p> <p>Siempre que se genere ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, olores, vapores, gases y/o contaminación visual; se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas para asegurar que dichas emisiones no rebasan los límites máximos permisibles establecidos para tal efecto por las Normas Oficiales Mexicanas y en los criterios y normas técnicas estatales que a tal efecto resulten aplicables.</p> <p>Cabe destacar que, como medida de prevención, se prohibirá la generación de ruido en horario nocturno (22:00 p. m. a 6:00 a. m.). Asimismo, se verificará que los vehículos utilizados para los fines del proyecto cumplan con los límites de emisión de ruido establecidos en la norma NOM-080-SEMARNAT-1994. La totalidad de las medidas preventivas para reducir la emisión de ruido pueden ser consultadas en el capítulo VI esta MIA.</p>
<p><b>Artículo 112.</b> En la construcción de obras, instalaciones, o en la realización de actividades que generen ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y olores, deberán llevarse a cabo las acciones preventivas y correctivas necesarias para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes.</p>	<p>Siempre que se genere ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, olores, vapores, gases y/o contaminación visual; se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas para asegurar que dichas emisiones no rebasan los límites máximos permisibles establecidos para tal efecto por las Normas Oficiales Mexicanas y en los criterios y normas técnicas estatales que a tal efecto resulten aplicables.</p>
<p><b>Artículo 128.</b> En el manejo y disposición final de residuos sólidos no peligrosos se deberá prevenir:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. La contaminación del suelo;</li> <li>II. Las alteraciones en el proceso biológico de los suelos;</li> <li>III. Las alteraciones en el suelo, que afecten su aprovechamiento, uso o explotación; y</li> <li>IV. Los riesgos de daños a la salud pública.</li> </ol>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se contemplan distintas acciones para evitar y reducir al mínimo la contaminación del suelo, entre las que se encuentra la colocación de contenedores con tapa para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.</p> <p>Asimismo, se prevé la capacitación del personal involucrado en el proyecto respecto a la importancia y responsabilidad de reducir</p>

Artículo - Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.	Vinculación con el proyecto
	al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, lodos, residuos o desechos en el suelo, así como en cualquier lugar no autorizado para ello. Lo anterior para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos o residuos contaminen algún cauce o cuerpo de agua en la zona.

### ***3.3.2.2 Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos de Campeche.***

De acuerdo con lo que esta ley establece en su artículo 1º, la misma es de observancia general y obligatoria en todo el territorio del Estado de Campeche, sus disposiciones son de orden público e interés social. La presente Ley aplica a los Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligroso en el ámbito estatal que se generen, dispongan y depositen en el territorio del Estado de Campeche, así como a los suelos que se contaminan por el contacto con dichos residuos y a todas las personas físicas o morales que se encuentren en el territorio del Estado de Campeche que generen o hayan generado, dispuesto, tratado, acopiado, almacenado, reutilizados, transformado, remanufacturado o depositado hasta su disposición final residuos, o contaminado suelos en el territorio del Estado.

**Tabla 28. Vinculación del proyecto con la Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos del de Campeche**

Artículo - Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos de Campeche.	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 7.</b> Es responsabilidad de los productores de bienes y de los consumidores el controlar la cantidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen como subproducto del consumo.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo se prevé instruir al personal involucrado en el proyecto respecto a la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, lodos, residuos o desechos en el suelo, así como en cualquier lugar no autorizado para ello. Lo anterior para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos o residuos contaminen algún cauce o cuerpo de agua en la zona. Al mismo tiempo, se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al</p>

<p><b>Artículo - Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos de Campeche.</b></p>	<p><b>Vinculación con el proyecto</b></p>
<p><b>Artículo 21.</b> Son Residuos Peligrosos aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que establece la Ley General.</p>	<p>sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpieza.</p> <p>Durante la ejecución del proyecto se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos. Por lo tanto, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con las características que establece el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.</p> <p>El manejo de los residuos que resulten clasificados como peligrosos se hará conforme a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas. De la misma manera, siempre que se contraten los servicios de un gestor de residuos peligrosos, se deberá asegurar que éste cuente con la debida autorización vigente por parte de la Secretaría para proveer tal servicio.</p>
<p><b>Artículo 23.</b> Las personas consideradas como Microgeneradores de Residuos Peligrosos están obligadas a registrarse ante la Secretaría; sujetarse a los planes de manejo de los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades del gobierno del Estado y de los Municipios; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.</p> <p>El control de los Microgeneradores de Residuos Peligrosos corresponderá a la Secretaría, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 de la Ley General.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se deberá realizar el registro correspondiente ante la Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambio Climático de Campeche.</p>

<p><b>Artículo - Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos de Campeche.</b></p>	<p><b>Vinculación con el proyecto</b></p>
<p><b>Artículo 29.</b> Es obligación de toda persona física o moral generadora de residuos sólidos urbanos:</p> <p>I. Participar en los planes y programas que establezcan las autoridades competentes para facilitar la prevención y reducción de la generación de residuos sólidos urbanos;</p> <p>II. Conservar limpias las vías públicas y áreas comunes;</p> <p>IV. Separar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en orgánicos e inorgánicos, y entregarlos para su recolección de acuerdo a lo que establezcan los Reglamentos Municipales o el de la presente Ley;</p> <p>VI. Cumplir con las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas aplicables en su caso;</p> <p>VII. Almacenar los residuos correspondientes con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas o los ordenamientos jurídicos del Estado, a fin de evitar daños a terceros y facilitar su recolección;</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se deberá participar en los planes y/o programas que hayan sido establecidos por las autoridades competentes para prevenir y reducir la generación de residuos sólidos urbanos. Por otro lado, se contempla la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, lodos, residuos o desechos en el suelo, así como en cualquier lugar no autorizado para ello. Lo anterior para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos o residuos contaminen algún cauce o cuerpo de agua en la zona.</p> <p>Para prevenir la contaminación de la zona y la proliferación de fauna nociva, se dispondrán contenedores con tapa para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido que genere, así como de manera separada deposite los residuos orgánicos que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.</p>
<p><b>Artículo 39.</b> Los Generadores de Residuos Peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos como peligrosos de conformidad con las disposiciones contenidas Ley General y en su Reglamento, así como en las Normas Oficiales Mexicanas.</p> <p>En cualquier caso, los microgeneradores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.</p>	<p>El manejo de los residuos que resulten clasificados como peligrosos se hará conforme a lo establecido en la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas. De la misma manera, siempre que se contraten los servicios de un gestor de residuos peligrosos, se deberá asegurar que éste cuente con la debida autorización vigente por parte de la Secretaría para proveer tal servicio. generadora de residuos peligrosos, se deberá dejar libres de residuos peligrosos y contaminación aquellas instalaciones en donde se hubieren generado y almacenado temporalmente dichos residuos.</p>
<p><b>Artículo 74.</b> En relación con la generación, manejo y disposición final de residuos, se prohíbe:</p> <p>I. Verter residuos en las vías o lugares públicos, lotes baldíos, barrancas, cañadas, redes de drenaje, cableado eléctrico o telefónico, instalaciones de</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se contempla la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la</p>

<p><b>Artículo - Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos de Campeche.</b></p>	<p><b>Vinculación con el proyecto</b></p>
<p>gas, cuerpos de agua, cavidades subterráneas, áreas naturales protegidas o áreas privadas de conservación, así como en todo lugar no autorizado para tales fines;</p> <p>II. Incinerar residuos a cielo abierto, utilizarlos en calderas u otros equipos de combustión o dar tratamiento a residuos sin la autorización correspondiente;</p> <p>III. Tratar o disponer finalmente de residuos en áreas no destinadas para dichos fines;</p>	<p>obligación de evitar depositar basura, lodos, residuos o desechos en el suelo, así como en cualquier lugar no autorizado para ello. Lo anterior para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos o residuos contaminen algún cauce o cuerpo de agua en la zona.</p> <p>Para prevenir la contaminación de la zona y la proliferación de fauna nociva, se dispondrán contenedores con tapa para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido que genere, así como de manera separada deposite los residuos orgánicos que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.</p> <p>Se instruirá al personal a pie de obra para que evite en todo momento encender fogatas o quemar basura o vegetación. El uso del fuego quedará prohibido para el personal y no se utilizará para ninguna etapa ni actividad del proyecto.</p>
<p><b>Artículo 83.</b> Será competencia de esta Ley regular los residuos peligrosos generados por los microgeneradores, o los establecimientos que generen hasta 400 kilogramos de residuos peligrosos al año.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, y toda vez que se estima que el proyecto genere una cantidad menor de 400kg al año de residuos peligrosos; el mismo, se sujetará a las regulaciones establecidas por el Gobierno del Estado de Campeche para los microgeneradores de residuos peligrosos.</p>
<p><b>Artículo 84.</b> Se deberán manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquellas que sean incompatibles entre sí en términos de las Normas Oficiales Mexicanas.</p>	<p>Se prohibirá la mezcla y dilución de residuos que puedan constituir un riesgo para la salud pública.</p> <p>Se deberá atender a las determinaciones de incompatibilidad entre dichos residuos, establecidas en la NOM-054- SEMARNAT-1993, para un correcto manejo, transporte y almacenamiento.</p>
<p><b>Artículo 85.</b> Los residuos peligrosos se deberán almacenar en envases o tambos cerrados y en un área que reúna las condiciones adecuadas: señalización, ventilación, sistema contra incendios o extintor, dique o sistema de contención en su caso.</p>	<p>El almacén temporal antes mencionado deberá cumplir con las características necesarias para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.</p>

<p><b>Artículo - Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos de Campeche.</b></p>	<p><b>Vinculación con el proyecto</b></p>
<p><b>Artículo 86.</b> Los envases que contengan residuos peligrosos se deberán identificar con rotulas que señalen su nombre, características, nombre, número telefónico y dirección del generador para reportar emergencias y fecha de envasado del residuo. Los residuos peligrosos serán responsabilidad del generador desde su generación hasta su disposición final.</p>	<p>Los embalajes y envases que se utilicen para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos no deberán ser utilizados para un fin diferente al mismo. Asimismo, dichos envases y embalajes deberán ser manejados y dispuestos como residuos peligrosos cuando ya no se utilicen.</p>
<p><b>Artículo 88.</b> Para transportar residuos peligrosos por si solos, los microgeneradores deberán contar con permiso de la Secretaría, o en caso de no transportarlos el propio microgenerador deberá contratar a las empresas autorizadas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaria de Comunicaciones y Transportes para tal fin.</p>	<p>Si el promovente decide transportar los residuos peligrosos que genere, deberá obtener previamente el permiso de la Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambio Climático de Campeche.</p>

<b>CAPITULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.</b>	<b>7</b>
4.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.	7
4.1.1 Delimitación del SAR	7
4.1.1.1 Introducción.	7
4.1.1.2 Metodología	8
4.1.1.3 Resultados	12
4.1.2 Delimitación del Área de influencia	13
4.1.2.1 Introducción.	13
4.1.2.2 Metodología.	14
4.1.2.3 Resultados	17
4.2 Caracterización y análisis del Sistema ambiental regional	18
4.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.	18
4.2.1.1 Medio abiótico	18
4.2.1.2. Medio biótico	45
4.2.1.4 Medio socioeconómico	179
4.2.1.5 Paisaje	182
4.3 Diagnóstico ambiental	190
4.3.1 Ponderación de factores ambientales.	190
4.3.1.1 Metodología	190
4.3.1.2 Resultados	193
4.3.1.3 Conclusión	196



### *Índice de figuras*

Figura 1. Georreferenciación del proyecto.	8
Figura 2. POEGT	9
Figura 3. Ordenamientos ecológicos locales del estado de Campeche	9
Figura 4. Áreas naturales federales, estatales, municipales, ejidales y privadas.	10
Figura 5. Geomorfología (Provincia Fisiográfica).	10
Figura 6. Hidrología superficial	11
Figura 7. Límites del marco geoestadístico.	11
Figura 8. Sobreposición de poligonales relevantes.	12
Figura 9. Sistema Ambiental Final.	13
Figura 10. Polígonos buffers delimitados para el proyecto, polígono de 45m en color rojo y polígono de 635m en color naranja.	17
Figura 11. Polígono final del área de influencia en color amarillo y el eje del proyecto en color verde.	18
Figura 12. Distribución espacial de climas dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	20
Figura 13. Precipitación media anual dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	21
Figura 14. Temperatura media anual dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	22
Figura 15. Distribución espacial de geología dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	25
Figura 16. Topoformas dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	26
Figura 17. Planicies observadas dentro del SAR	27
Figura 18. Provincia fisiográfica dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	29
Figura 19. Subprovincia fisiografía dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	30
Figura 20. Distribución espacial de los suelos dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	32
Figura 21. Hidrología superficial dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	34
Figura 22. Distribución espacial de microcuencas dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	35
Figura 23. Cuerpos de agua observados dentro del SAR. Ningún cuerpo de agua se encuentra en el área de proyecto será afectado.	36
Figura 24. Hidrología subterránea dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	37
Figura 25. Acuífero dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	38
Figura 26. Ecurrimiento medio anual en el SAR. Consultar anexo cartográfico.	41
Figura 27. Condiciones actuales y su influencia para las condiciones del aire en la región.	45

Figura 28. Ejemplo que indica las áreas del SAR a partir de los límites del derecho de vía del proyecto.	137
Figura 29. Localización general de los recorridos realizados para la búsqueda de anfibios y reptiles en el eje del proyecto y el sistema ambiental regional.	138
Figura 30. Ejemplo de microhábitats para la búsqueda de anfibios y reptiles.	139
Figura 31. Búsquedas activas de anfibios y reptiles durante las visitas de campo.	139
Figura 32. Equipo básico de campo para el muestreo de anfibios y reptiles.	140
Figura 33. Localización de los puntos de conteo para la búsqueda aves en el eje del proyecto y el sistema ambiental regional.	141
Figura 34. Ejemplo de toma de registros de aves mediante el uso de cámaras profesionales.	141
Figura 35. Equipo básico de campo para el muestreo de aves.	142
Figura 36. Localización general de los recorridos realizados para la búsqueda de mamíferos en el eje del proyecto y el sistema ambiental regional, además de la ubicación de las fototampas instaladas.	142
Figura 37. Equipo básico de campo para el muestreo de mamíferos.	143
Figura 38. Ejemplo de registros de mamíferos.	144
Figura 39. Ejemplo de la instalación de algunas fototampas para el registro de mamíferos.	145
Figura 40. Especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. A: <i>Iguana iguana</i> ; B: <i>Rhinodemys areolata</i> ; C: <i>Lithobates brownorum</i> .	148
Figura 41. Distribución espacial de las especies de herpetofauna registradas en campo.	150
Figura 42. Especies registradas en campo bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. A: <i>Cathartes burrovianus</i> ; B: <i>Geranospiza caerulescens</i> ; C: <i>Leptodon cayanensis</i> ; D: <i>Rostrhatum sociabilis</i> ; E: <i>Mycteria americana</i> ; F: <i>Eupsittula nana</i> .	155
Figura 43. Especies exóticas registradas en campo. A: <i>Bubulcus ibis</i> ; B: <i>Columba livia</i> ; C: <i>Streptopelia decaocto</i> .	156
Figura 44. Especies de mamíferos registrados en campo. A: <i>Sylvilagus floridanus</i> ; B: <i>Procyon lotor</i> ; C: <i>Nasua narica</i> ; D: <i>Didelphis marsupialis</i> ; E: <i>Urocyon cinereoargenteus</i> .	164
Figura 45. Distribución espacial de las especies de mamíferos registrados en campo.	166
Figura 46. Registro de ejemplares de anfibios, aves y mamíferos atropellados y colisionados en la carretera actual donde se inserta el proyecto. A y B: <i>Incilius valliceps</i> ; C: <i>Lithobates brownorum</i> ; D: <i>Rhinoclemmys areolata</i> cruzando la carretera; E: <i>Volatinia jacarina</i> ; F: <i>Poliophtila caerulea</i> ; G: <i>Didelphis marsupialis</i> ; H: <i>Nasua narica</i> .	169
Figura 47. Distribución potencial como sitios prioritarios para primates <i>Alouatta pigra</i> y <i>Ateles geoffroyi</i> en el SAR. Se incluyen los registros históricos de ambas especies dentro del SAR. Fuente: GBIF (Global Biodiversity Information Facility) y CONABIO.	171
Figura 48. Localización espacial de los sitios de evaluación del paisaje.	185

Figura 49. Sitios degradados en las orillas de la carretera actual, donde se observan grandes extensiones de pastizales inducidos.	187
Figura 50. Sitios con cierto grado de conservación en las orillas de la carretera actual.	188
Figura 51. Cuerpos de agua registrados en las orillas de la carretera actual durante los recorridos.	189
Figura 52. Ubicación espacial de los sitios de evaluación para el diagnóstico ambiental.	193
Figura 53. Áreas con una importante cubierta vegetal a orillas de la carretera actual.	195
Figura 54. Áreas modificadas para actividades agropecuarias a orillas de la carretera actual.	195

### *Índice de gráficas*

Gráfica 1. Distancias por impactos posibles por el proyecto.	16
Gráfica 2. Emisiones registradas para el municipio de Candelaria	44
Gráfica 3. Riqueza de especies de vertebrados terrestres en el eje del proyecto y el SAR.	146
Gráfica 4. Curvas de acumulación de especies de herpetofauna para el eje del proyecto. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons: especies dobles; ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.	151
Gráfica 5. Curvas de acumulación de especies de herpetofauna para el SAR. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons: especies dobles; ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.	152
Gráfica 6. Curvas de acumulación de especies de aves para el eje del proyecto. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons: especies dobles; ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.	162
Gráfica 7. Curvas de acumulación de especies de aves para el SAR. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons: especies dobles; ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.	163
Gráfica 8. Curvas de acumulación de especies de mamíferos para el eje del proyecto. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons: especies dobles; ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.	167
Gráfica 9. Curvas de acumulación de especies de mamíferos para el SAR. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons: especies dobles; ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.	168
Gráfica 10. Riqueza de especies de vertebrados terrestres de probable ocurrencia a nivel del SAR.	170
Gráfica 11. Disponibilidad de servicios básicos	180
Gráfica 12. Alumnos inscritos en educación básica	181
Gráfica 13. Valores comparativos de la calidad del paisaje en los sitios del proyecto.	188

Gráfica 14. Valores comparativos para los diferentes factores paisajísticos.	189
Gráfica 15. Comparativa de la calidad ambiental por sitio de muestreo.	194

### *Índice de tablas*

Tabla 1. Impactos registrados en diferentes estudios, publicada en “Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads” (2005).	14
Tabla 2. Impactos y su relación con el proyecto.	15
Tabla 3. Climas dentro del SAR y su representatividad en superficie.	19
Tabla 4. Precipitación registrada por la estación climática en el municipio en Candelaria.	20
Tabla 5. Temperatura registrada por la estación en el municipio en Candelaria.	21
Tabla 6. Número de días por evento registrado por la estación climática.	23
Tabla 7. Unidades geológicas presentes en el SAR.	25
Tabla 8. Provincia fisiográfica dentro del SAR.	28
Tabla 9. Distribución de la Subprovincia fisiográfica.	30
Tabla 10. Subprovincia fisiográfica dentro del SAR.	30
Tabla 11. Suelos registrados en el SAR y su porcentaje de representatividad espacial.	31
Tabla 12. Elementos hidrológicos dentro del SAR.	33
Tabla 13. Microcuencas hidrológicas dentro del SAR.	34
Tabla 14. Hidrología subterránea presente en el SAR.	36
Tabla 15. Obras de drenaje detectadas en campo para el proyecto	39
Tabla 16. Escurrimiento medio anual dentro del SAR	40
Tabla 17. Obras de drenaje detectadas en campo para el proyecto.	41
Tabla 18. Componentes emitidos a la atmosfera en Candelaria	43
Tabla 19. Listado de especies de herpetofauna registradas en el eje del proyecto y el SAR. A: Amenazada; Pr: Sujeta a Protección Especial; E: Endémica; NE: No endémica; Ex: Exótica	147
Tabla 20. Abundancias para las especies registradas en el eje del proyecto. AB: abundante; M: moderadamente abundante; R: rara.	148
Tabla 21. Abundancias para las especies registradas en el eje del proyecto. AB: abundante; M: moderadamente abundante; R: rara.	148
Tabla 22. Datos ecológicos generales para la herpetofauna registrada en el eje del proyecto y el SAR.	149
Tabla 23. Listado de especies de aves registradas en el eje del proyecto y el SAR. A: Amenazada; Pr: Sujeta a Protección Especial; CE: Cuasiendémica; NE: No endémica; SE:	

Semiendémica; Ex: Exótica. R: Residente; MI: Migratoria de invierno; MV: Migratoria de verano; T: Transitoria.	152
Tabla 24. Abundancias de las especies de aves registradas en el eje del proyecto. AB: abundante; F: frecuente; O: ocasional; R: rara.	156
Tabla 25. Abundancias de las especies de aves registradas en el SAR. AB: abundante; F: frecuente; O: ocasional; R: rara.	159
Tabla 26. Valores ecológicos generales para las aves registradas en el eje del proyecto y el SAR.	161
Tabla 27. Listado de especies de mamíferos registrados en el eje del proyecto y el SAR. NE: No endémica.	163
Tabla 28. Abundancias para las especies registradas en el eje del proyecto. F: frecuente; O: ocasional; R: rara.	164
Tabla 29. Abundancias para las especies registradas en el SAR. F: frecuente; O: ocasional; R: rara.	164
Tabla 30. Valores ecológicos generales para los mamíferos registrados en el eje del proyecto y el SAR.	165
Tabla 31. Distribución de la población en grupos de edad entre el 2005 y el 2010	179
Tabla 32. Matriz de evaluación del paisaje visual.	183
Tabla 33. Escala de calidad paisajística.	186
Tabla 34. Valores asignados para los factores paisajísticos en cada sitio de muestreo.	186
Tabla 35. Matriz para la evaluación ambiental en los sitios de muestreo.	191
Tabla 36. Coordenadas geográficas de los sitios de evaluación para el diagnóstico ambiental <i>in situ</i> .	192
Tabla 37. Escala de calidad ambiental y rango de valores	193
Tabla 38. Valores asignados en la evaluación de los factores ambientales por sitio de muestreo	194

## CAPITULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

### 4.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

#### 4.1.1 Delimitación del SAR

##### 4.1.1.1 Introducción.

Para delimitar el área de estudio denominado como Sistema Ambiental Regional (SAR), se deberá proporcionar la justificación técnica de la delimitación, en la que se incluya los criterios y análisis utilizados, cabe señalar que la delimitación del SAR equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Este objetivo, pudiera homologarse al intento de definir los límites del o de los ecosistemas presentes en el área donde va a establecerse el proyecto, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de sistema ambiental regional, el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas donde se inserta el proyecto derivada de la selección e interrelación de componentes o procesos ecosistémicos<sup>1</sup>.

Se utilizará la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis.

Cuando no exista un ordenamiento ecológico decretado en el sitio, se aplicarán por lo menos los siguientes criterios:

a) Dimensiones del proyecto, distribución de obras y actividades a desarrollar, sean principales, asociadas y provisionales, sitios para la disposición de desechos; b) factores sociales (poblados cercanos); c) rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros; d) tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas); y e) usos de suelo permitidos por el Plan de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Desarrollo Urbano aplicable para la zona (sí existieran) <sup>2</sup>.

<sup>1</sup> [http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121011/Guia\\_MIA-Regional.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121011/Guia_MIA-Regional.pdf)

<sup>2</sup> [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/120999/Gu\\_a\\_MIA\\_Particular\\_Comunicaciones.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/120999/Gu_a_MIA_Particular_Comunicaciones.pdf)

#### 4.1.1.2 Metodología

A continuación, en diferentes procesos, se realizaron los procedimientos de georreferenciación y selección multicriterio en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para obtener un polígono que tenga las características solicitadas

##### A. Georreferenciación del proyecto.

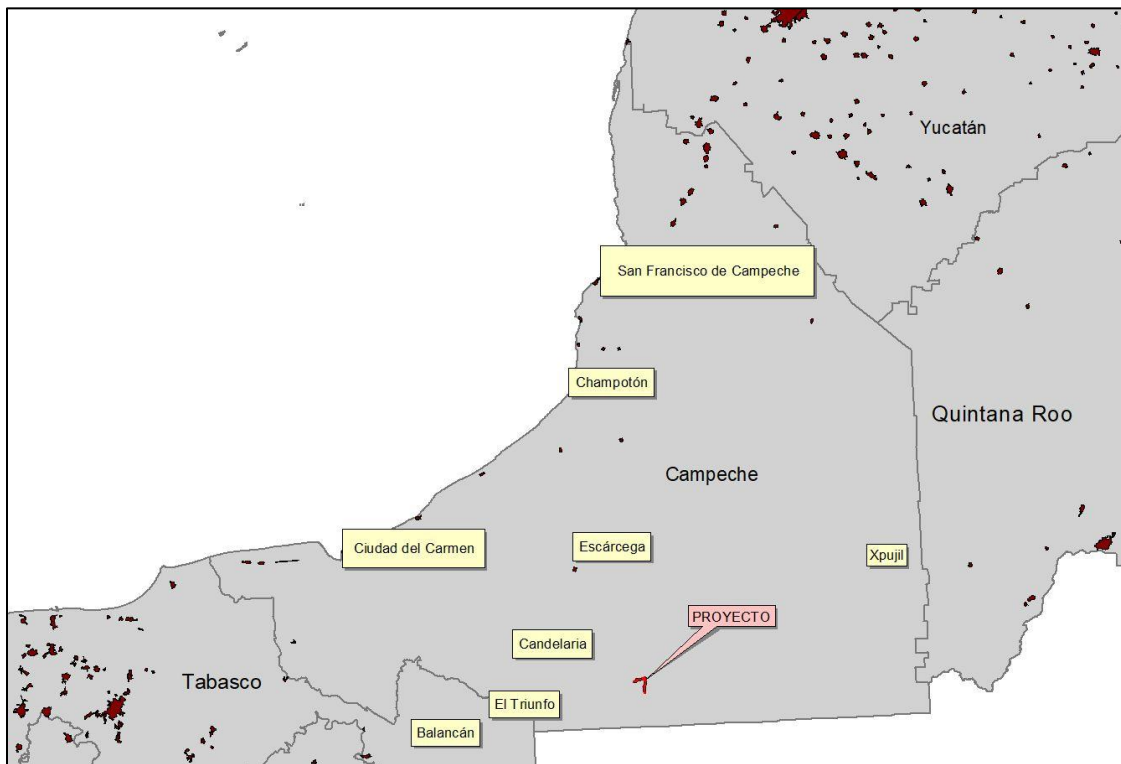


Figura 1. Georreferenciación del proyecto.

##### B. Capas Analizadas para determinar los límites del SAR

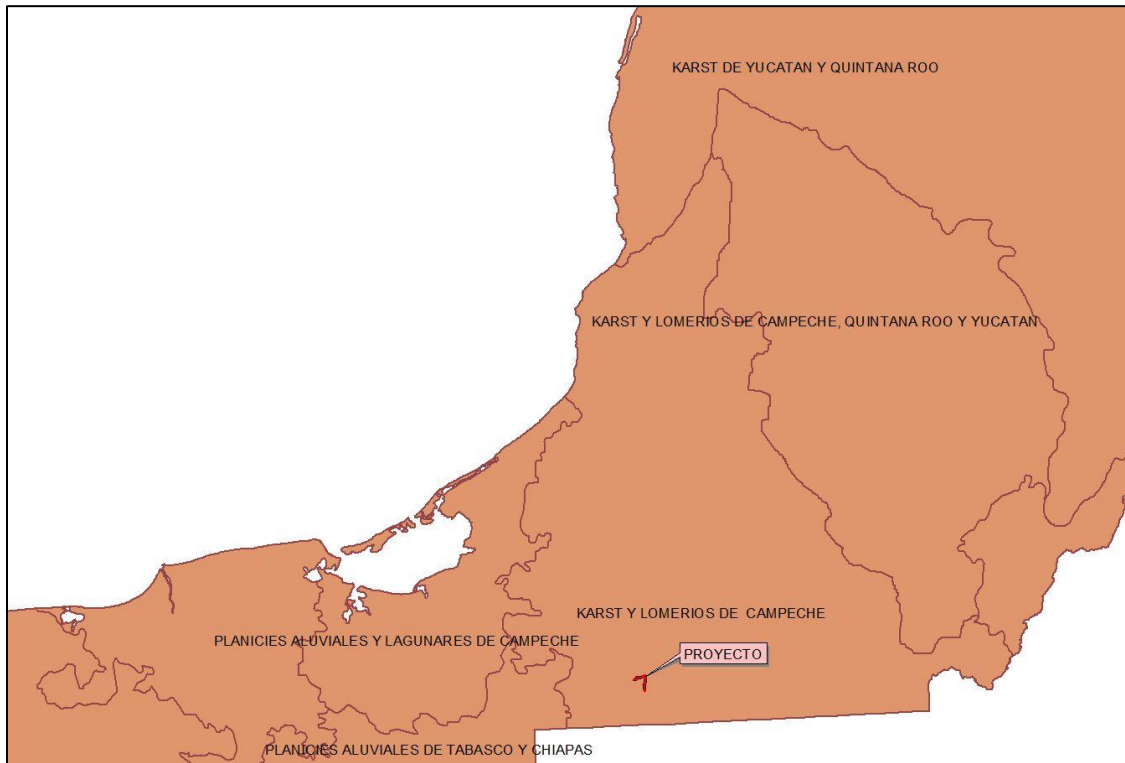


Figura 2. POEGT.

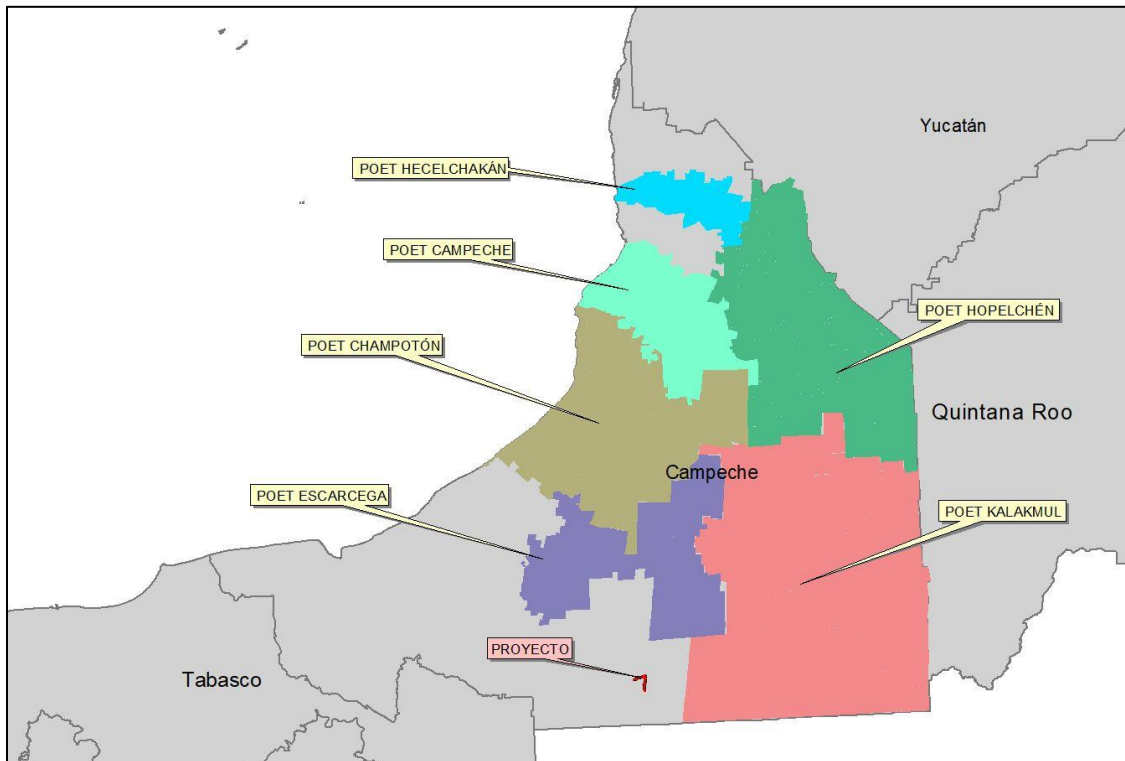


Figura 3. Ordenamientos ecológicos locales del estado de Campeche.



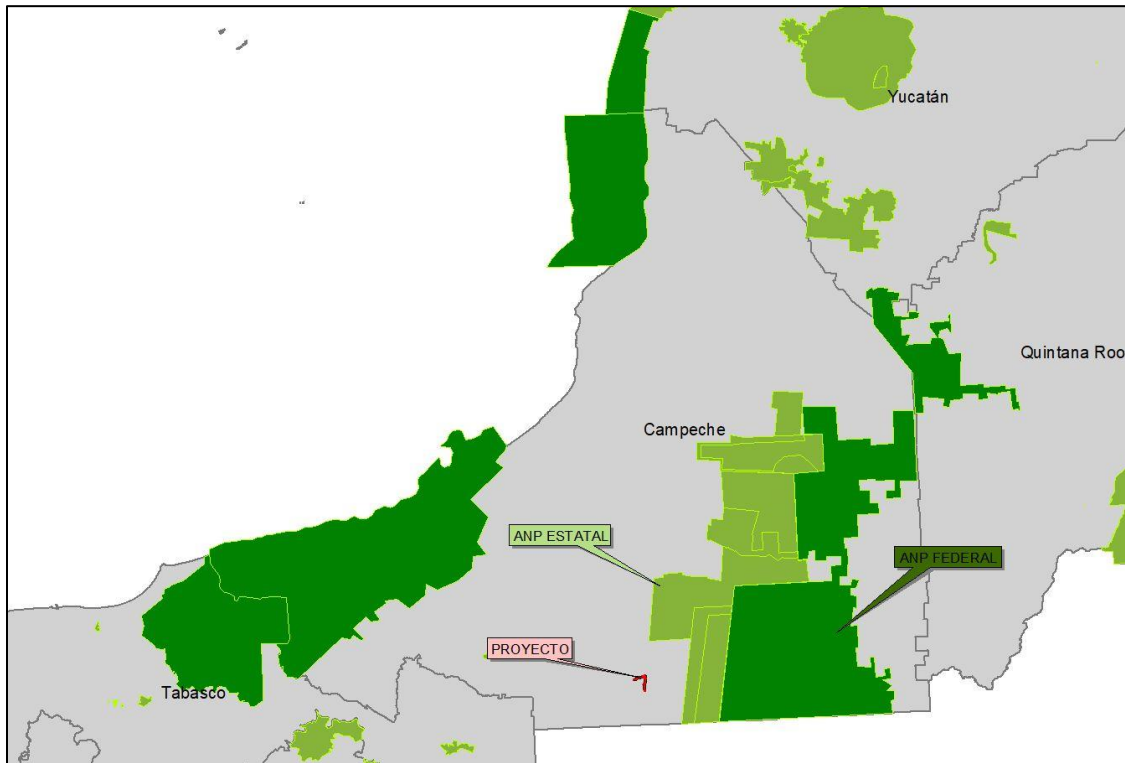


Figura 4. Áreas naturales federales, estatales, municipales, ejidales y privadas.

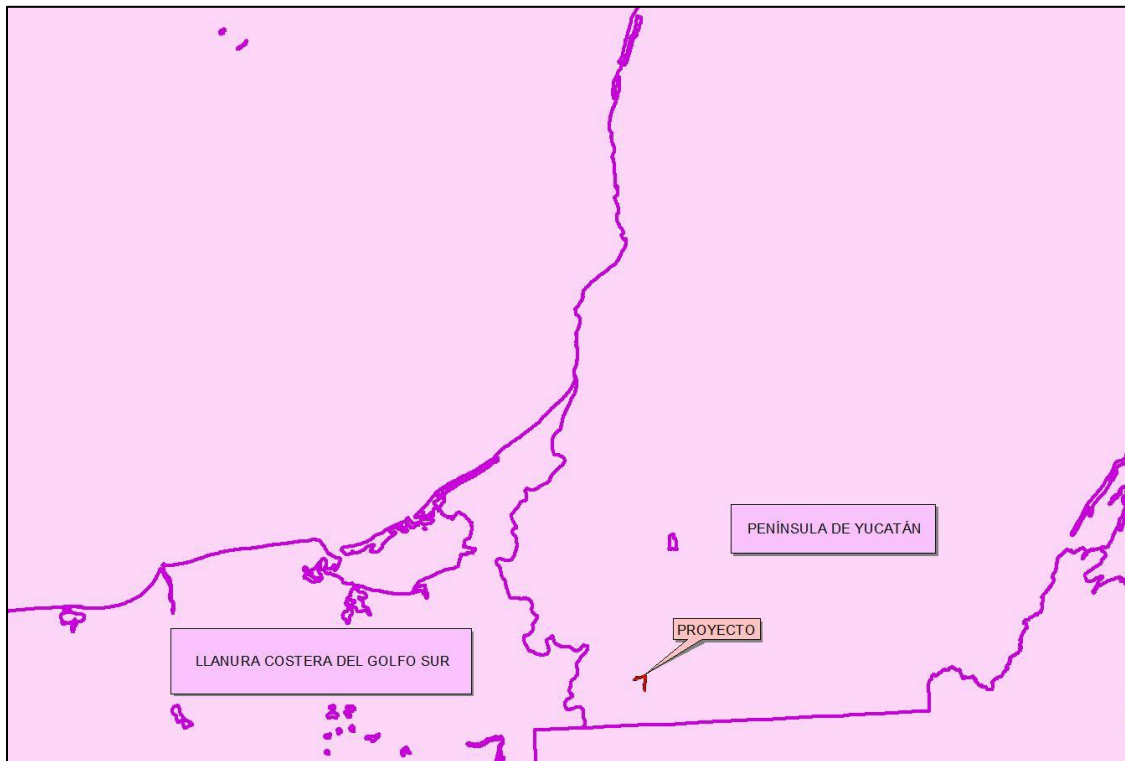


Figura 5. Geomorfología (Provincia Fisiográfica).



Figura 6. Hidrología superficial.

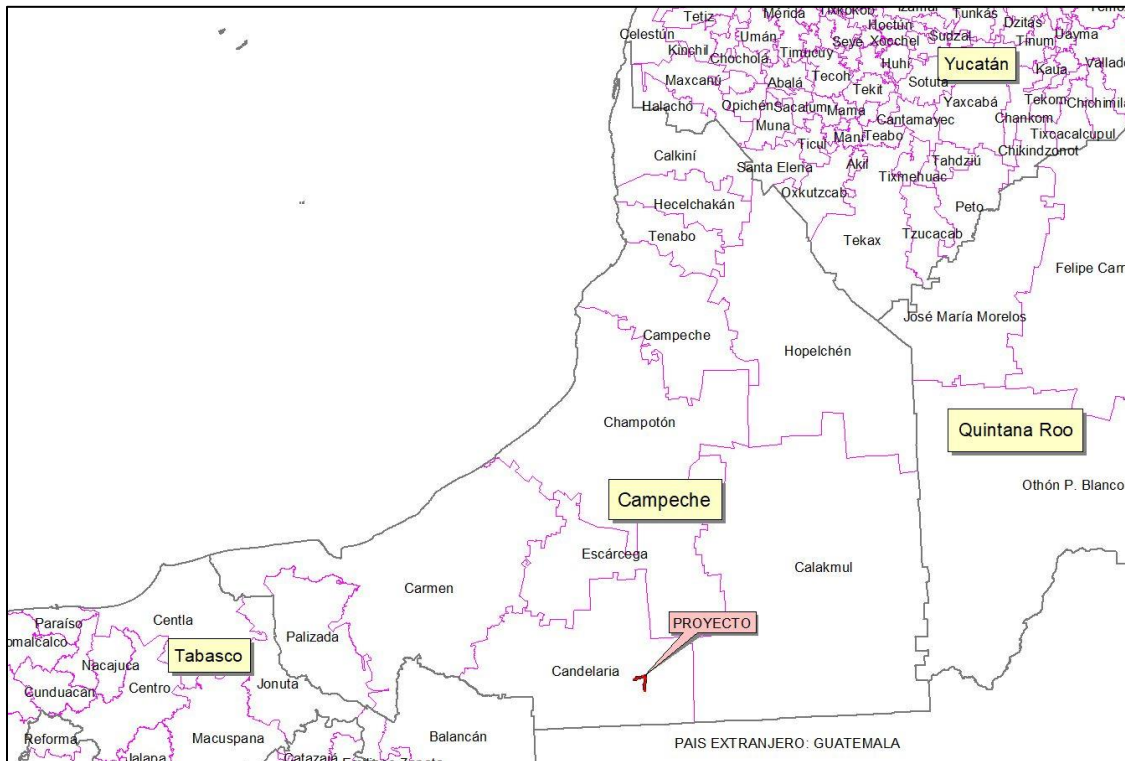


Figura 7. Límites del marco geostadístico.

*C. Sobre posición de los polígonos y límites relevantes (análisis multicriterio).*

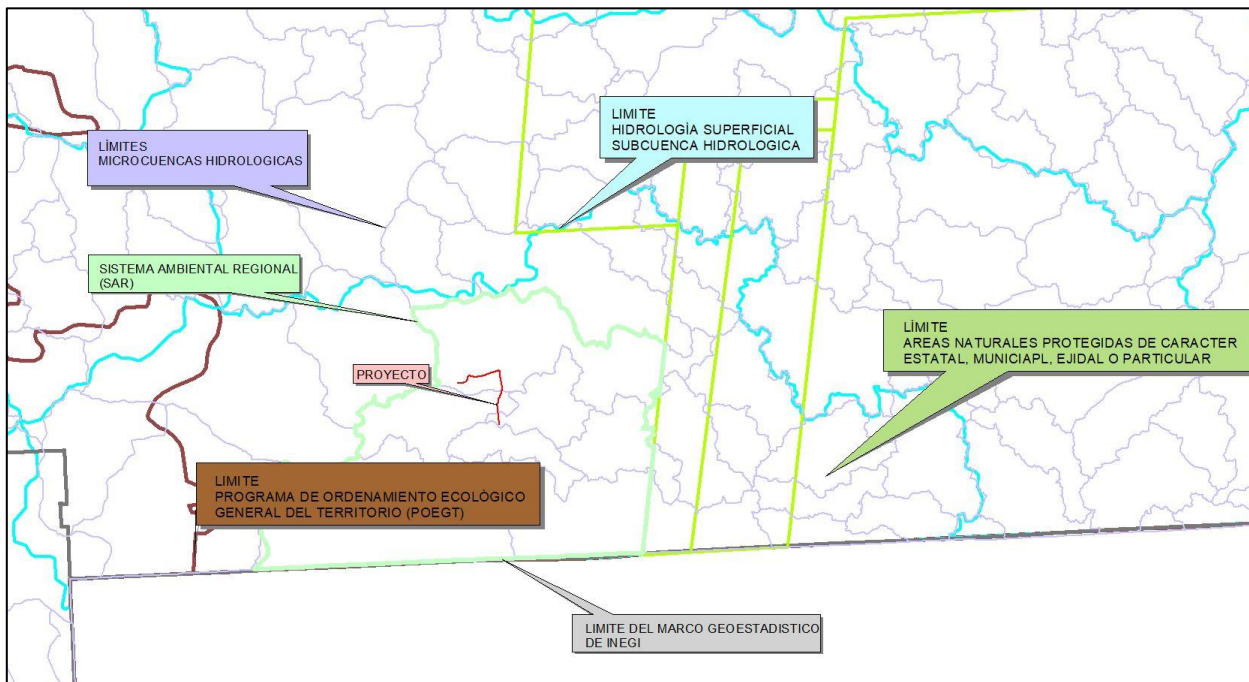


Figura 8. Sobreposición de poligonales relevantes.

**4.1.1.3 Resultados**

Una vez realizados los procesos de álgebra de mapas dentro del SIG se obtuvo un polígono con las características solicitadas, el cual tiene una superficie de **12,1215.907 hectáreas**, como se muestra en la siguiente figura.

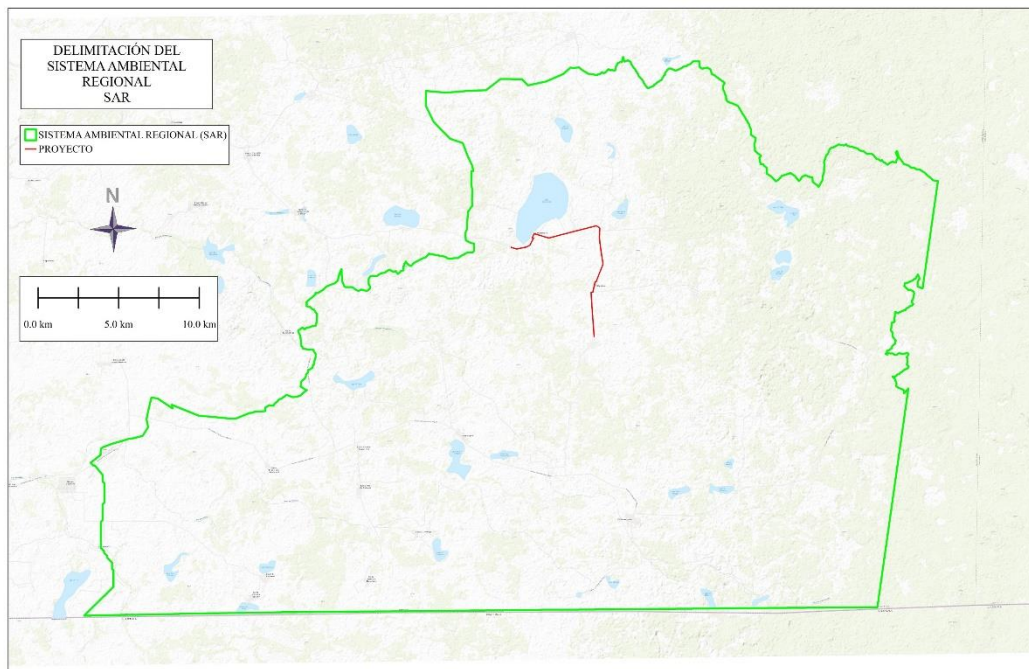


Figura 9. Sistema Ambiental Final.

#### 4.1.2 Delimitación del Área de influencia

##### 4.1.2.1 Introducción.

*Rango de afectación de una infraestructura.*

El rango de afectación de un proyecto depende de variables tanto ambientales como del diseño de la infraestructura, así como de aspectos socioeconómicos del entorno.

Típicamente los efectos de un proyecto sobre la ecología de un sistema ambiental se extienden varias veces la amplitud del proyecto y abarca un asimétrico polígono que refleja una serie de variables ecológicas con distancias diferentes desde cada punto del proyecto debido a la pendiente, dirección del viento, tipo de suelo, presencia humana y calidad ambiental, entre otras variables.

Por otro lado, todo fenómeno geográfico tiene un impacto sobre el territorio; en numerosas ocasiones el investigador debe mostrar esta influencia espacial generando en torno al objeto una serie de *coronas, corredores o áreas próximas*, por ejemplo, para mostrar el impacto sobre el territorio de una infraestructura de transporte.

*Generación de áreas de influencia geográfica.*

La representación de áreas de influencia en torno a un evento también recibe el nombre de operaciones de generación de *buffers*.

Cuando se generan *buffers* en torno a un objeto debe considerarse una métrica que sirva de base para trazar la amplitud de la zona o zonas de influencia del mismo, siendo uno de los criterios más comunes la distancia geométrica simple desde o hasta la localización analizada.

Este tipo de aplicaciones son especialmente adecuadas para mostrar el comportamiento espacial de un fenómeno geográfico tomando en cuenta criterios de proximidad, ya que denota el impacto o la influencia del mismo sobre el territorio en función de la distancia.

#### 4.1.2.2 Metodología.

La metodología utilizada se encuentra basada en los resultados parciales del trabajo denominado: “*Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads*” (2005) publicada por el Comité sobre Impactos Ecológicos de la Densidad de Carreteras de los Estados Unidos de América.

**Tabla 1. Impactos registrados en diferentes estudios, publicada en “*Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads*” (2005).**

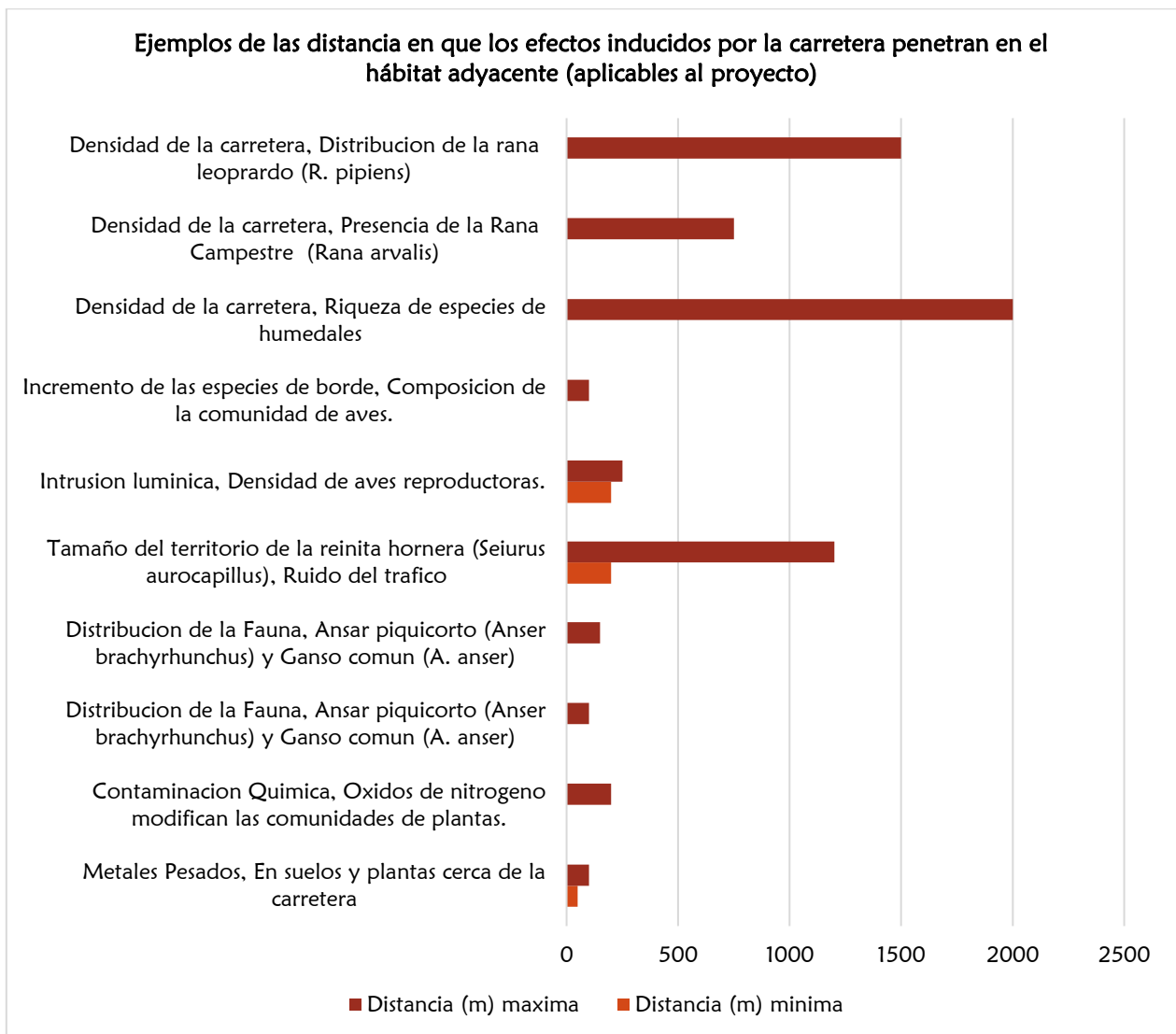
Ejemplos de las distancias en que los efectos inducidos por la carretera penetran en el hábitat adyacente.		
Impacto	Distancia	Fuente
<b>Metales Pesados</b>		
En suelos y plantas cerca de la carretera	50-100 m	Ministry of Transport, Netherlands 1994
<b>Contaminación Química</b>		
Óxidos de nitrógeno modifican las comunidades de plantas	200 m	Angold 1997
<b>Distribución de la Fauna</b>		
Ánsar piquicorto ( <i>Anser brachyrhynchus</i> ) y Ganso común ( <i>A. anser</i> )	100 m	Keller 1991
	150 m	Ortega and Capen 1999
<b>Tamaño del territorio de la reinita hornera (<i>Seiurus aurocapillus</i>)</b>		
Ruido del tráfico	200-1,200 m	Van der Zande et al. 1980
Densidad de aves reproductoras	40-1,500 m	Reijnen et al. 1996
<b>Intrusión lumínica</b>		
Densidad de aves reproductoras	200-250 m	De Molenaar et al. 2000
<b>Zona "evitada" (Avoindance Zone)</b>		
Reno ( <i>Rangifer tarandus</i> )	5,000 m	Nellemann and Cameron 1998
	200 m	Rost and Bailey 1979
Venado Bura ( <i>Odocoileus hemionus</i> ) y el Ciervo Común ( <i>Cervus elaphus</i> )	1,000 m	Kasworm and Manley 1990
Oso Grizzly ( <i>Ursus arctos</i> ) y oso Negro ( <i>U. americanus</i> )		
<b>Incremento de las especies de borde</b>		

Ejemplos de las distancias en que los efectos inducidos por la carretera penetran en el hábitat adyacente.		
Impacto	Distancia	Fuente
Composición de la comunidad de aves	100 m	Ferris 1979
Densidad de la carretera		
Riqueza de especies de humedales	2,000 m	Findlay and Houlihan 1997
Presencia de la Rana Campestre ( <i>Rana arvalis</i> )	750 m	
Distribución de la rana leopardo ( <i>R. pipiens</i> )	1,500 m	Vos and Chardon 1998, Carr and Fahrig 2001
Derretimiento temprano del permafrost	100 m	Walker et al. 1987

En base a los resultados de la tabla anterior se seleccionaron los posibles impactos análogos con el proyecto, resultando la siguiente tabla.

**Tabla 2. Impactos y su relación con el proyecto.**

Impacto	Distancia (m)		Posibilidad de aplicar al proyecto
	mínima	máxima	
Metales Pesados, En suelos y plantas cerca de la carretera	50	100	Si
Contaminación Química, Óxidos de nitrógeno modifican las comunidades de plantas.	0	200	Si
Distribución de la Fauna, Ánsar piquicorto ( <i>Anser brachyrhynchus</i> ) y Ganso común ( <i>A. anser</i> )	0	100	Si
Distribución de la Fauna, Ánsar piquicorto ( <i>Anser brachyrhynchus</i> ) y Ganso común ( <i>A. anser</i> )	0	150	Si
Tamaño del territorio de la reinita hornera ( <i>Seiurus auropellus</i> ), Ruido del tráfico	200	1200	Si
Tamaño del territorio de la reinita hornera ( <i>Seiurus auropellus</i> ), Densidad de aves reproductoras	40	1500	No
Intrusión lumínica, Densidad de aves reproductoras.	200	250	Si
Zona "muerta" (Avoindance Zone), Reno ( <i>Rangifer tarandus</i> )	200	5000	No
Zona "muerta" (Avoindance Zone), Venado Bura ( <i>Odocoileus hemionus</i> ) y el Ciervo Común ( <i>Cervus elaphus</i> )	0	1000	No
Zona "muerta" (Avoindance Zone), Oso Grizzly ( <i>Ursus arctos</i> ) y oso Negro ( <i>U. americanus</i> )	0	1000	No
Incremento de las especies de borde, Composición de la comunidad de aves.	0	100	Si
Densidad de la carretera, Riqueza de especies de humedales	0	2000	Si
Densidad de la carretera, Presencia de la Rana Campestre ( <i>Rana arvalis</i> )	0	750	Si
Densidad de la carretera, Distribución de la rana leopardo ( <i>R. pipiens</i> )	0	1500	Si
Densidad de la carretera, Derretimiento temprano del permafrost	0	100	No
<b>Promedios de las distancias</b>	46	997	
<b>Promedios de impactos posibles para el proyecto</b>	<b>45</b>	<b>635</b>	



**Gráfica 1. Distancias por impactos posibles por el proyecto.**

El área de influencia se comenzó a delimitar en base a las características de nuestro proyecto en cuanto a longitud, que es de 12,200 m (13.2 Km) tipo de proyecto, el cual corresponde a una modernización de un camino existente con una línea de ceros de 12 m de ancho, y los posibles impactos a generar por las actividades del tipo de proyecto a con lo es la modernización de una vía general de comunicación.

1. El Polígono preliminar del área de influencia fue procesado en un Sistema de información geográfica (SIG), por medio de la generación de polígonos búfer<sup>3</sup>, de 46

<sup>3</sup> Búfer entendido como una zona de proximidad al eje del proyecto y funcionando como un área de amortiguamiento en la cual se alojaría la totalidad de los impactos probables.

m y 635 m, siendo estas las distancias mínima y máxima promedio definidas en la tabla de impactos citada anteriormente.

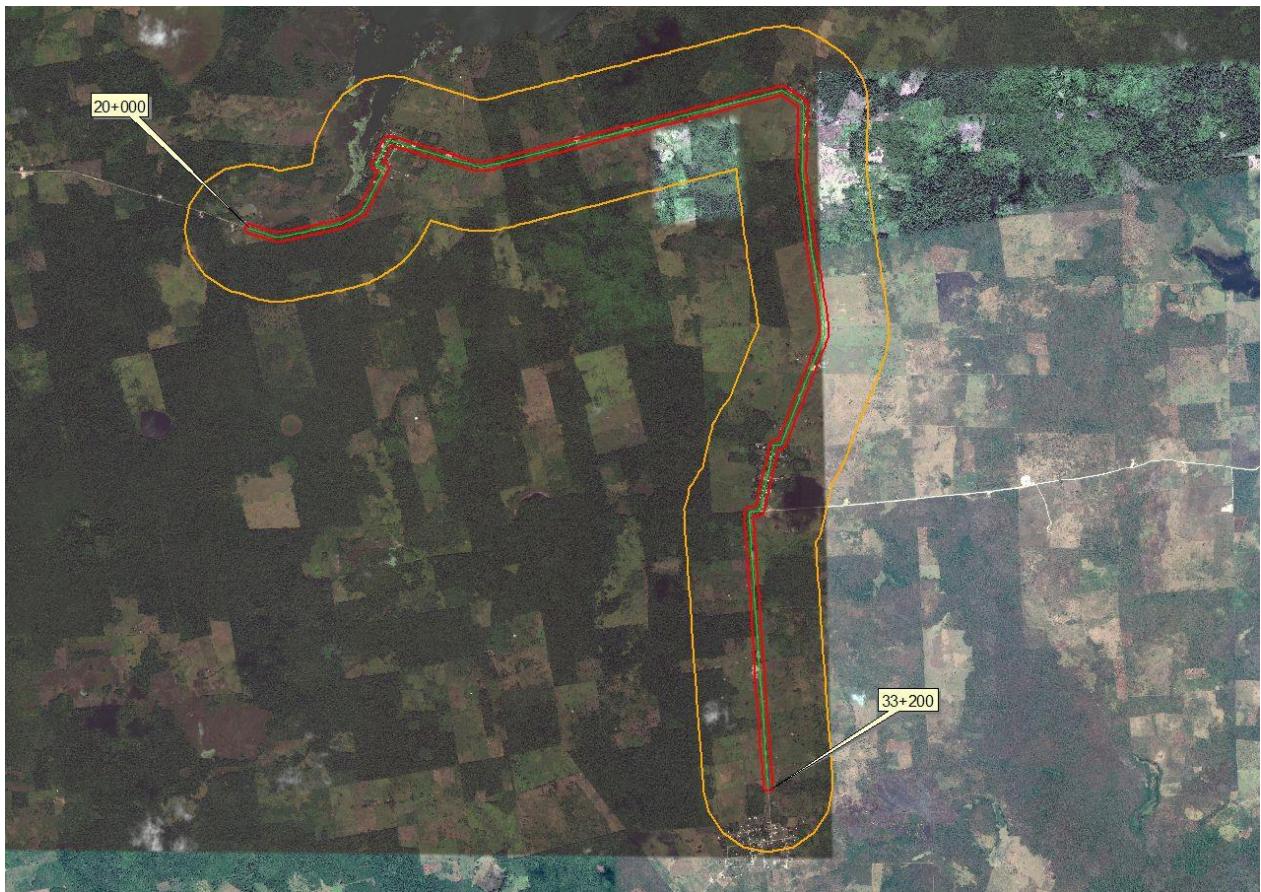


Figura 10. Polígonos buffers delimitados para el proyecto, polígono de 45m en color rojo y polígono de 635m en color naranja.

Posteriormente se revisa espacialmente (sobre una imagen satelital en este caso) el alcance de los polígonos búfer y se ajusta conforme a los siguientes criterios:

- 1.- en zonas forestales y/o con alguna característica de importancia (relieve, red hidrográfica, etc.) se toma el alcance máximo
- 2.- en zonas de agricultura, áreas urbanas, o zonas perturbadas, se toma el alcance mínimo.

#### **4.1.2.3 Resultados**

Finalmente se ajustó el polígono del AI con los criterios anteriores, lo que nos arrojó un polígono de **607.764 hectáreas** de superficie.



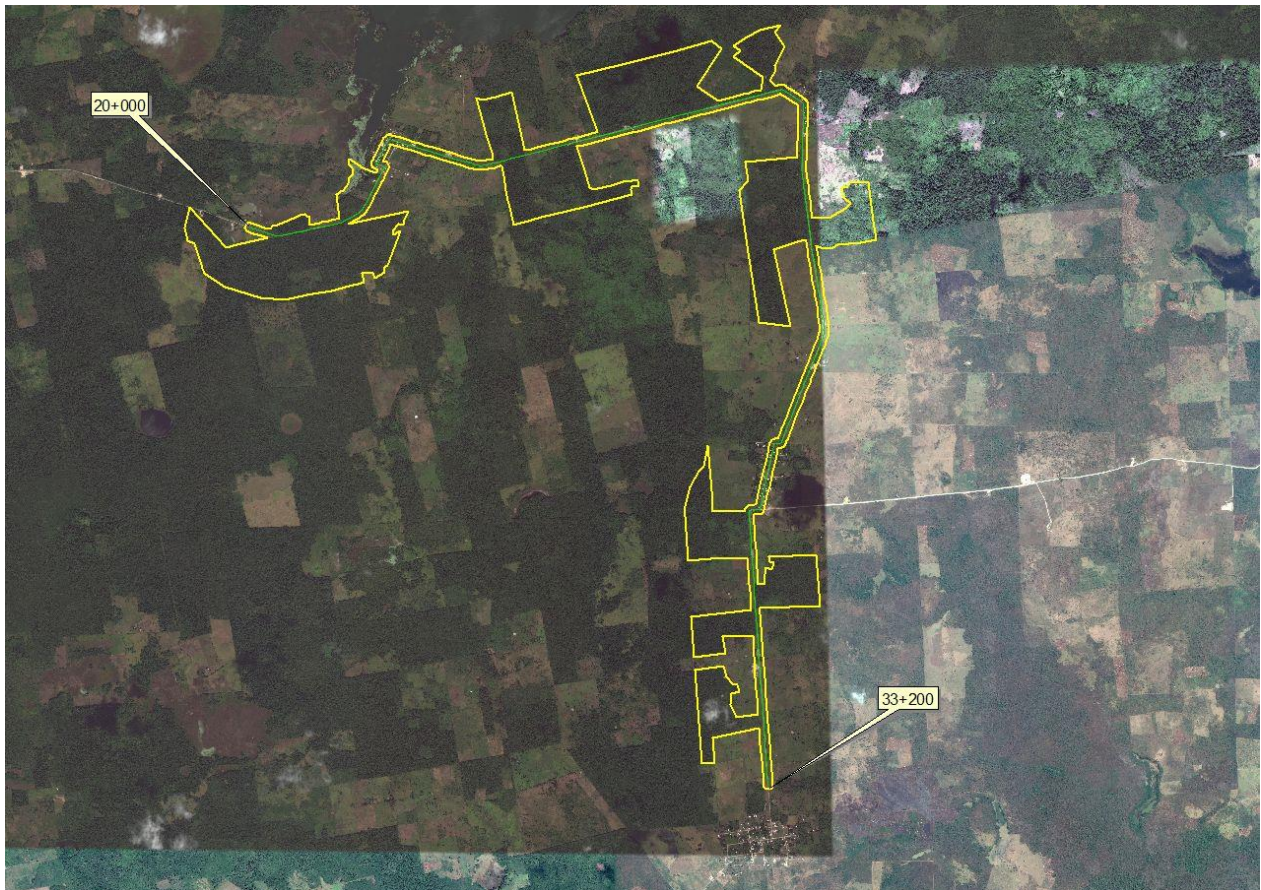


Figura 11. Polígono final del área de influencia en color amarillo y el eje del proyecto en color verde.

## 4.2 Caracterización y análisis del Sistema ambiental regional

### 4.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

#### 4.2.1.1 Medio abiótico

Para la caracterización del medio abiótico del Sistema Ambiental Regional (SAR), se elaboró la cartografía temática escala 1:250 000 (INEGI), de la cual, se identificaron las unidades físicas de cada tema (clima, geofomas, edafología, hidrología, etc.), y se procedió a la revisión bibliográfica, así como visitas de verificación y reconocimiento en campo que permitieron realizar las descripciones descritas a continuación:

##### 4.2.1.1.1 Clima

El clima es un factor abiótico de importancia en la región, el cual permite establecer una correlación de las diferentes caracterizaciones climáticas con los diversos aspectos de la actividad humana, así como la flora y fauna, debido a que determina la distribución y densidad de población de los seres vivos.

El estado de Campeche, al estar localizado dentro de la zona tropical hace que se presente un clima húmedo, con lluvias principalmente en verano. Según la clasificación de Köppen modificado por Enriqueta García, se presentan dos tipos de climas en el sistema ambiental regional, ambos de tipo cálido, distribuidos en franjas concéntricas con aumento de humedad en el sentido noreste-suroeste.

A continuación, se describen los climas registrados dentro del SAR:

Aw1: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. (García, E. CONABIO, 1998).

Aw2(x'): Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual. (García, E. CONABIO, 1998).

**Tabla 3. Climas dentro del SAR y su representatividad en superficie.**

Clave	Tipo	Superficie (has)	Representatividad (%)
Aw1	Cálido subhúmedo	18,608.447	15.351
Aw2(x')	Cálido subhúmedo	102,607.460	84.649
<b>Total</b>		<b>121,215.907</b>	<b>100.000</b>

Después de la descripción de cada tipo de clima, en el siguiente mapa se evidencia cada uno de estos elementos dentro del sistema ambiental regional delimitado.

*Todos los mapas mostrados en este capítulo pueden ser consultados en el anexo 1 y 2, además de los Kmz en anexo 3.*

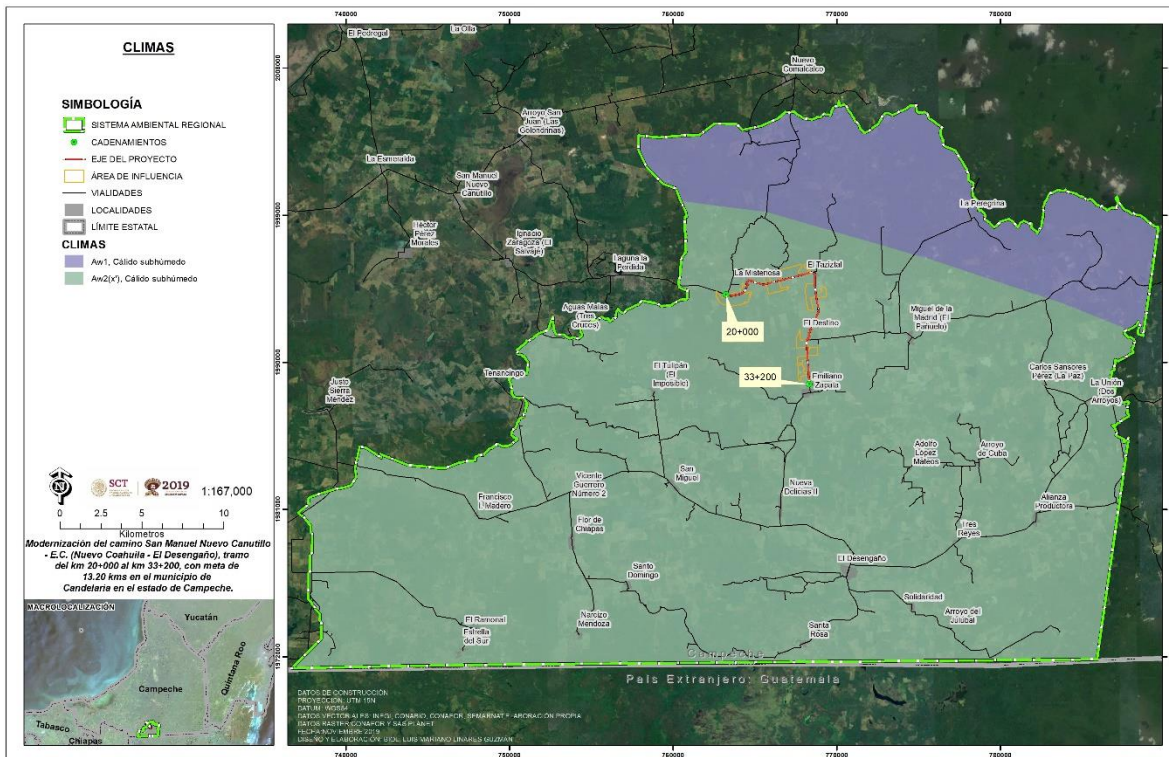


Figura 12. Distribución espacial de climas dentro del SAR.

Precipitación:

La precipitación pluvial regional es de 1,300 a 1,500 mm; el período de lluvias es de junio a octubre y las de estiaje (ausencia de lluvia), durante el mes de enero y a mediados del mes de mayo. Si bien la importancia de las precipitaciones incide en la actividad agrícola de temporal, su potencialidad radica primordialmente en la recarga de los acuíferos.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros de precipitación registrados por la estación 00004021 de nombre Monclova ubicada en el municipio de Candelaria.

Tabla 4. Precipitación registrada por la estación climática en el municipio en Candelaria.

Elementos	Precipitación por mes												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Normal	52.3	46.2	18.2	32.2	95.5	223.2	175.3	236.5	246.2	174.8	106.3	56.1	1,462.80
Máxima Mensual	175.9	176.7	57.1	162	370.8	464.6	303.6	370.7	480.8	473.5	311.8	149.7	
Año De Máxima	1986	1981	1987	1985	1984	1981	1981	1982	1992	1987	1998	1991	
Máxima Diaria	81.4	91	40.3	101.4	121.5	140	87	115	153	223.3	300	66	
Fecha Máxima Diaria	30/1981	jun-08	18/1988	18/1985	22/1984	15/1989	22/2010	14/1988	ene-88	feb-87	feb-98	ene-85	

En el siguiente mapa se evidencia los parámetros de precipitación media anual de acuerdo a CONABIO dentro del sistema ambiental regional delimitado.

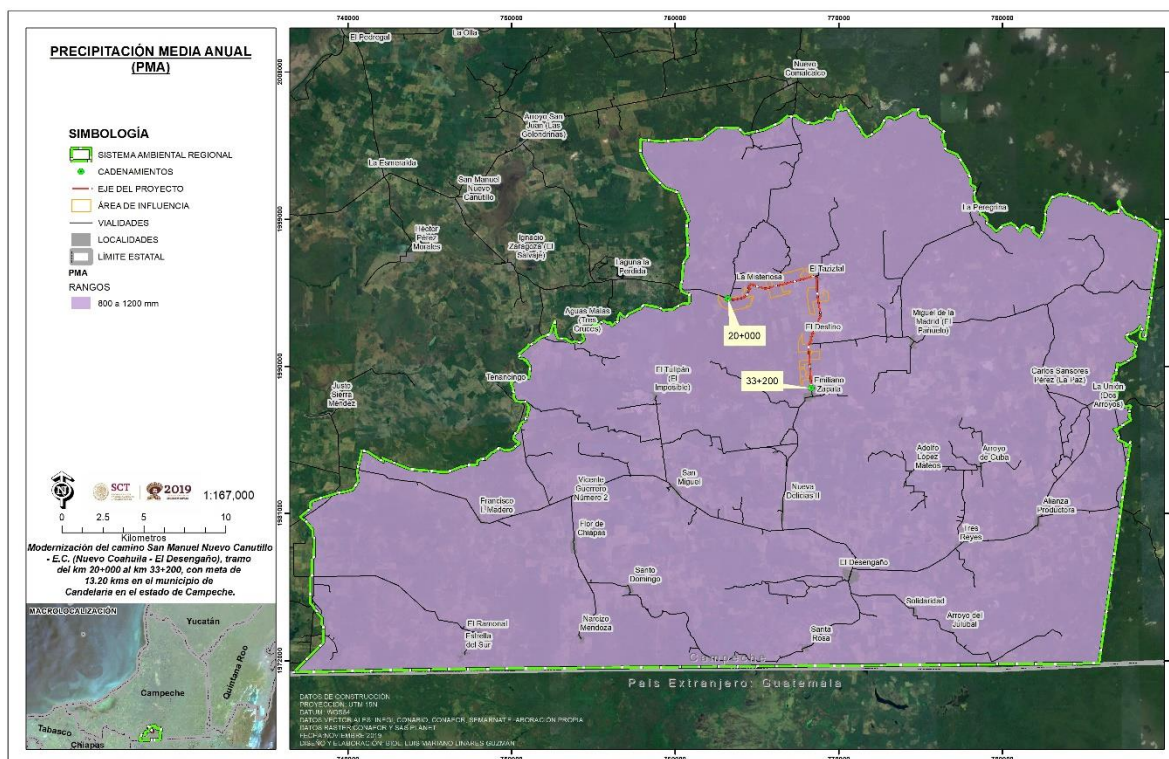


Figura 13. Precipitación media anual dentro del SAR.

### Temperatura:

La temperatura media anual en el SAR, es superior a los 26°C y las temperaturas extremas máximas (media mensual) van de los 30°C a los 34°C, tal situación varía hacia el norte de la región donde los rangos van de los 34°C a los 36°C o más. En lo que toca a las temperaturas mínimas extremas, la distribución no es igual a las anteriores ya que en el municipio de Candelaria y sus áreas inmediatas (Santa Catarina, Cerro Las Águilas y Santa Gertrudis) delimitan un área relativamente “fría”, es decir, una zona que se encuentra rodeada por una temperatura mínima extrema más elevada. Dicha área tiene los rangos de 18°C a 22°C y el resto de la región se ubica entre los 22°C y los 24°C.

En la siguiente tabla se muestran a detalle por mes los parámetros de temperatura registrados por la estación 00004021 de nombre Monclova ubicada en el municipio de Candelaria.

Tabla 5. Temperatura registrada por la estación en el municipio en Candelaria.

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Temperatura Máxima</b>													
Normal	29.7	31.1	33.1	35.1	35.8	34.2	33.4	33.5	33.4	32.4	31.5	30	32.8
Máxima Mensual	31.8	34.3	36.2	37.3	38.5	37.5	35.5	36.1	35.5	34.9	35	32.1	
Año De Máxima	1994	2005	2003	2002	2003	1998	2009	2008	2001	2009	1993	1993	
Máxima Diaria	39	38	42	42	42	41	39	38	40	39	37.5	39.5	
Fecha Máxima Diaria	jul-86	abr-97	22/20 05	nov-05	feb-03	may-98	13/19 95	19/20 02	may-98	ene-83	mar-93	22/1 982	

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Temperatura Media</b>													
Normal	24	25	26.3	28.1	28.9	28.2	27.6	27.7	27.8	27	25.9	24.4	26.7
<b>Temperatura Mínima</b>													
Normal	18.3	18.8	19.6	21	21.9	22.2	21.9	21.9	22.2	21.6	20.2	18.8	20.7
Mínima Mensual	13.1	15.8	17.2	18.8	20.3	20.2	20.3	20.2	20.6	20	17.2	12.1	
Año De Mínima	2003	2000	1986	1987	1992	2001	2010	2009	2008	1987	2002	2002	
Mínima Diaria	8	9	10	11	16	18	18	18	18	16	11	2	
Fecha Mínima Diaria	abr-85	25/19 89	dic-96	feb- 87	sep-92	16/2001	19/20 05	jun- 05	17/20 05	30/19 87	19/20 02	ene- 88	

En el siguiente mapa se evidencia los parámetros de temperatura media anual de acuerdo a CONABIO dentro del sistema ambiental regional delimitado.

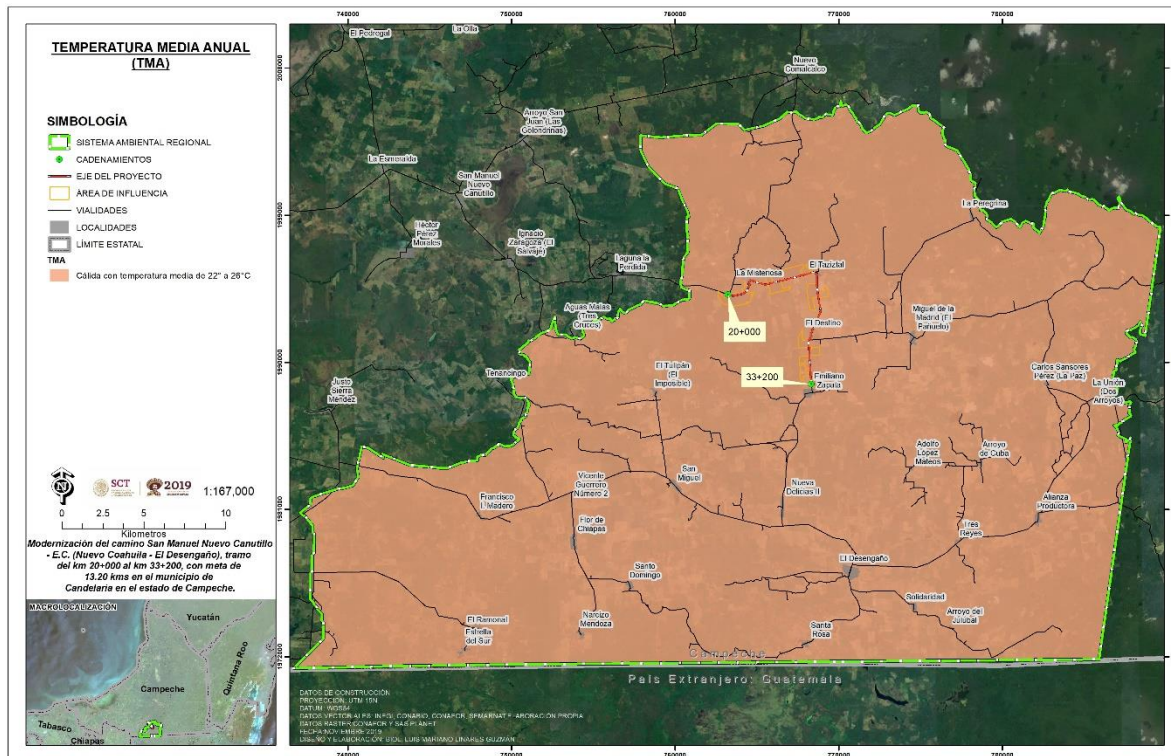


Figura 14. Temperatura media anual dentro del SAR.

### Humedad relativa

Las isoyetas para el SAR se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaeciente. El balance de escurrimientos medio anuales de 0-10 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 800 a 1,100 mm anuales.

### Registro de días con eventos climáticos

Con respecto al número de días registrados para los distintos eventos, se registran para el SAR 116.7 días con lluvia, siendo agosto el mes con mayor cantidad de días de lluvia (19.4).

Para los registros de niebla, sólo el mes de enero se tiene registros de este fenómeno. Mientras que granizo no se tienen registros históricos. Finalmente, para tormentas eléctricas se tienen registros de 14.1 días al año.

En la siguiente tabla se muestra los registros históricos obtenidos de la estación climática 00004021 Monclova.

**Tabla 6. Número de días por evento registrado por la estación climática.**

Elementos	Número de días con												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Lluvia	6.2	4.4	2.4	2.5	6.1	14.2	16.2	19.4	17.4	12.4	8.9	6.6	116.7
Niebla	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
Granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tormenta Eléctrica	0	0.1	0.2	0.2	1.2	1.9	2.4	3	3.3	1.2	0.5	0.1	14.1

#### Vientos dominantes:

Los vientos en esta región de Campeche tienen el siguiente comportamiento durante el año: los vientos procedentes del noroeste se presentan fundamentalmente en los meses de noviembre a marzo; para los meses de septiembre y octubre el viento que viene del norte tiende a alinearse en dirección este-oeste; durante los meses de junio a agosto los vientos que afectan esta región proceden del sureste; en mayo y abril estos vientos tienden poco a poco a orientarse en dirección sur-norte.

En invierno los "nortes" o tormentas de invierno, que son masas de aire frío y seco que se desplazan del noreste, originándose en el norte de Estados Unidos y sur de Canadá, al cruzar el Golfo de México recogen humedad, la cual precipitan en esta zona causando lluvias de noviembre a enero. En los meses de verano la región es visitada ocasionalmente por ciclones. (INAFED, 2010).

#### 4.2.1.1.2 Geomorfología

La base continental del Estado de Campeche, se formó mediante la continua acumulación de fragmentos finos y gruesos de carbonato de calcio y magnesio de origen marino (calizas, durante los periodos del eoceno y oligoceno). La superficie estatal se considera que está formada por rocas sedimentarias que descansan en formaciones terciarias y que no han recibido movimientos orogénicos notables. En el municipio de Candelaria se inicia una serie de lomeríos conocidos como sierra o Puuc, que se dirigen al noreste, hasta Bolonchen y ahí penetran en el estado de Yucatán, tienen una altitud media de entre 40 y 60 metros, llegando a alcanzar en algunos puntos más de 100 metros.

La estructura geológica regional muestra que la península de Yucatán inició su emersión sobre el nivel del mar durante el Oligoceno-Mioceno (37 m.a.) en la porción meridional (Lugo et

al., 1992). Este desarrollo permite suponer que la porción meridional fue, en ese período, semejante a la planicie septentrional actual.

La estructura general del relieve tiene una relación estrecha con la estructura geológica profunda, aparentemente constituida por dos grandes bloques, uno septentrional y otro meridional. La región es tectónicamente estable y no deformada por esfuerzos tangenciales desde el Cretácico. En la medida que se produce el ascenso continental, el relieve adopta, primero, una morfología de terrazas estructurales a diferentes niveles altitudinales, afectadas por denudación, erosión diferencial y disolución en diferentes tiempos e intensidades. Este proceso propició la alternancia de lomeríos afectados por erosión laminar, torrenteras modeladas por erosión lineal y depresiones u hondonadas caracterizadas por la acumulación deluvial y de arrastre de los residuales de descalcificación de la caliza (terra rosa). (SGM, 2006).

Entre éstos aparecen las torrenteras que concentran los escurrimientos en época de lluvias a manera de cauces fluviales.

Los lomeríos en la región pueden alcanzar hasta 300 m de altitud y representan la parte de la península de Yucatán con mayor altitud promedio. Aunque topográficamente no forman parte de los "bajos inundables" típicamente conceptualizados, sí constituyen el mismo sistema hidrológico y de flujos superficiales de materia y energía. Los lomeríos presentan cimas epicársticas redondeadas y cúpulas bajas típicas de ambientes cársticos tropicales de estadios evolutivos en madurez.

La relación grado de evolución cárstica expresión morfológica se basa en la interpretación de los modelos empleados por Llopis (1970), que mencionan cuatro etapas generales de evolución: reciente, juventud, madurez y tardía de relictos (senectud). Cabe aclarar que estas etapas muestran una evolución lineal, que puede ser modificada por diferentes grados y estilos tectónicos y sus correspondientes condicionantes ambientales exógenas.

Los ambientes geomorfológicos receptores son planicies semicóncavas u hondonadas amplias limitadas por elevaciones calcáreas. Su origen está vinculado a los ciclos de la actividad disolutiva y erosiva. Se identifican sobre un relieve negativo de fondo plano con extensos depósitos deluviales y eluviales, bajo los cuales puede haber cavidades con circulación vertical y horizontal o en donde se dispone el nivel base de un horizonte impermeable.

Cuando la planicie acumulativa es cubierta por extensos depósitos de arcillas no solubles de la caliza, pueden llegar a azolvar el nivel superficial, debido al exceso de estos depósitos, deteniéndose el desarrollo de tales formas, incluso pueden formarse cuerpos de agua (aguadas), debido a la impermeabilidad de la terra rosa que impide que el agua se siga infiltrando (Ortiz, 1995).

Derivado del análisis de las cartas geológicas presentadas para el SAR, el tipo de roca geológicamente presente se constituye como ya lo anteriormente descrito presenta su origen del periodo eoceno donde predomina un tipo de formación de roca caliza, compartiendo esta generalidad con todo el Estado como rocas predominantes en la Península de Yucatán, Campeche, y Quintana-Roo.

De acuerdo a la información cartográfica para el SAR, se tienen registrados dos elementos: Te(cz) sedimentaria caliza y Q(s).

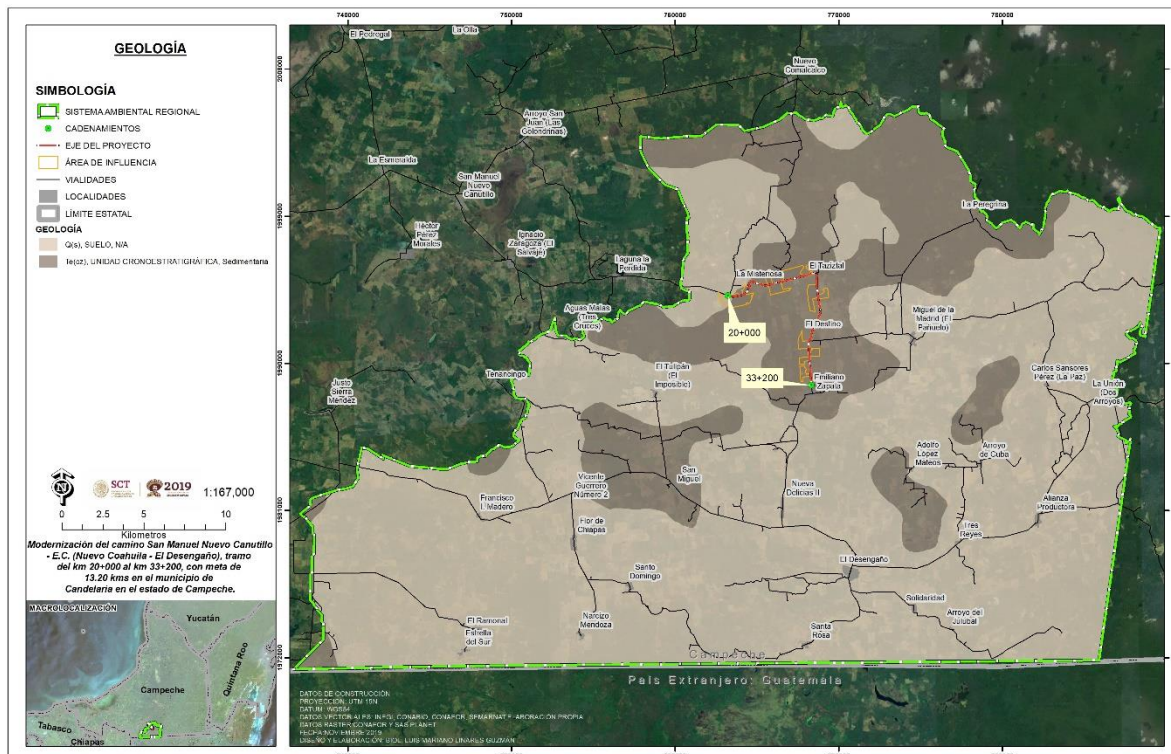
**Tabla 7. Unidades geológicas presentes en el SAR.**

Clave	Entidad	Clase	Tipo	Era	Sistema	Superficie (has)	Representatividad (%)
Q(s)	Suelo	N/A	N/A	Cenozoico	Cuaternario	92,288.892	76.136
Te(cz)	Unidad cronoestratigráfica	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Terciario	28,927.015	23.864
Total						121,215.907	100.000

La unidad Q(s): compuesta por limos arcillas y cuerpos lenticulares de arena y grava de origen fluvial que se interdigita con los suelos de origen lacustre que se han formado en la planicie de inundación de los ríos Usumacinta y Candelaria, con las siguientes texturas: espática, oosparrudítica, biomicrita, dismicrita, y packestone. De color gris claro y crema, se presentan muy compactas y en algunas localidades muy fracturadas, con huellas de disolución e incipiente laminación. Dicha unidad corresponde al Cuaternario de la era Cenozoico.

La unidad Te(cz): caliza con textura micrítica y ooespática, con fauna de pelecípodos y microfauna mal preservada. Corresponde probablemente a los afloramientos más occidentales del miembro superior de la Calcarenita Petén del Eoceno no diferenciado de la Plataforma de Yucatán.

Después de la descripción los componentes geológicos, en el siguiente mapa se evidencian cada uno de estos elementos dentro del sistema ambiental regional delimitado.



**Figura 15. Distribución espacial de geología dentro del SAR.**



### Sistema de topoformas

Dentro del sistema ambiental regional se caracteriza por tener una topoforma con llanura de depósito lacustre de piso rocoso o cementado.

La Llanura rocosa de piso rocoso o cementado en esta zona fisiográfica en la se ubica el SAR constituye un área transicional entre las planicies rocosas con ondulaciones ligeras y las planicies con lomeríos bajos y hondonadas someras, que se distingue por estar compuesta de formaciones recientes con materiales acumulados de origen lacustre. En el siguiente mapa se muestra su conformación dentro de la unidad de análisis.

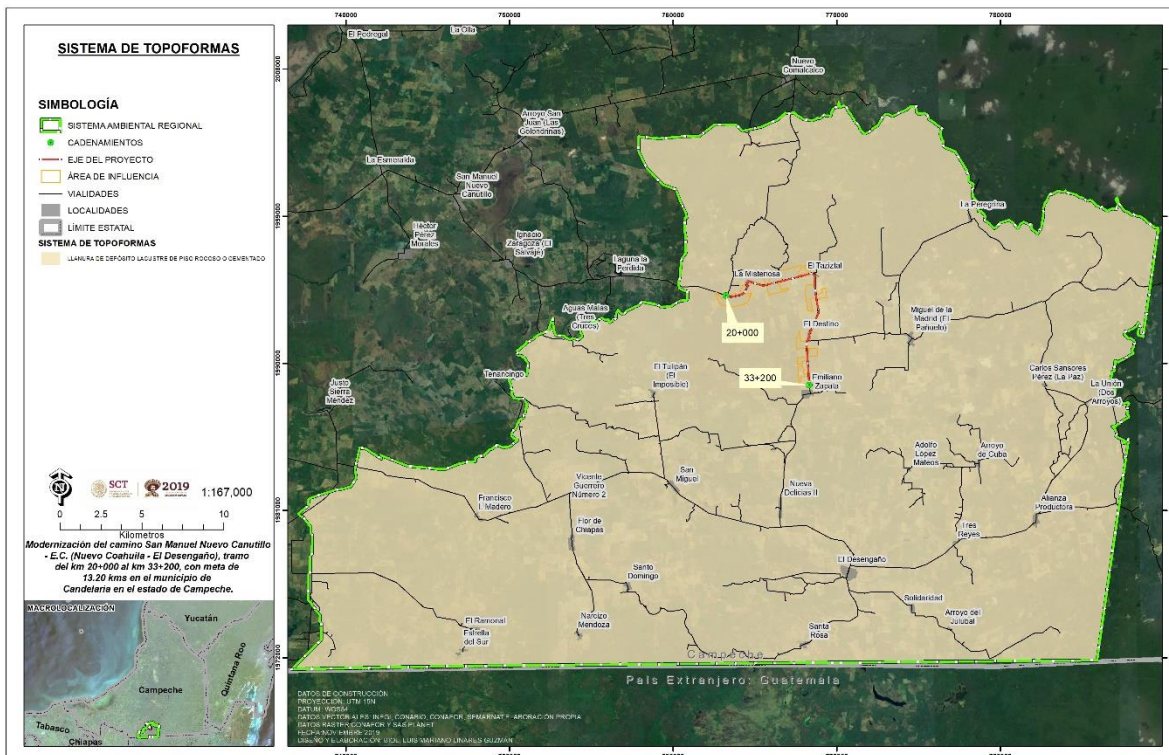


Figura 16. Topoformas dentro del SAR.

### Susceptibilidad de la zona.

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, de acuerdo al Servicio Sismológico Nacional, el proyecto se ubica en la Zona A, que es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. No obstante, en 1996 se sintió un sismo de aproximadamente 2 grados en la escala Richter, cuyo epicentro fue localizado en las costas de Chiapas.

Es muy poco probable la actividad volcánica en la zona, ya que el Golfo de México se encuentra en estabilidad geomorfológico, debido a lo anterior para Candelaria donde se encuentra inmerso el proyecto no se contempla como una zona sísmica.

### Deslizamientos:

En zona donde se llevará a cabo la modernización del tramo carretero, no existe deslizamiento, dado que es una zona que pertenece a una planicie.

### Derrumbes:

No existen derrumbes en el área del proyecto. Ya que se observa la planicie para el SAR tal como se observa en la siguiente imagen.



**Figura 17. Planicies observadas dentro del SAR**

### **Provincia fisiográfica**

#### Península de Yucatán

Localizada en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, es, en términos estrictamente fisiográficos, una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; la parte norte de la península se considera resultado de un periodo más reciente. Existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), y que se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul. En la Península se ha formado una extensa red cavernosa subterránea, por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la profusión de cenotes (dolinas) y uvalas que muestran la red de drenaje subterráneo. Duch G., J. (1991).

En la parte sur de Campeche existen algunos ríos como El Palizada, El Candelaria y El Champotón, y en los límites entre Quintana Roo y Belice, el río Hondo. En el estado de Quintana Roo, existen dos extensas lagunas, la de Bacalar, cerca de los límites con Belice y la de Chichancanab en Yucatán.

Un rasgo topográfico característico de la Península son las “aguadas”, lagunas de aguas someras ordinariamente de pequeño tamaño que se forman a partir de cenotes antiguos que, por erosión, pierden la verticalidad de sus paredes y su fondo se va rellenando por el depósito de arcillas poco permeables, que lo elevan y terminan por colocarlo por encima del nivel de circulación de las aguas subterráneas. En otros casos, el hundimiento de la bóveda de las cavernas no llega al nivel de circulación de las aguas subterráneas formándose un tipo de dolina (cenote), cuyo fondo se va rellenando de suelo rojizo; estos hundimientos en forma de embudo y sin agua en el fondo reciben el nombre de “joyas” (hoyas).

En la provincia Península de Yucatán, el terreno es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. Es una gran plataforma de rocas calcáreas marinas y es la provincia más joven de México. Por su parte, la subprovincia fisiográfica denominada 62 Carso Yucateco está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Oriente y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste. Dada la solubilidad de las rocas, son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación. En términos generales muestra una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carece en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial.

**Tabla 8. Provincia fisiográfica dentro del SAR.**

Entidad	Nombre	Superficie (Has)	Representatividad (%)
Provincia	Península de Yucatán	121,215.907	100

En el siguiente mapa se muestran los elementos fisiográficos antes descritos.

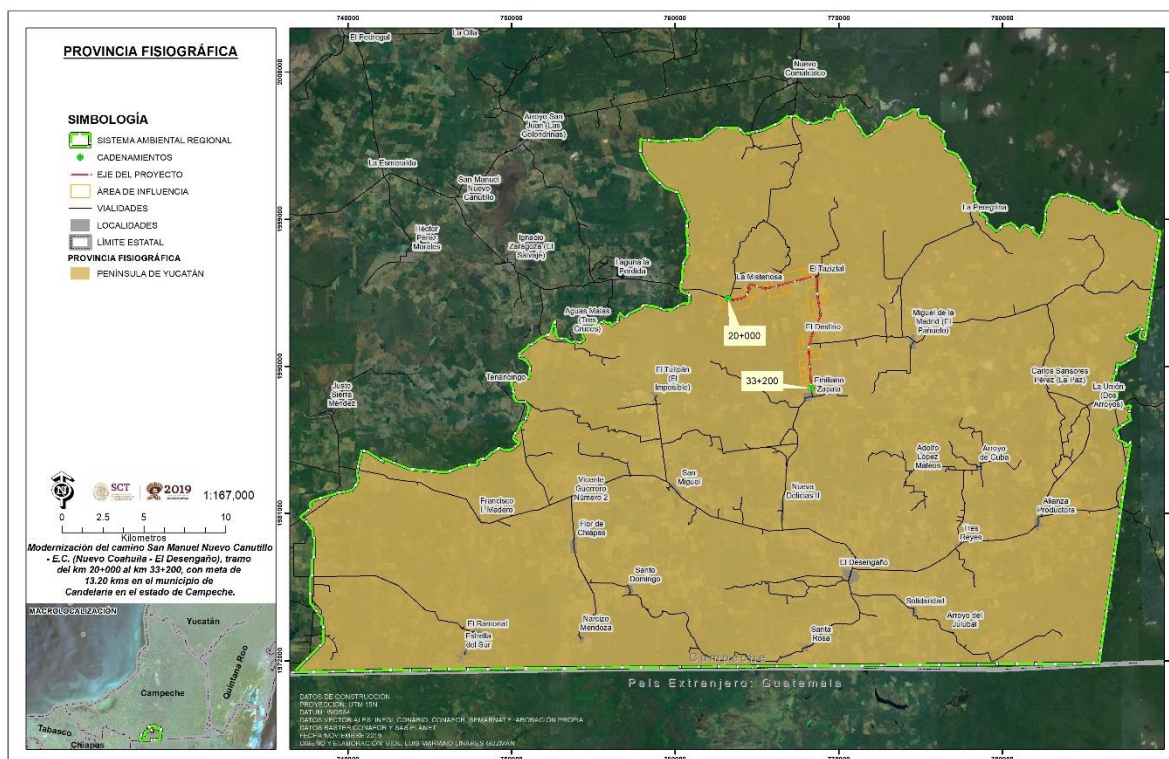


Figura 18. Provincia fisiográfica dentro del SAR.

## Subprovincia fisiográfica

### Carso y Lomeríos de Campeche

En cuanto a la subprovincia fisiográfica 63 Carso y Lomeríos de Campeche, está representada por 2 tipos de topeforma: llanura y lomeríos, de las cuales se tienen las siguientes asociaciones, llanura lacustre con lomeríos, lomeríos bajos con llanuras, lomeríos altos, lomeríos bajos con hondonadas, y una pequeña zona en la parte Noreste de la provincia de sierra baja.

La subprovincia fisiográfica Carso y Lomeríos de Campeche comprende la mayor parte del estado de Campeche, con excepción de sus porciones noroccidental y suroccidental; se interna en el extremo sur del estado de Yucatán, y ocupa también la franja occidental del estado de Quintana Roo, desde sus límites con dicho estado hasta el cauce del río Hondo. Se caracteriza por la presencia de formaciones cerriles de origen cárstico unas, y otras de naturaleza tectónica, en alternancia con amplias planicies y extensos bajos inundables. Dentro del estado de Quintana Roo, abarca una extensión de 10,569.06 km<sup>2</sup>, que equivale a 24.8 % de la superficie del estado; su desplazamiento territorial abarca en su mayor parte la Región Hidrológica 33, y una pequeña área de la 32. Los escurrimientos superficiales en esta subprovincia fisiográfica están representados solamente por el río Azul, afluente del río Hondo, única corriente superficial de carácter permanente en el estado, así como numerosos manantiales y arroyos intermitentes de breve recorrido, los cuales descargan en las depresiones del terreno (bajos inundables) o hacia las aguas freáticas a través de los sumideros naturales y las fisuras del sustrato calizo.

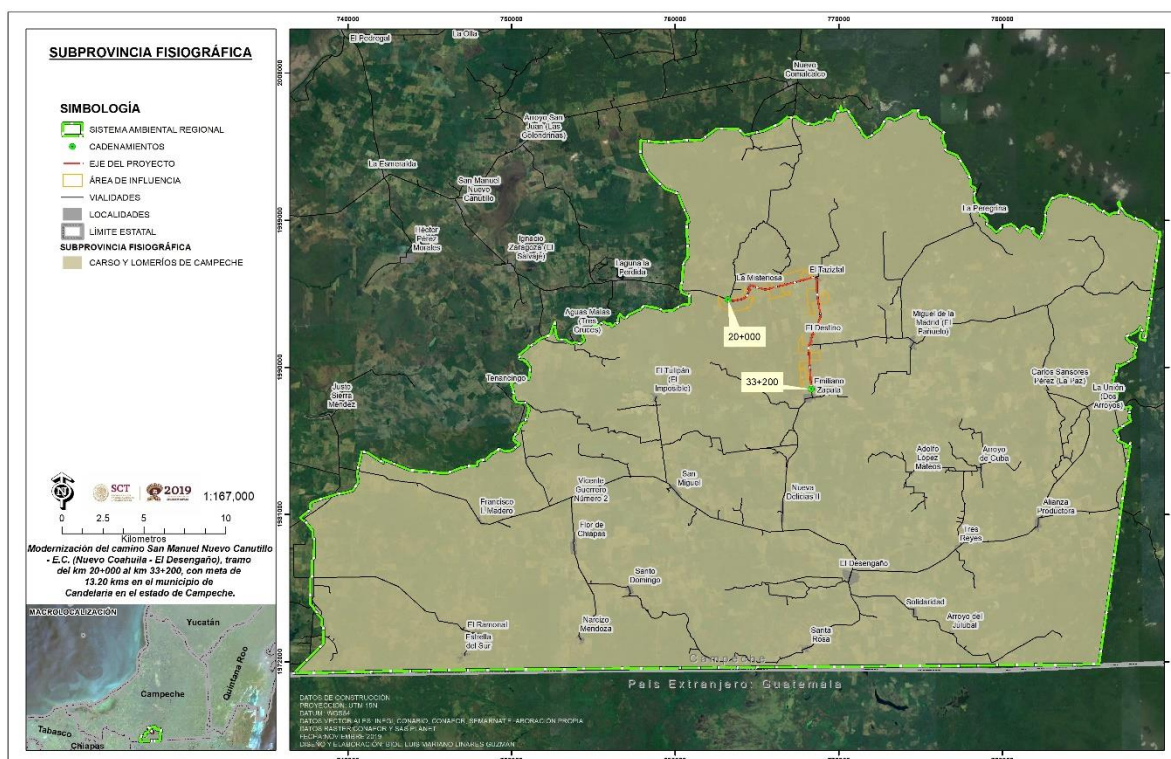
**Tabla 9. Distribución de la Subprovincia fisiográfica.**

Subprovincia Fisiográfica	Estado	Municipios
63. CARSO Y LOMERÍOS DE CAMPECHE	Campeche	Calakmul, Calkini, Campeche, Candelaria, Carmen, Champoton, Escarcega, Hecelchakan, Hopelchen, Tenabo.
	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto, Jose María Morelos, Othon P. Blanco.
	Yucatan	Akil, Halacho, Maxcanu, Muna, Opichen, Oxkutzcab, Peto, Sacalum, Santa Elena, Tekax, Ticul, Tzucacab.

**Tabla 10. Subprovincia fisiográfica dentro del SAR.**

Entidad	Nombre	Superficie (Has)	Representatividad (%)
Subprovincia	Carso Y Lomeríos De Campeche	121,215.907	100

Después de la descripción los componentes fisiográficos, en el siguiente mapa se presenta la subprovincia dentro del SAR delimitado.



**Figura 19. Subprovincia fisiografía dentro del SAR.**

#### 4.2.1.1.3 Suelos

Para el área en donde se llevará a cabo la modernización del tramo carretero, se compone de los siguientes tipos de suelos:

#### Vertisol:

Son suelos de climas semiáridos a subhúmedos y de tipo mediterráneo, con marcada estacionalidad de sequía y lluvias. La vegetación natural que se desarrolla en ellos incluye sabanas, pastizales, matorrales y bosques maderables. Se pueden encontrar en los lechos lacustres, en las riberas de los ríos o en sitios con inundaciones periódicas. Se caracterizan por su alto contenido de arcillas que se expanden con la humedad y se contraen con la sequía, lo que puede ocasionar grietas en esta última temporada. Esta propiedad hace que aunque son muy fértiles, también sean difíciles de trabajar debido a su dureza durante el estiaje y a que son muy pegajosos en las lluvias (FAO, 2001).

#### Gleysol:

Suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad, como las llanuras costeras de Veracruz y Campeche, así como en las llanuras y pantanos tabasqueños donde son los suelos más importantes por su extensión. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo. La vegetación natural que presentan generalmente es de pastizal y en algunas zonas costeras, de cañaveral o manglar. Son muy variables en su textura, pero en México predominan más los arcillosos, esto trae como consecuencia que presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación. Regularmente estos suelos presentan acumulaciones de salitre. Se usan en el sureste de México para la ganadería de bovinos con resultados moderados a altos. En algunos casos se pueden destinar a la agricultura con buenos resultados en cultivos como el arroz y la caña que requieren o toleran la inundación.

#### Rendzina:

Las rendzinas líticas que se presentan en el SAR que se relacionan con las de tipo tzequel y pus'lumm, de la terminología Maya, con alto contenido de arcilla y materia orgánica, pedregoso y con buen drenaje constituyen el 75% de los suelos. Su productividad es baja.

Los suelos de la región son de origen calcáreo, en la mayoría de los casos son delgados y pobres por la lixiviación que sufren, debido a las lluvias torrenciales y altas temperaturas. Las unidades de suelo más frecuentes son las yaaxhom que son suelos coluviales, que pueden considerarse suelos fértiles, pero con una economía de agua inestable.

Existen en menor porción los akalches, y los suelos kankab que son más o menos desarrollados, presentan una estructura arcillosa y un buen contenido de materia orgánica.

En la siguiente tabla se presentan los elementos edafológicos registrados a nivel SAR.

**Tabla 11. Suelos registrados en el SAR y su porcentaje de representatividad espacial.**

Clave	Tipo 1	Subtipo 1	Tipo 2	Subtipo 2	Tipo 3	Textura	Superficie (has)	Representatividad (%)
E+Vp+I/3/L	Rendzina		Vertisol	pélico	Litosol	Fina	120,298.80	99.243
H2O							845.351	0.697

Gv+Vp/3	Glaysol	vértico	Vertisol	pélico		Fina	71.755	0.059
Total							121,215.90	100.000

En el siguiente mapa se muestran los elementos edafológicos dentro del SAR.

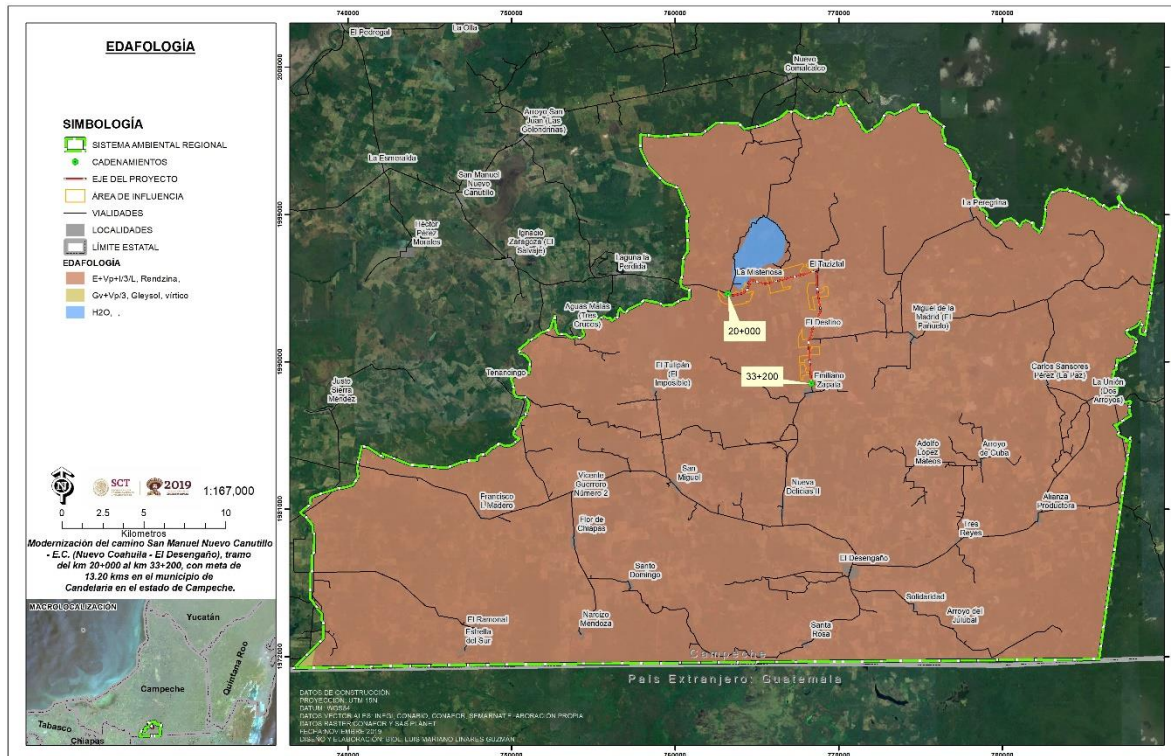


Figura 20. Distribución espacial de los suelos dentro del SAR.

#### 4.2.1.1.4 Agua

El estado de Campeche, cuenta con 4 regiones, 7 cuencas hidrológicas y 2 200 km<sup>2</sup> de lagunas costeras. Forma parte de lo que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha denominado Región Hidrológica XII, Península de Yucatán, en la cual, 98% del territorio de Campeche ha sido dividido en dos sub-regiones: Poniente y Candelaria. Esta última sub-región cuenta con la zona de mayor precipitación pluvial de la zona, y es una de las que presenta valores más altos en el país (1 700 y 1 800 mm), con un promedio de 1 169 mm de precipitación anual (CONAGUA, 2006B).

Las anteriores características han permitido que en esta zona de la Península y particularmente en la porción sur-suroeste del territorio de Campeche, se concentre el mayor número de corrientes superficiales (ríos, lagos, lagunas y esteros).

#### Región hidrológica Grijalva – Usumacinta:

La Región Hidrológica Número 30 Grijalva-Usumacinta se localiza en el sur de la República Mexicana, en los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Tabasco y Campeche, delimitada

geográficamente entre los meridianos 94 ° 13' a 89 ° 22' de longitud oeste y los paralelos 15 ° 15' al 19 ° 2' de latitud norte. Dicha Región Hidrológica está conformada por un total de 83 cuencas hidrológicas, dentro de ellas se encuentra la cuenca Laguna de Términos que es donde se ubica el presente proyecto.

#### Cuenca Laguna de Términos:

La Laguna de Términos recibe grandes volúmenes de flujos de agua dulce que varían según las estaciones de una cuenca de 49.700 kilómetros cuadrados que drena partes de la Península de Yucatán, las tierras bajas de Tabasco y las tierras altas de Chiapas y Guatemala. La porción oriental de la cuenca de la Laguna de Términos en el Yucatán tiene suelo calcáreo, poca precipitación y un drenaje de la superficie poco significativo. Al oeste y al sur, el río Palizada, un tributario del río Usumacinta, drena un área mucho más grande compuesta de suelo fluvial con mucha precipitación. El sistema Usumacinta-Palizada drena un mosaico de paisajes que han sufrido fuertes impactos y que han pasado de ser originalmente bosques secos y húmedos a ser tierras de pastoreo y agrícolas habitadas por una población que crece rápidamente.

Cuatro sistemas fluviales contribuyen a la afluencia de agua dulce en la Laguna de Términos:

- Los ríos Candelaria y Mamantel desaguan en la laguna secundaria Panlao en la costa centro-sureña.
- El río Chumpan desagua en la laguna secundaria Balchacah.
- El río Palizada desagua en la cadena de lagunas Viento Este-Vapor.
- El río San Pedro-San Pablo desagua en una cadena de lagunas secundarias (Pom-Atasta) a lo largo de la costa occidental cerca de la boca del Carmen. (INEGI. Hidrología superficial 2019).

Las cuatro subcuencas que desaguan en la Laguna de Términos están dominadas por la cuenca del río Usumacinta que drena el 80 por ciento del total del área. La cuenca del Usumacinta se extiende a los estados vecinos de Tabasco y Chiapas y a las tierras altas de Guatemala. Tanto el río Palizada como el río San Pedro-San Pablo son tributarios del Usumacinta. El 16 por ciento de la cuenca de Candelaria también se sitúa en Guatemala. Esta es una fuente importante de afluencia de agua dulce superficial a la parte oriental de la laguna. Las fuentes locales de agua dulce, incluidas las descargas de agua subterránea proveniente de la topografía cárstica que bordea la laguna por su lado oriental, son probablemente importantes para el mantenimiento de los hábitats localizados cerca de los puntos de descarga.

**Tabla 12. Elementos hidrológicos dentro del SAR.**

Clave	RH	Cuenca	Subcuenca	Tipo	Drenaje	Superficie (Has)	Representatividad (%)
RH30	Grijalva - Usumacinta	L. De Términos	Varias	Abierta	Frontera	121,215.907	100



Después de la descripción los componentes hidrológicos superficiales, en el siguiente mapa se evidencian cada uno de estos elementos dentro del sistema ambiental regional delimitado.

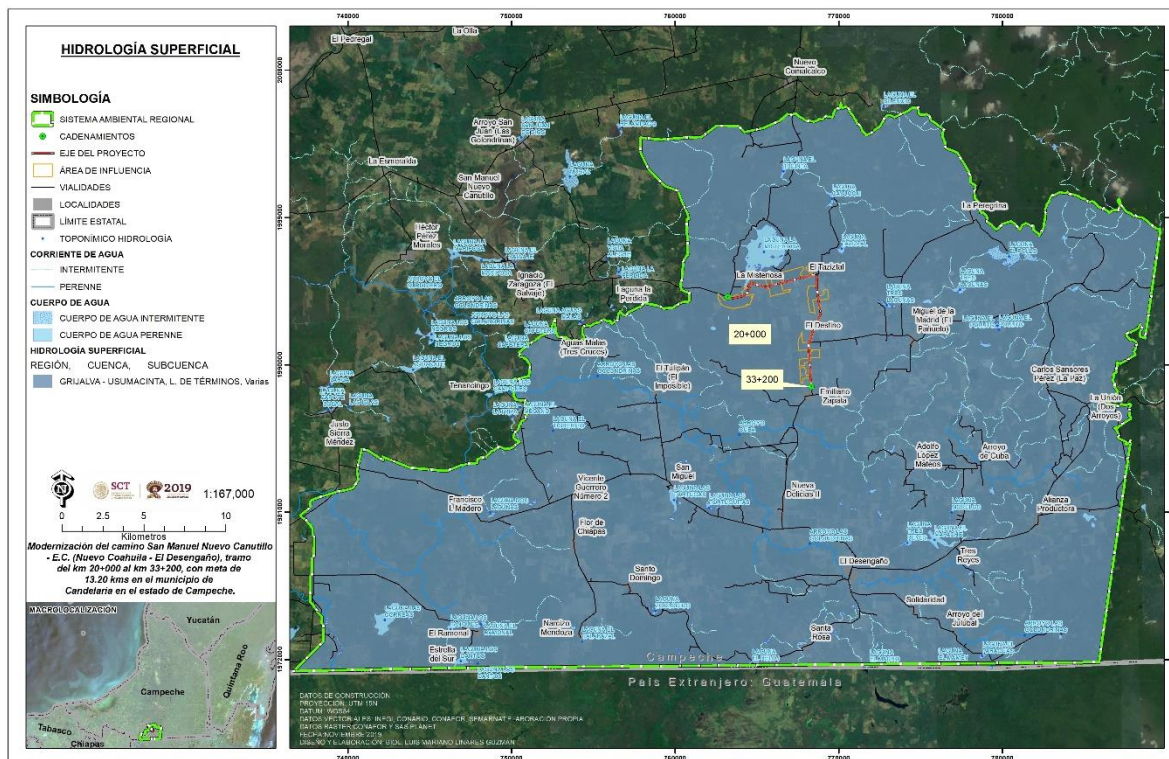


Figura 21. Hidrología superficial dentro del SAR.

Microcuencas hidrológicas:

Dentro de la unidad de análisis (sistema ambiental regional) se registran distintas unidades denominadas microcuencas las cuales delimitan las corrientes superficiales. En la siguiente tabla se presentan las corrientes detectadas.

Tabla 13. Microcuencas hidrológicas dentro del SAR.

Microcuencas	Superficie (has)	Representatividad (%)
La Misteriosa	28,409.827	23.437
Itzankanac	7,859.666	6.484
Tulipán (El Imposible)	11,559.665	9.536
Carlos Sansores Pérez (La Paz)	8,307.047	6.853
Adolfo López Mateos	6,368.314	5.254
San Miguel	36,336.111	29.976
Juntos Progresamos	22,375.277	18.459
Total	121,215.907	100.000

De acuerdo al mapa presentado, el proyecto abarca tres microcuencas denominadas: Tulipan, La Misteriosa y Itzankanac tal como se muestra en el siguiente mapa.

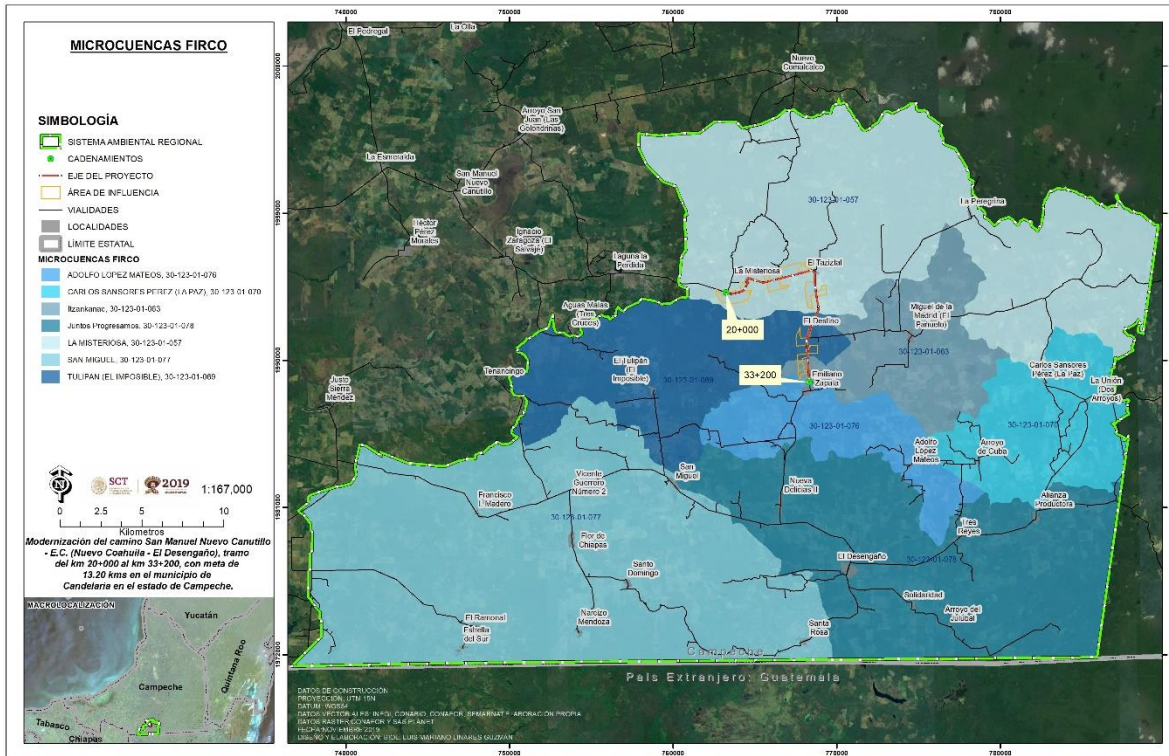


Figura 22. Distribución espacial de microcuencas dentro del SAR.

En base a los recorridos de campo, de las tres microcuencas involucradas, solo en la microcuenca La Misteriosa se localizan algunos cuerpos de agua superficial, tal como se observa en la siguiente imagen.



Figura 23. Cuerpos de agua observados dentro del SAR. Ningún cuerpo de agua se encuentra en el área de proyecto será afectado.

### Hidrología subterránea

La naturaleza cárstica en el SAR es una de las causas de que la mayor fuente de agua en la región sea el agua subterránea, donde el nivel freático se encuentra a profundidades que van de 6 m a 90 m; es esta la principal fuente de agua para todos los usos y también el principal cuerpo receptor de la precipitación que se infiltra y de las aguas residuales. A partir de los análisis y estimaciones previas de la CONAGUA (2006), se establece que este acuífero se encuentra sobre una interfase de agua, con grandes espesores de agua dulce en el sur, que disminuye hasta tener capas delgadas; tiene una alta dinámica de desplazamiento, y su velocidad de flujo se estima en aproximadamente 40 m/hora, alimentado por la infiltración de aguas de lluvia y los volúmenes que se descargan después de los usos superficiales.

El volumen total de lluvia que se precipita en la región es del orden de 169 905.26 hm<sup>3</sup> al año; la mayor parte se infiltra y genera grandes volúmenes de agua que viajan a velocidades mínimas, que parten desde el punto topográficamente más alto del Estado, ubicado al sur con los límites de Guatemala. (Custodio, E., 1983).

Tabla 14. Hidrología subterránea presente en el SAR.

Descripción	Superficie (has)	Representatividad (%)
Cretácico medio e inferior. Terciario (península de Yucatán). Rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas (calizas y areniscas). Permeabilidad alta (localizada).	121,215.907	100

Después de la descripción los componentes de hidrología subterránea, en el siguiente mapa se evidencian cada uno de estos elementos dentro del sistema ambiental regional delimitado.



La cifra indica que existe volumen disponible de 5, 759, 221,028 m<sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Península de Yucatán. (CONAGUA, 2015).

En el siguiente mapa se muestra el acuífero dentro del SAR.

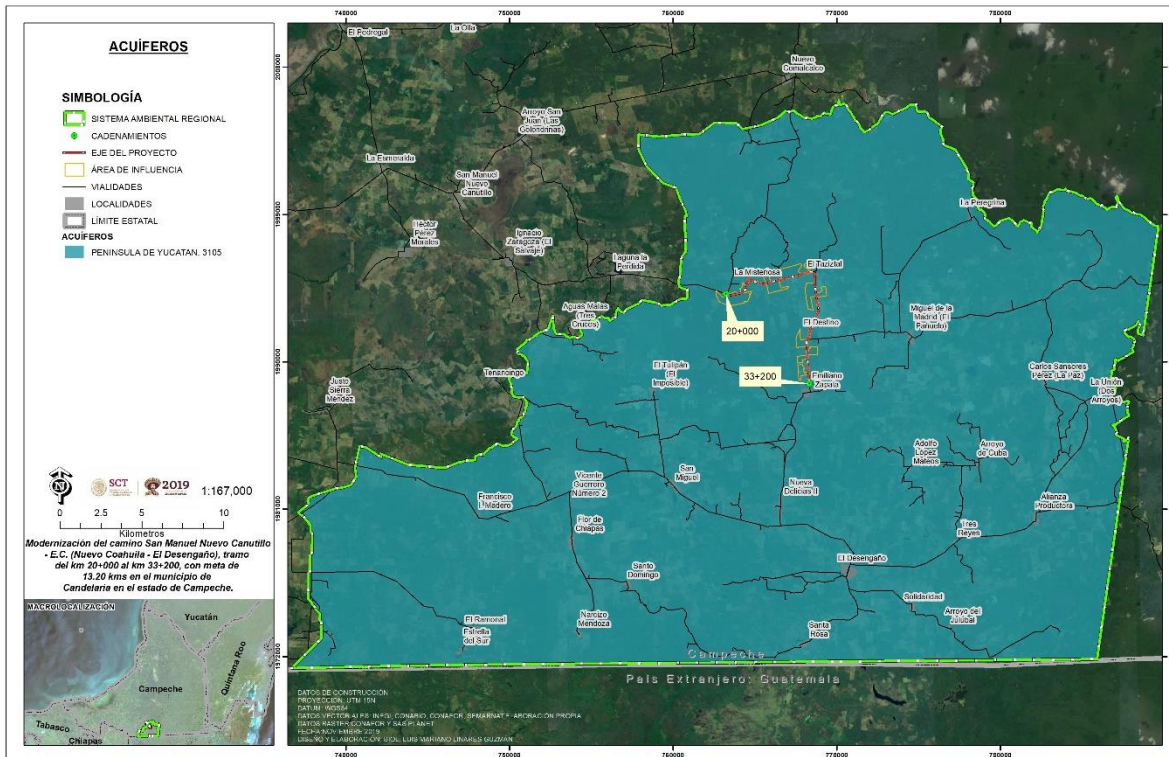


Figura 25. Acuífero dentro del SAR.

a) Se identificarán a nivel de trazo las principales corrientes de agua que cruza el camino.

Para la localización de las obras de drenaje existentes en el camino en estudio, se realizó un recorrido en dicho tramo a fin de constatar el tipo, características físicas y geométricas de las obras, estado físico, etc. Las obras de drenaje menor están compuestas de tubos de acero o lámina, se encontraron, en esos elementos, con alto nivel de corrosión y deformaciones. En general, las obras de drenaje se encontraron con algún nivel de azolve y vegetadas tanto a la entrada como a la salida de las mismas.

El flujo de aguas en las obras de drenaje menor es de carácter torrencial mientras que en la del puente es de carácter perene; por tal motivo, se considera que las obras de drenaje en cuanto a cantidad y ubicación son suficientes para la capacidad hidráulica de la zona de estudio.

Dentro del tramo de estudio se encontraron 28 obras de drenaje menor, los cuales se consideran suficientes para drenar el volumen hidráulico que se genera en la zona; sin embargo, se pretenden modificarlas para mejorar su rendimiento y estado físico.

Las obras de drenaje se modificarán en cuanto a su longitud debido a la ampliación de camino en estudio; además, se propone aumentar el área hidráulica de las obras de drenaje menor y cambiarlas por tubos de concreto de 1.05 m de diámetro para mejorar las características físicas de los elementos, manteniendo la cantidad de tubos por obra.

A continuación, se presenta la ubicación de cada una de las obras de drenaje:

**Tabla 15. Obras de drenaje detectadas en campo para el proyecto.**

#	Estación (KM)	Tipo de obra de drenaje	Observación	Esviaje	Estado físico	Obra propuesta
						Dimensiones en (m)
1	20+633	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	30° izq.	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
2	20+950	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
3	21+549	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
4	21+810	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
5	21+943	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
6	22+914	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
7	23+063	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
8	23+624	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
9	24+716	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
10	24+957	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
11	25+195	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
12	25+313	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
13	25+954	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
14	26+460	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
15	26+633	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
16	27+612	3 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	3 T.C. de 1.05 m de Ø
17	27+664	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
18	28+031	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
19	28+645	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	15° der.	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
20	29+069	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
21	29+214	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
22	29+583	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø

#	Estación (KM)	Tipo de obra de drenaje	Observación	Esviaje	Estado físico	Obra propuesta
						Dimensiones en (m)
23	31+006	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
24	32+119	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
25	32+694	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø

- b) En base a INEGI y/o CONAGUA se indicarán las características de cada uno de estos cuerpos de agua, y el tipo de corriente de agua que libra cada obra de drenaje si es arroyo, río, canal, etc.

En base a la información generada y validada por CONAGUA, dentro del área de proyecto se registran corrientes de tipo intermitente, siendo estas de naturaleza temporal.

En base a la información meteorológica reportada por CONAGUA y datos obtenidos en portales de CONABIO, se registra un escurrimiento anual de 0 a 10 mm dado que las condiciones del suelo favorecen la infiltración del agua y una baja cantidad de agua es la que escurre de manera superficial por lo que las dimensiones de las obras de drenaje son las adecuadas para no obstruir el flujo de agua superficial en el área de proyecto. En la siguiente tabla y mapa se observa el escurrimiento registrado en el AP y ubicación de obras de drenaje que serán modificadas como parte de la modernización del proyecto.

**Tabla 16. Escurrimiento medio anual dentro del SAR**

Precipitación	Superficie (has)	Representatividad (%)
0 a 10mm.	101,635.197	83.846
100 a 500mm.	19,580.710	16.154
Total	121,215.907	100.000

En el siguiente mapa se muestra el escurrimiento medio anual de acuerdo a CONABIO dentro del SAR.

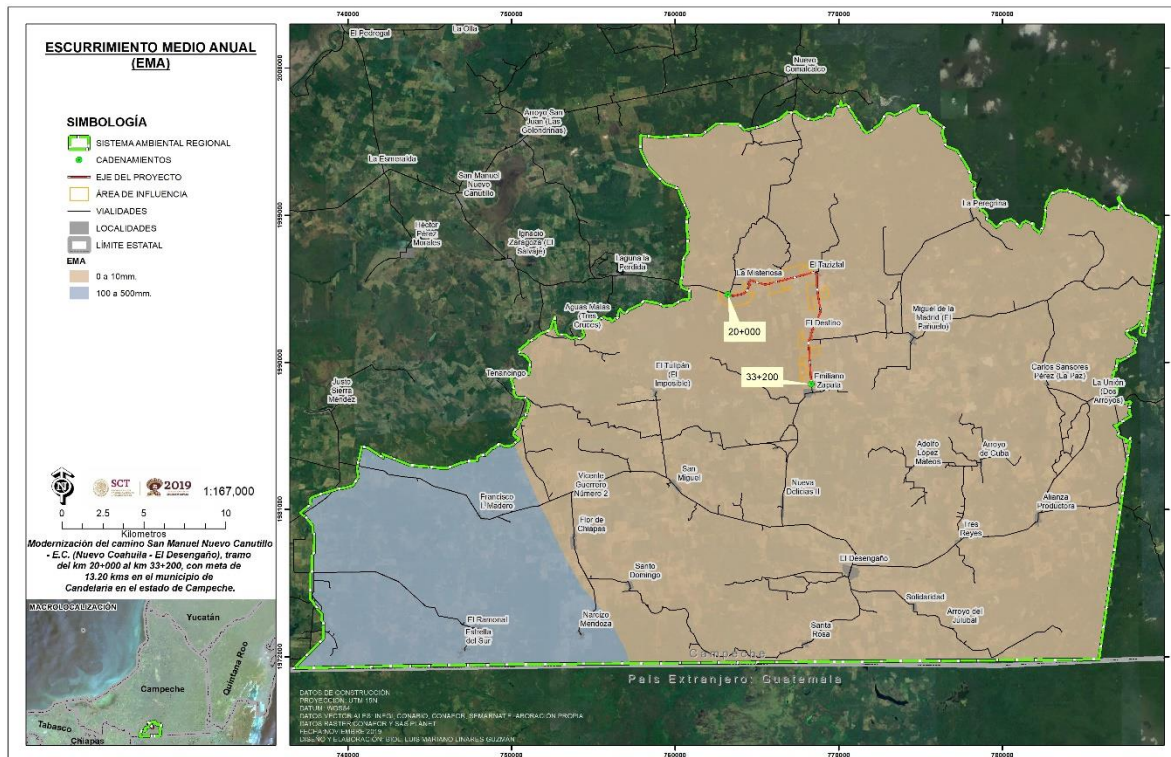


Figura 26. Esgurrimento medio anual en el SAR. Consultar anexo cartográfico.

c) Se indicarán las obras de drenaje que se requieren modernizar y/o construir.

Las obras de drenaje se modificarán en cuanto a su longitud debido a la ampliación de camino en estudio; además, se propone aumentar el área hidráulica de las obras de drenaje menor y cambiarlas por tubos de concreto de 1.05 m de diámetro para mejorar las características físicas de los elementos, manteniendo la cantidad de tubos por obra.

Además, se deberá limpiar las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje, evitando se mantengan vegetadas y propiciando el mejor desempeño hidráulico de las mismas. Aunado a lo anterior, se deberán construir las obras de drenaje complementarias necesarias a fin de mejorar el drenaje superficial sobre el camino.

Tabla 17. Obras de drenaje detectadas en campo para el proyecto.

#	Estación (KM)	Tipo de obra de drenaje	Observación	Esviaje	Estado físico	Obra propuesta
						Dimensiones en (m)
1	20+633	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	30° izq.	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
2	20+950	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
3	21+549	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
4	21+810	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø



#	Estación (KM)	Tipo de obra de drenaje	Observación	Esviaje	Estado físico	Obra propuesta
						Dimensiones en (m)
5	21+943	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
6	22+914	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
7	23+063	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
8	23+624	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
9	24+716	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
10	24+957	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
11	25+195	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
12	25+313	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
13	25+954	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
14	26+460	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
15	26+633	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
16	27+612	3 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	3 T.C. de 1.05 m de Ø
17	27+664	2 T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	2 T.C. de 1.05 m de Ø
18	28+031	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
19	28+645	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	15° der.	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
20	29+069	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
21	29+214	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
22	29+583	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
23	31+006	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
24	32+119	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø
25	32+694	T 0.90 m Ø	tubo de concreto	normal	regular	1 T.C. de 1.05 m de Ø

- d) Se deberán incluir los planos y/mapas necesarios para el correcto análisis, y que para este rubro se recomiendan capas de información topográfica de INEGI escala 1: 50 000.

Los mapas donde se muestra a detalle cada uno de los escurrimientos que atraviesa el proyecto se incluye en el anexo cartográfico del presente estudio.

#### 4.2.1.1.5 Aire

Las fuentes de contaminación del aire generadas por la población son clasificadas en fijas y móviles. Las primeras, corresponden a las de tipo industrial y comercial, en sus diferentes giros, como las refinerías, fundidoras, termoeléctricas, cementeras, de la construcción y de la industria química, fundamentalmente.

Las fuentes móviles son aquellas conformadas por los vehículos automotores que utilizan gasolina y diesel como combustible. También son causas de emisiones contaminantes los procesos de combustión empleados para obtener calor, transformar energía y dar movimiento, dependiendo de las características de los equipos, a su excesivo e inadecuado uso y a la calidad de los combustibles empleados.

Para el presente proyecto, cuando se ejecuten las obras y con motivo de los movimientos de tierra derivados de la modernización del camino, se producirá un incremento en la emisión de partículas, que temporalmente pueden ocasionar niveles de emisión elevados de partículas en suspensión y sedimentables. También ocurrirán emisiones de contaminantes por vehículos pesados (camiones y maquinaria). Con el incremento en el tráfico vehicular generará un aumento de las emisiones principales como el monóxido y dióxido de carbono (CO y CO<sup>2</sup>), hollín y alquitranes con un cierto contenido de plomo.

#### Atmósfera

De acuerdo al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, en su programa del “Inventario Nacional de Emisiones de fuentes móviles para México 2013 y su proyección a 2030”; con el fin de mejorar el área de la gestión de la calidad del aire y evaluación de sus efectos en la salud además de sentar bases técnicas para realizar mejores evaluaciones de la calidad del aire e impacto ambiental, registro las estimaciones de emisiones de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono (CO), amoníaco (NH<sub>3</sub>) y partículas suspendidas (PS) con diámetros aerodinámicos menores a 10 µm (PM<sub>10</sub>) y 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>) y los agentes causales de cada uno de los gases que se emiten al ambiente para el municipio de Candelaria Campeche. (INECC, 2014).

Los resultados del inventario a nivel municipal se muestran a continuación:

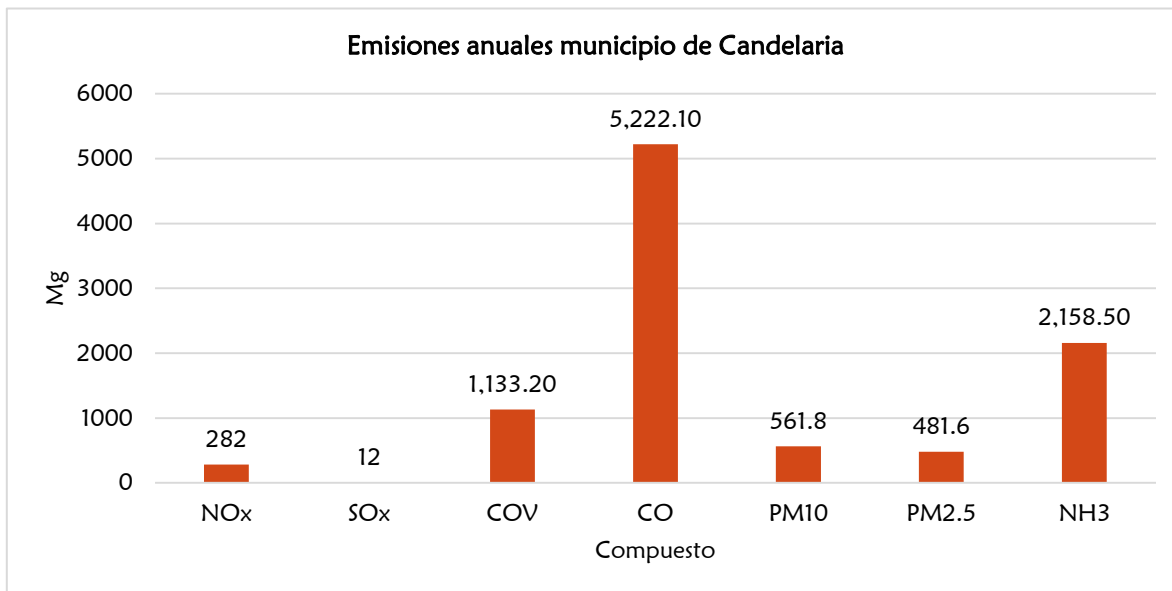
**Tabla 18. Componentes emitidos a la atmosfera en Candelaria**

Municipio	Unidad de medida	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	COV	CO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NH <sub>3</sub>
Candelaria	Mg	282	12	1,133.20	5,222.10	561.8	481.6	2,158.50

El crecimiento demográfico en el municipio de Candelaria, el incremento del parque vehicular, las malas condiciones mecánicas del mismo, áreas con suelos desnudos y deforestados, son algunos de los factores más importantes que han traído consigo que el problema en el aumento de gases contaminantes.

De acuerdo a los datos obtenidos del Inventario Nacional de Emisiones, se encuentra que la aportación municipal de emisiones a la atmósfera (sin contar fuentes naturales) no son

significativas en relación al total estatal. En la gráfica siguiente se muestran la distribución de compuestos registrados para el municipio de Candelaria.



Gráfica 2. Emisiones registradas para el municipio de Candelaria

Con base en estos datos y en la visita de campo, se puede decir que las principales fuentes de emisiones a la atmósfera en la zona de estudio, provienen de la combustión doméstica regional; los vehículos que no circulan por carretera (asociados éstos a las actividades agropecuarias dentro del SAR) y en menor cantidad a fuentes de área (pequeñas industrias, polvo, etc.) y fuentes fijas. También se observa que estas emisiones no comprometen la calidad del aire dentro de la zona, considerando la demografía de la región y las actividades económicas principales. En la siguiente figura se evidencia algunos factores observados en campo.



Figura 27. Condiciones actuales y su influencia para las condiciones del aire en la región.

En la figura A, se observa la presencia de ganado vacuno en distintos puntos del camino que forma parte del proyecto, siendo este la única vía de movilidad de los habitantes de la zona. Figura B se observó la presencia de zonas con cultivo de pastizales para alimento del ganado siendo esta actividad como fuente de ingresos económicos. Figura C, deforestación en la región para obtención de leña para consumo doméstico y transformación de zonas forestales hacia pastizales para actividades pecuarias. Figura D, crecimiento poblacional las cuales impactan gradualmente los elementos bióticos y abióticos. Cada una de estas actividades contribuye al deterioro gradual con el paso del tiempo para la calidad del aire y demás servicios ambientales.

#### 4.2.1.2. Medio biótico

En esta sección se describe todo lo relacionado con los seres vivos, tanto de flora como de fauna y de las interacciones entre ellos, para describir y analizar en forma integral el sistema ambiental regional (SAR)<sup>4</sup> que constituye el entorno del proyecto. Los componentes abióticos (4.2.1.1) y los bióticos (4.2.1.2) se interrelacionan entre sí y se requieren unos a otros para el

<sup>4</sup> Límites concretos y con base a criterios relevantes, considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) con los que el proyecto interactúa en espacio y tiempo.

desarrollo de los ecosistemas; las características particulares de cada uno proveen por su parte de diversidad y originalidad a cada ecosistema existente en la zona del proyecto y colindancias.

Partiendo de la identificación de las especies y de los principales procesos biológicos de sus comunidades o de sus poblaciones, se determinó y analizo la calidad ambiental del SAR y AI en lo general, y de la LC donde incidirá el proyecto, empleando indicadores que permitieron corroborar los resultados del análisis para dar un seguimiento ambiental al proyecto. Fue necesario y relevante caracterizar la condición actual de los componentes bióticos de los ecosistemas en la zona de estudio y los procesos ecológicos asociados a los mismos, de forma tal que se construyó una “línea cero” del estado de conservación o integridad funcional actual, debido a los diferentes usos del suelo que han determinado diferentes agentes antropogénicos como principal motor de cambio.

En la siguiente sección se describe la metodología empleada para el levantamiento de información en campo y los resultados obtenidos; en cada sección se detalla cada punto de manera descriptiva-fotográfica, con la finalidad de evidenciar los trabajos realizados y las condiciones ambientales que se presentan actualmente en la zona de estudio.

#### 4.2.1.2.1 Vegetación

##### ✦ **Metodología, levantamiento de información en campo y procesamiento de la información en gabinete.**

La finalidad de este apartado es mostrar la metodología que se llevó a cabo para el levantamiento de información en campo determinando muestreos dentro de las áreas del proyecto (MP), incluye AI/DDV/LC, que en lo sucesivo a esta información será denominado como áreas del proyecto (AP), para facilitar el manejo de la información, y fuera de las áreas del proyecto (MSAR), incluye SAR, para evidenciar y generar soporte ambiental que lograrán identificar, describir y valorar las condiciones actuales en las diferentes unidades de análisis, para constituir uno de los criterios básicos que ayudaron a realizar su análisis ecológico desde diversas perspectivas ambientales, para conocer y demostrar que la remoción de la vegetación a nivel de proyecto donde se llevará a cabo el CUSTF no comprometerá los recursos forestales y la biodiversidad del SAR como unidad de análisis. Dichas actividades fueron enfocadas a alcanzar los objetivos siguientes:

- Caracterización ambiental, descripción y análisis de los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación (USVEG) que se encuentran en el SAR, AI y LC, con la finalidad de conocer su ecología, la condición sucesional, así como la contribución de cambio antropogénico que presentan actualmente.
- Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad: La riqueza específica basada en la cantidad de especies presentes y la estructura que mide la abundancia proporcional dentro y fuera de las áreas del proyecto. En los resultados se muestra la composición florística, formas de vida dominantes, su estratificación cuya información sirva, entre otros, para mostrar la clasificación taxonómica de las diferentes familias, géneros y especies identificadas dentro de los sitios de muestreo, para conocer la proyección de su integración a la comunidad biótica dentro del SAR, AI y LC.

- Utilizar indicadores ambientales para reflejar el estado del medio biótico como herramienta en los procesos de evaluación y de toma de decisiones, para tomar en cuenta medidas de protección y conservación; resulta especialmente importante el origen florístico de las especies nativas e introducidas, la presencia de especies pioneras al disturbio, aquellas que presentan relevancia ecológica y aquellas con algún régimen de protección y/o conservación en materia legal de acuerdo con la normatividad ambiental vigente (NOM-059-SEMARNAT-2010), para conocer si en la zona existen especies o poblaciones de estas con alguna categoría de riesgo y su distribución actual.

La metodología empleada para fines de este documento se divide en dos fases, el trabajo de campo y gabinete, donde cada una de las actividades realizadas fue enfocada alcanzar los objetivos planteados.

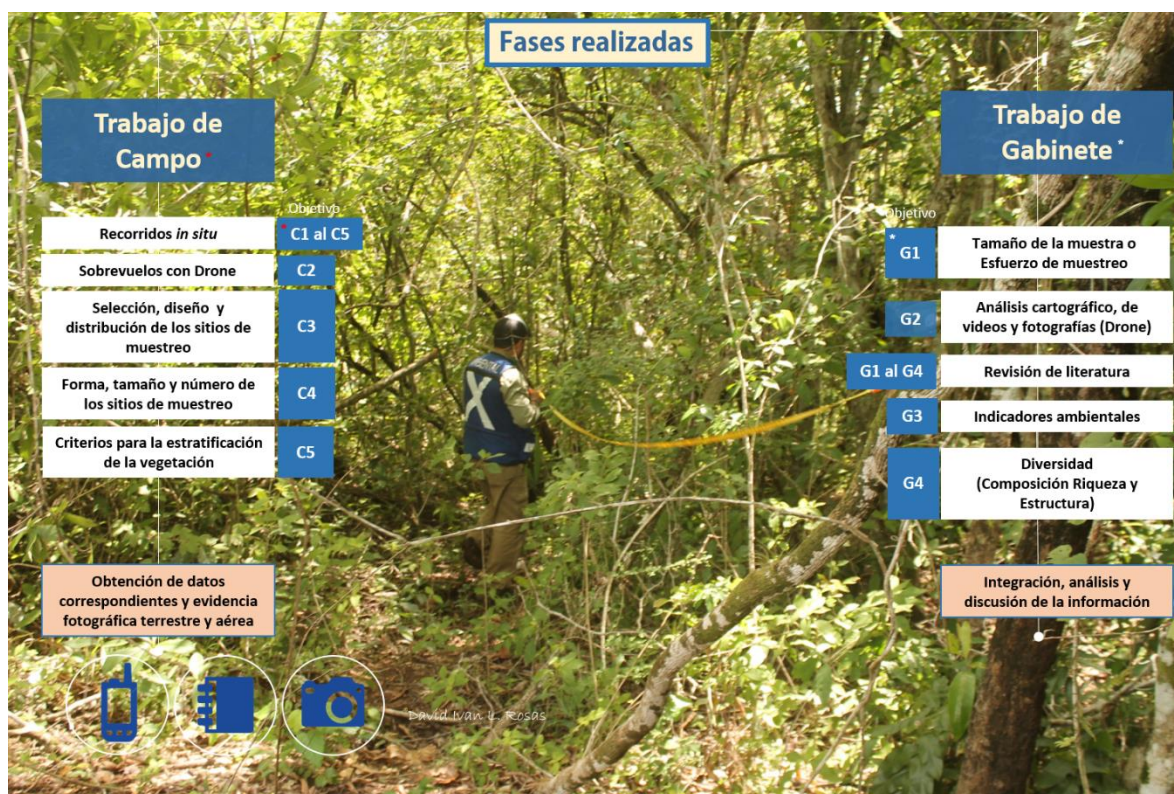


Figura 28. Esquema que muestra las fases realizadas para el levantamiento y procesamiento de la información.

La descripción de cada una de las actividades realizadas se muestra a continuación en base a la letra y numeración de los distintos objetivos que se presenta en el esquema anterior, comenzando con el trabajo de campo y posteriormente gabinete.

**Recorridos *in situ* (C1 al C5):** Se realizó una visita a campo para conocer las condiciones ambientales dentro y fuera de las áreas del proyecto; para ello, resultó importante el reconocimiento del terreno. Pevio a la salida de campo se utilizaron y consultaron sistemas de información geográfica (SIG) e imágenes satelitales, para la generación de mapas preliminares, para conocer la ubicación espacial del proyecto, como principal marco de

referencia y tener una base sólida de estudio; además se tomaron fotografías a nivel de paisaje y de las especies observadas durante los recorridos y sitios de muestreo, con la finalidad de mostrar evidencia fotográfica-descriptiva de las condiciones ambientales actuales que se presentan en el SAR, AI y LC.



Figura 29. Recorridos realizados dentro de las áreas del proyecto (AP), incluye AI/DV/LC.



Figura 30. Recorridos realizados fuera de las áreas del proyecto (SAR).



Figura 31. Levantamiento fotográfico a nivel de paisaje y de las especies observadas durante los recorridos realizados.

**Sobrevuelos tomados con Drone (C2):** En la zona de estudio se utilizó un Drone (Phantom 3 Advanced), con la finalidad de conocer a un nivel aéreo las condiciones que se presentan en el SAR, AI y LC; esto ayudó a conocer con una mayor perspectiva los distintos USVEG y una mayor visualización del área a nivel de paisaje. De manera inicial se consultaron datos para conocer restricciones de vuelo (no fly zone).



**Figura 32. Empleo de Dron (DJI Phantom 3 Advanced), las imágenes muestran los sobrevuelos realizados dentro del SAR, AI y LC.**

Posteriormente se realizó un plan de vuelo, en cada sitio de despegue para poder tener una referencia espacial se tomó un punto de control, esto consistió en referenciar en tierra un punto con el GPS, donde se colocó una diana de control, después se posiciono el terreno con una fotografía tomada con el Dron a 90°, manteniendo una altura de 70 m aproximadamente; de esta manera se procedió a realizar los recorridos aéreos tomando fotografías de forma oblicua y vertical en distintos puntos del SAR, AI y LC en toda la longitud del proyecto.



**Figura 33. En cada punto de despegue se tomó una coordenada con la ayuda de un GPS y posteriormente se tomó una fotografía aérea perpendicular con el Dron para tener una referencia espacial ubicando una diana de control.**



Una vez que el Drone estaba en el aire se tomaron fotografías en distintos puntos cardinales para conocer la perspectiva del paisaje del AI y del SAR.



Figura 34. Fotografías aéreas que muestran diferentes matrices del paisaje dentro del SAR/AI/LC.

Finalmente, la información fue utilizada en la evaluación del proyecto; vale la pena mencionar, que a nivel de LC de toda la longitud del proyecto se llevó a cabo un levantamiento fotográfico aéreo que sirvió para poder generar un ortomosaico del proyecto (Consultar anexo 3 – 3.5), mediante un trabajo de SIG, con la finalidad de conocer con mucho mayor detalle las superficies forestales existentes dentro de las superficies consideradas.



Figura 35. Fotografías aéreas que muestran las condiciones actuales del camino dentro de la LC.

**Selección, diseño y distribución de los sitios de muestreo (C3):** En la mayoría de estudios relacionados a la vegetación no es práctico y resulta imposible enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por ello, hay que realizar muestreos de la misma y así estimar el valor de los parámetros de una población (Mateucci y Colma, 1982). Considerando lo anterior, para determinar el diseño de los sitios de muestreo, se realizó un muestreo dirigido (no probabilístico); ya que los muestreos fueron dirigidos a superficies que presentaran cobertura forestal dentro y fuera de las áreas del proyecto. El muestreo dirigido consiste en seleccionar las unidades elementales de la población según el juicio de los evaluadores, dado que las unidades seleccionadas gozan de representatividad (Newton, 2007).

El muestreo dirigido bien manejado puede ser de mucha utilidad; la confiabilidad de los resultados muestrales en éste depende, en gran medida de la calidad de los conocimientos o del juicio del evaluador. Para la ubicación de los sitios de muestreo dentro y fuera de las áreas del proyecto, se determinó en función de las características representativas de los mismos, tales como: el estado de conservación de la vegetación natural y la heterogeneidad de la vegetación. Un mayor grado de conservación hace a un punto elegible por sobre de los que presentan un grado de conservación menor.

El diseño de muestreo debe ser acorde con los objetivos del inventario forestal, y estar determinado por la clase de unidades de muestreo, su tamaño y forma, seguido por los procedimientos de medición en las unidades seleccionadas y el análisis de los datos resultantes (Romahn, V. y Ramírez, M. 1994). Por otra parte, los mismos autores señalan que para determinar la forma de los sitios de muestreo se deben considerar, básicamente, los problemas prácticos que se puedan presentar al delimitar directamente en el campo, las diferentes formas factibles de uso, los objetivos mismos del inventario, la zona por inventariar, etc., y en ese sentido, los sitios de muestreo pueden tener la forma que más convenga a las posibilidades y tiempo disponibles, de tal manera que se pueden tener sitios cuadrados, rectangulares o circulares, principalmente.

Cabe señalar, que de las formas antes referidas, los cuadrados son los que menos se han utilizado, la razón es que, para delimitarlos en el terreno es necesario trazar el cuadro “a rumbo y distancia”, el cual, muchas veces, en terrenos accidentados “no cierra”, modificándose de esta manera la superficie establecida para el sitio, cuando se trata de sitios relativamente grandes, ya que en superficies de sitios pequeños puede considerarse que la delimitación se hace sin mucho riesgo de error, (Romahn, V. y Ramírez, M. 1994).

En ese sentido, los muestreos dentro de las áreas del proyecto (superficies que incluyen AI/DV/LC) y para los muestreos fuera de las áreas del proyecto (superficies que incluyen SAR), se consideró importante el uso de parcelas circulares, en ambos casos fue importante que tuvieran la misma superficie, para poder ser comparables. Vale la pena mencionar, que cada sitio de muestreo se consideró de 400m<sup>2</sup>; sin embargo, debido al ancho tan reducido de la LC en áreas requeridas para la modernización y que dentro de esta a su vez se encuentra el camino actual conformado en pavimento donde no hay vegetación, se decidió en campo hacer los sitios de muestreo en superficies que incluyen el DDV, AI y LC, ya que el radio de cada sitio es de 11.28 m, buscando la forma en todo momento de poder registrar vegetación y obtener la diversidad florística en la zona de estudio.



Figura 36. Interpretación esquemática de los muestreos determinados para el proyecto.

En el caso de las parcelas circulares se tiene un perímetro menor, se reduce el error de incluir o excluir individuos en la periferia de la parcela. Este método es muy usado para inventarios forestales por ser fácil de establecer y evaluar, solo se requiere elegir un punto en el centro, sobre el cual se tira una línea o cuerda con una distancia preestablecida que corresponde al radio de una circunferencia. Entre las ventajas, en comparación con los sitios cuadrangulares y rectangulares se enlistan las siguientes:

- Su gran popularidad radica en la relativa facilidad para delimitarlos, ya que una vez establecida la posición de su centro basta con “lanzar” radios desde éste hacia la periferia.
- Los tamaños o superficies más adecuadas para un sitio circular estarán en función de lo que se quiera evaluar.

Adicional a lo anterior, se debe indicar que para este tipo de unidades de muestreo se registra exclusivamente la coordenada central de cada sitio de muestreo y se deja la marca correspondiente, evitando tomar coordenadas en cada uno de los vértices, con lo cual se disminuye la incertidumbre del error de precisión al momento de alimentar el Sistema de Información Geográfica (SIG), (Romahn, V. y Ramírez, M. 1994). En este sentido, se utilizaron imágenes satelitales de Google Earth, SIG y fotografías terrestres y aéreas para identificar el USVEG que se distribuye en la zona de estudio realizando recorridos in situ. El diseño de muestreo fue dirigido y dentro de cada sitio fue estratificado en base a las diferentes formas de vida observadas. Las mediciones de las características de interés se llevaron a cabo en los sitios de muestreo distribuidos con arreglo a un modelo fijo (Mueller-Dombois y Elenberg 1974); esta metodología es preferida no solo porque permite detectar variaciones dentro de

cada estrato, sino también por su aplicación más sencilla en el campo; y según el patrón espacial de los individuos ofrece una mejor estimación que el muestreo sin estratificar.

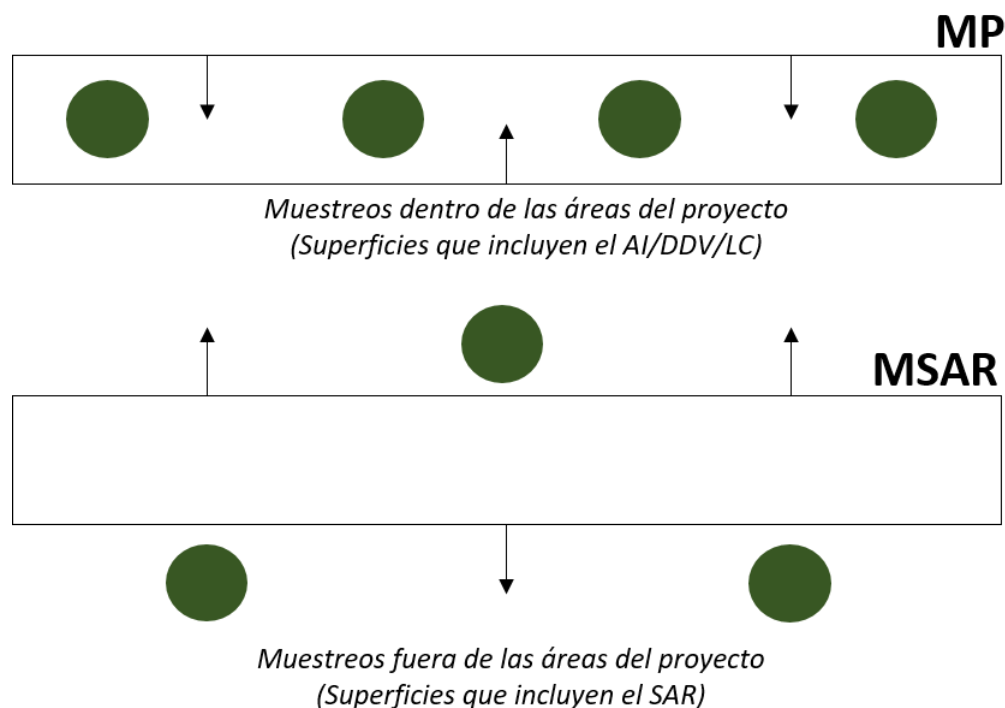
**Forma, tamaño y número de los sitios de muestreo (C4):** Después de revisar detalladamente la selección, diseño y distribución de los sitios de muestreo, como línea base se utilizó la metodología empleada por el Inventario Nacional Forestal (Manual y procedimientos para el muestreo de campo, 2015), sin embargo, se ajustó a los requerimientos y al área de estudio como se ha referido anteriormente. Todos los muestreos realizados fueron estandarizados en relación a las superficies consideradas en cada sitio de muestreo, para poder analizar de forma correcta los resultados obtenidos. Como se ha referido anteriormente se tomaron en cuenta únicamente dos unidades de análisis con fines comparativos:

- Muestreos dentro de las áreas del proyecto (MP).

(Superficies que incluyen AI/DDV/LC).

- Muestreos fuera de las áreas del proyecto (MSAR)

(Superficies que incluyen SAR).

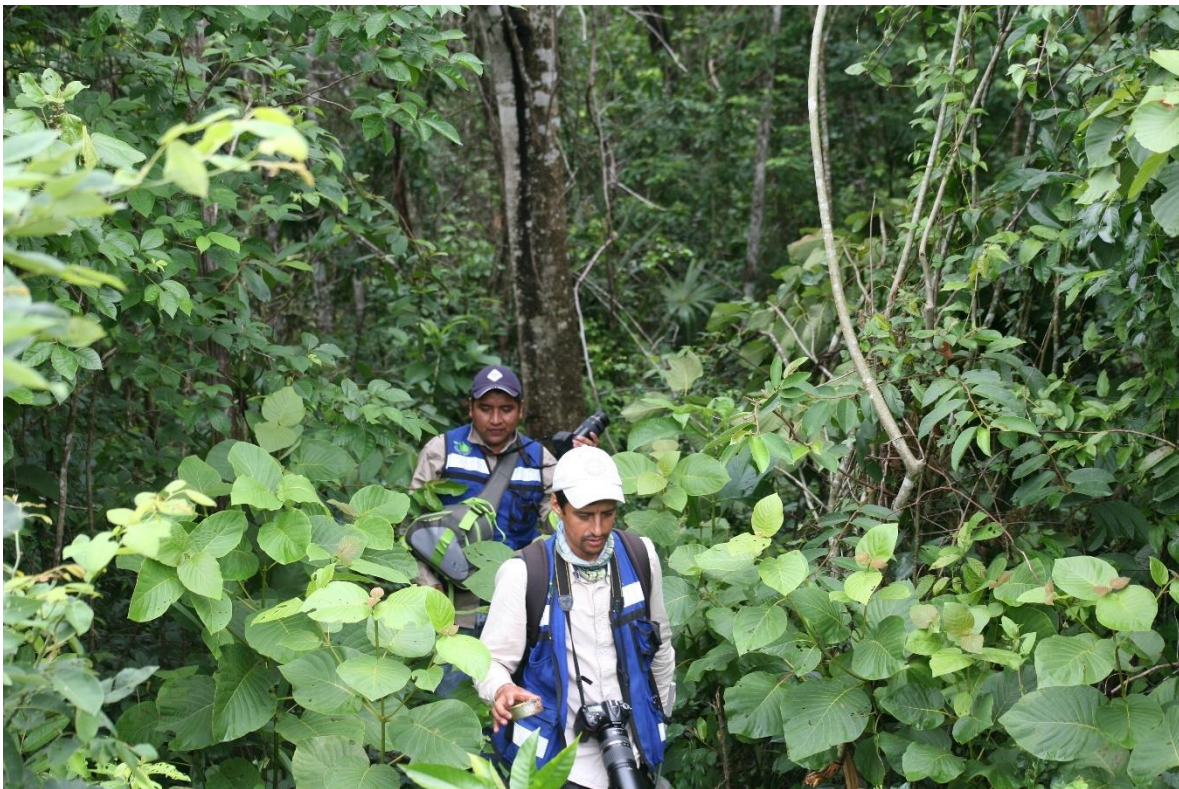


**Figura 37.** Representación esquemática de las dos unidades de análisis consideradas para los MP / MSAR.

En este caso se desea conocer el número de individuos por especie en determinada comunidad, por ello es preciso definir un área de muestreo; hay varios procedimientos rutinarios que utilizan diferentes tamaños y formas de parcelas de acuerdo con las propias

necesidades del proyecto o monitoreo (Barbour et al. 1999, Newton 2007). En este sentido, se establecieron un total de (13) sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto y (13) sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto, por medio de parcelas circulares, en ambos casos de 400 m<sup>2</sup>, (radio=11.28 m), dando una superficie para cada sitio de (0.04 ha), esto se definió de acuerdo al tipo de vegetación observada; así mismo, dentro de cada sitio de muestreo se llevó a cabo una subparcela (submuestreo) en el centro de cada sitio con una superficie de 1 m<sup>2</sup> para la evaluación de herbáceas, en ambos casos se recabo información con la finalidad de conocer la riqueza, abundancia y diversidad de especies en cada sitio de muestreo.

Para el registro de los datos correspondientes se consideraron algunos aspectos antes de iniciar con el levantamiento de la información. Se llegó a cada sitio dentro y fuera de las áreas del proyecto con vegetación afín a la VS/SMQ, mediante el empleo de posicionadores geográficos (GPS - °eTrex 20 y 30 GARMÍN), ubicando cada sitio de muestreo por medio de un punto central (vértice) de referencia, así como se consideraron 4 vértices para las subparcelas de muestreo tomando como referencia el centro de cada sitio de muestreo.



**Figura 38. Se llegó a cada sitio de muestreo dentro y fuera de las áreas del proyecto mediante empleo de GPS; posteriormente se ubicó cada sitio de muestreo y se marcó el centro como referencia.**

En cada sitio de muestreo para poder tener una referencia espacial se consideró un árbol como el centro de cada parcela donde se colocaron etiquetas color blanco amarradas con hilo plastificado y cinta flaggin color visible, ambas con el número de cada sitio; como se ha referido, debido a que se realizaron muestreos dentro y fuera de las áreas del proyecto se

determinaron las siguientes claves para el manejo de la información obtenida: MPn... (MP=Muestreo dentro de las áreas del proyecto (superficies que incluyen AI/DDV/LC) y n=número de muestreo, así como MSARn... (MSAR=Muestreo fuera de las áreas del proyecto (superficies que incluyen SAR) y n=número de muestreo.



Figura 39. Marcado del centro en cada sitio de muestreo, mediante la colocación de etiquetas de poliestireno y cinta flaggin, para su fácil identificación en campo como punto de referencia espacial.

Con la ayuda de un clinómetro se ubicó el Norte franco partiendo del centro marcado; posteriormente se realizó el marcado físico de la parcela circular con el apoyo de una cinta métrica que facilitarán las actividades, partiendo del centro a una distancia de 11.28 m. donde fue colocado un banderín temporal durante el muestreo, el procedimiento fue realizado en los cuatro puntos cardinales para conocer el límite de cada parcela. El conteo y numeración de las especies se inició del centro del sitio hacia fuera (orientación norte franco) y con sentido de las manecillas del reloj.



Figura 40. Trazado de parcelas de muestreo de 400 m<sup>2</sup> y 1 m<sup>2</sup>, para levantar información de árboles/arbustos/herbáceas (MP/MSAR).

Después se procedió al levantamiento de información, con una cinta diamétrica se midió y registro la vegetación dentro de los 400 m<sup>2</sup> para árboles y arbustos; además se delimito una subparcela de muestreo de 1 m<sup>2</sup> para herbáceas en el centro de cada sitio. Para el registro de la información se tomó en consideración lo siguiente:

- ✓ En árboles (AR) se tomó en cuenta un diámetro normal (DAP) a una altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo que fuera igual o mayor a 7.0 cm.
- ✓ En arbustos (AB) se tomó en cuenta un diámetro normal (DAP) a una altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo que fuera menor a 7.0 cm.
- ✓ En herbáceas (HI) se registraron datos como la riqueza, número de individuos (abundancia) y cobertura.

En algunos casos se sumaron los diámetros, ya que presentaban ramificaciones desde la base; se levantaron datos de cada individuo como: la altura total (m), diámetro (DAP) y cobertura; en todos los estratos se registró el nombre común de cada especie e identidad taxonómica (en caso de conocerla).



Figura 41. Evidencia fotográfica que muestra la medición de diámetros y registro de datos correspondientes para las especies registradas en los diferentes estratos de cada sitio de muestreo (MP/MSAR).

Criterios para la estratificación de la vegetación (C5): Existen algunos parámetros de tipo estructural que definen la fisonomía de una comunidad vegetal (Shimwell, 1971). En este

sentido, la forma de vida, denomina también forma de crecimiento o tipo biológico, se entiende en general la forma o estructura que presenta una especie y es el producto de las condiciones ambientales y de las estrategias adaptativas y evolutivas de las plantas. Cada forma de vida se distingue de otra, a través de características tales como su posición en la estratificación, tipo de ramificación, periodicidad (siempre verde, semidecdua, decidua) y tipo de hoja (tamaño, forma y textura).

Diversos sistemas de clasificación de formas de crecimiento se han realizado. Esta variación se debe a que diversos autores (Raunkiaer, 1934; Braun Blanquet, 1932; Durietz, 1931; Whittaker 1962; Sherve, 1951), han considerado diferentes criterios al efectuar las clasificaciones, lo cual define caracterizaciones particulares de los tipos biológicos; tales criterios dependen, principalmente, de la zona geográfica y ecológica en la que se encuentre el autor. Con base en lo anterior, se propone un sistema para identificación de formas de vida basado en Sherve (1951) y adaptado para el proyecto, del cual se tomarán en cuenta las siguientes formas de vida.

#### Árboles

- (Deciduos de hoja ancha, siempre verdes de hoja ancha, leguminosas pinnadas y dicotiledóneas de hoja angosta).

#### Arbustos

- (Deciduos de hoja ancha, siempre verdes de hoja ancha, leguminosas pinnadas, dicotiledóneas de hoja angosta, tallos verdes deciduos o áfilos).

#### Herbáceas

- (Graminoides perennes, graminoides anuales y bianuales, latifoliadas herbáceas perennes y latifoliadas herbáceas anuales y bianuales).

**Tamaño de la muestra o Esfuerzo de muestreo (G1):** El determinar el tamaño de la muestra para las áreas fuera del proyecto (MSAR), superficies que incluyen SAR, estuvo en función de las superficies forestales existentes únicamente dentro de la LC del proyecto, estos datos fueron de referencia ya que dentro de la LC existen escasas áreas con vegetación, esto debido al número de muestreos obtenidos y a la superficie de cada sitio de muestreo, con el fin de lograr homogenizar los resultados obtenidos en ambas unidades de estudio y poder presentar un análisis comparativo de la información obtenida.

Cuando mayor sea el número de unidades muestrales, más precisa será la estimación de la variable considerada. Sin embargo, dado el gran costo del muestreo (especialmente en tiempo y esfuerzo) es necesario llegar a un compromiso tal que el esfuerzo invertido sea equiparable a la cantidad y a la calidad de la información recabada. Se pueden aplicar varios criterios para decidir el tamaño de la muestra; en algunos estudios se ha utilizado la relación entre la superficie muestreada y la superficie total; sin embargo, diversos autores utilizan distintos métodos.



Al muestreo lo podemos definir como el conjunto de observaciones necesarias para estudiar la distribución de determinadas características en la totalidad de una población, a partir de la observación de una parte o subconjunto de una población, denominada muestra; donde el tamaño de la muestra, pretende ser representativa, válida y confiable y al mismo tiempo represente un mínimo costo y tiempo (esto dependerá de los objetivos de cada proyecto). Por lo tanto, el tamaño de la muestra estará delimitado por los objetivos del estudio y las características de la población, además de los recursos y el tiempo de que se dispone.

En este sentido, como primera alternativa para poder conocer el número de muestreos óptimos dentro de la población (superficie forestal dentro de las áreas del proyecto) y previo al levantamiento de información en campo se determinó un nivel de confianza, tomando en cuenta lo siguiente:

“Presentar un análisis estadístico que justifique el diseño y tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, que justifique la representatividad de la muestra, en función de las características del o los tipos de vegetación; indicando la intensidad de muestreo, tamaño de la muestra, tiempo de muestreo, número de sitios de muestreo y su distribución, así como determinar el tamaño de muestra con niveles de confianza de la vegetación por afectar”.

Para conocer el número de muestras previo al levantamiento de campo se utilizó la siguiente ecuación: (Spiegel. M., y Stephens, L., 2009).

Dónde:

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza.

i = Error de estimación máximo esperado.

P = Probabilidad de que ocurra el evento.

q = (1-p) Probabilidad de que no ocurra el evento.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2(N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

En este caso se realizó la ecuación tomando en cuenta lo siguiente:

N= Tamaño de la población (3300 m<sup>2</sup> = 0.330 ha) superficie forestal existente dentro de las áreas consideradas para el proyecto.

Z = Tomando en cuenta la tabla de apoyo al cálculo del tamaño de una muestra por los niveles de confianza, donde se consideró una certeza de 80% = Z (1.28).

i = Error de estimación máximo esperado (0.20).

Posteriormente, se estimaron las características del estudio, donde se consideró la probabilidad de que ocurra el evento (p) y la de que no se realice (q); tomando en consideración que la suma de ambos valores p + q será invariablemente siempre igual a 1, al

ser parte de un pre-muestreo y no se cuenta con suficiente información, se le asigno  $p = .50$   
 $q = .50$ .

Tomando en cuenta lo anterior, los valores obtenidos se muestran a continuación:

$$n = \frac{3300 * (1.28 * 1.28) * 0.5 * 0.5}{(0.2 * 0.2) * (3300 - 1) + (1.28 * 1.28) * 0.5 * 0.5} = \frac{1351.68}{132.37} = 10$$

Los datos arrojan que para los 3300 m<sup>2</sup> (0.330 ha) de áreas forestales en superficies dentro de la LC del proyecto con presencia de (VS/SMQ) y considerando un margen del 80% de confiabilidad con su correspondiente porcentaje de error (20%=0.20), se requiere una muestra de n=10 sitios; sin embargo, es importante aclarar, que esta ecuación a pesar de haberla implementado como trabajo preliminar de gabinete no se ajusta del todo para muestreos de biodiversidad, ya que no toma en cuenta algunas variables importantes. Por ello al realizar los recorridos en campo y mediante las observaciones realizadas durante el levantamiento de información *in situ*, en base a las condiciones actuales de la vegetación observada, conforme se iban realizando los sitios de muestreo, donde se observó la constante presencia de las especies entre un sitio y otro de muestreo, se consideró una n=13 sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto=MP y n=13 sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto (MSAR), por lo que los resultados obtenidos cumplen con la representatividad de la muestra analizada, con el fin de lograr homogenizar los resultados obtenidos en ambas unidades de estudio (MP/MSAR) y poder presentar un análisis comparativo de la información obtenida.

No obstante, como segunda base de análisis también fue importante realizar curvas de acumulación de especies, para respaldar los resultados obtenidos, ya que resultan mayormente confiables para estudios de biodiversidad, mismas que estuvieron en función del trabajo de campo que se realizó día a día conforme se levantaba información en cada sitio de muestreo. En este caso, se han propuesto muchos métodos que estiman la riqueza, pero las aproximaciones más utilizadas en ecología son en base a métodos para evaluar la diversidad alfa a partir de inventarios obtenidos con diferente esfuerzo de muestreo como las curvas de acumulación de especies. Este tipo de curvas se define como un gráfico del número acumulado de especies en función de alguna medida del esfuerzo empleado para obtener la muestra (Hayek y Buzas, 1997; Moreno y Halffter, 2001). Existen diversos modelos matemáticos que pueden ajustarse para describir las curvas de acumulación y extrapolar su tendencia. Estos modelos pueden ser asintóticos si la probabilidad de añadir nuevas especies a la lista eventualmente alcanza cero, o no asintóticos si esta probabilidad nunca alcanza cero (Soberón y Llorente, 1993).

Los modelos de acumulación de especies permiten: 1) estimar el número de especies que pueden ser detectadas en un área determinada, 2) evaluar si con los inventarios se registró el número real de especies en el área, 3) comparar la riqueza específica entre inventarios realizados con diferente esfuerzo de muestreo, 4) estimar el esfuerzo mínimo requerido para registrar la mayor cantidad de especies en un área y con ello establecer normas generales para áreas equivalentes que permitan ahorrar tiempo y costos. El uso de este tipo de modelos constituye una herramienta predictiva en estudios de biodiversidad y puede representar importantes avances en la planificación y diseño de los protocolos de muestreo, así como ahorros en el presupuesto (Soberón y Llorente, 1993).

Las curvas de colecta son una herramienta importante en los estudios sobre biodiversidad (Moreno & Halffter, 2000). La simplicidad de la metodología y de los supuestos que las sustentan, así como las cada vez más numerosas evidencias de su buen funcionamiento, hacen de las curvas de acumulación un método sencillo y robusto para la valoración de la calidad de los inventarios biológicos.

Algunos autores han considerado a los estimadores no paramétricos como el avance más importante en la medida de la biodiversidad en los últimos tiempos (Magurran, 2004). Entre ellos están los estimadores desarrollados por Chao (1984) basados en la abundancia o en la incidencia de las especies (Colwell & Coddington, 1994; Leitner & Turner, 2001; Chao, 2005), y los métodos basados en el remuestreo, como los estimadores de tipo Jackknife y las técnicas Bootstrap (Palmer, 1990). Estas técnicas son adiciones valiosas al conjunto de herramientas con que cuentan los ecólogos para cuantificar la biodiversidad (Longino et al., 2002) y evaluar las consecuencias de las actividades humanas sobre los ecosistemas (Walther & Martin, 2001).

En este sentido, se realizaron todas las estimas mediante el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2006), y se exportaron los resultados de todas las reordenaciones aleatorias a un archivo de Microsoft® Office Excel donde se calculó el sesgo, representatividad, la precisión y la exactitud de cada estimador para esfuerzos de muestreo crecientes. EstimateS es una herramienta muy útil para realizar curvas de acumulación y estimaciones de la riqueza esperada de acuerdo con modelos. Este programa toma los datos provenientes de un sistema de muestreo estandarizado, aleatoriza toda la información y realiza cálculos del número de especies observado y esperado utilizando estimadores y considerando las desviaciones estándar provenientes del proceso de aleatorización.

Los resultados obtenidos de las curvas de acumulación de especies se muestran en los resultados obtenidos.

**Análisis cartográfico (G2):** Se revisaron y consultaron datos vectoriales para el USVEG de (INEGI, Serie VI, 2016), esta información tubo un importante soporte de campo y permitió disipar dudas respecto a las coberturas asignadas por la carta; ya que algunas coberturas asignadas por INEGI no concuerdan con lo observado *in situ*. El empleo de SIG fue una herramienta bastante útil previo a la salida de campo, ya que su análisis nos permitió identificar las coberturas de USVEG que se encuentran en el SAR/AI/DDV/LC.

**Revisión de literatura (G1 al G5):** La consulta bibliográfica fue sumamente importante para la realización del proyecto. Para la identificación de las especies florísticas se consultaron bases de datos y literatura especializada para la región. La información fue procesada y determinada taxonómicamente en base a la actualización más reciente empleada por The Plant List<sup>5</sup>. Además, la identificación de plantas se hizo mediante comparación y consulta vía web con ejemplares de herbarios virtuales y bases de datos reconocidas como: Neotropical Live Plant

<sup>5</sup> <http://www.theplantlist.org/>

Photos<sup>6</sup>, Dave´s Garden<sup>7</sup>, Calphotos<sup>8</sup>, Irekani<sup>9</sup>, Neotropical Herbarium Specimens<sup>10</sup> y CONABIO.

**Indicadores ambientales (G3):** Un indicador ambiental es una variable que, mediante la síntesis de la información ambiental, pretende reflejar el estado del medio ambiente, o de algún aspecto de él, en un momento y espacio determinados, y que por ello adquiere gran valor como herramienta en los procesos de evaluación y de toma de decisiones de proyectos sobre los problemas ambientales. En este sentido, se tomarán en cuenta los siguientes indicadores ambientales:

- El origen florístico que representa las especies nativas para México, así como aquellas que han sido introducidas. Este indicador permitió valorar los recursos florísticos con bastante precisión, pues entrega información acerca de la calidad de las especies de un sitio dado y, por lo tanto, de su importancia como recurso biológico, ya que ellas conforman un componente integral frecuente de un área específica que se ve influenciada con el tiempo, el arribo de especies pioneras al disturbio, las condiciones del desarrollo y las alteraciones que sufren los ecosistemas a los cuales pertenecen.
- Resulta especialmente importante la identificación de poblaciones que, por sus características (de difícil regeneración, compuestas por especies endémicas o con categoría de amenazadas y en peligro de extinción) referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se lleguen a observar en la zona de estudio. Este indicador fue utilizado para conocer el estado de la biodiversidad; bajo este esquema, las especies que presenten algún estatus de conservación o protección y que representen la reducción actual o potencial de ciertas especies que habitan en la zona de estudio, además de aquellas especies que reciban impactos significativos por las distintas actividades del proyecto.

**Diversidad (G4):** Para evaluar la diversidad en sus diferentes componentes y niveles o escalas, se pueden utilizar índices que finalmente ayudan a resumir información en un solo valor y permiten unificar cantidades para realizar comparaciones. Sin embargo, para la aplicación de índices es necesario conocer los supuestos en los que están enmarcados para que la información generada a través de éstos pueda ser utilizada para interpretar correctamente el comportamiento de la biodiversidad, entendiéndose como el número de especies en una unidad de área que se mide a través de dos métodos: la “riqueza específica” basada en la cantidad de especies presentes y la “estructura” que mide la abundancia proporcional. Este último se clasifica en la dominancia y equidad de la comunidad (Moreno, 2001). Existen distintos tipos de diversidad: la local o diversidad  $\alpha$  (alfa) de cada comunidad vegetal concreta del paisaje; la tasa de cambio en especies de dos comunidades vegetales adyacentes o recambio de especies, diversidad  $\beta$  (beta) y la diversidad (gamma) que reúne a las dos anteriores (Whittaker, 1960).

<sup>6</sup> [http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/color\\_images.asp](http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/color_images.asp)

<sup>7</sup> <http://davesgarden.com/>

<sup>8</sup> <http://calphotos.berkeley.edu/>

<sup>9</sup> <http://unibio.unam.mx/irekani/advanced-search?proyecto=Irekani>

<sup>10</sup> <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>

En este análisis se utilizó la diversidad “alfa” que es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea (Smith, 2001). La diversidad alfa no tiene en cuenta la uniformidad o equilibrio. En una comunidad vegetal dada, generalmente existen pocas especies con un alto grado de dominancia (medida como número de individuos o como cobertura), y muchos individuos con una abundancia relativa baja. Cuanto mayor sea la uniformidad de la comunidad, las distintas especies aparecerán de forma más equilibrada en cuanto a su proporción. Una comunidad será más diversa si, además de poseer un alto número de especies, posee además una alta uniformidad.

### **Riqueza específica (Número de especies).**

\*Índices directos (La forma más simple de cuantificar la diversidad alfa).

- Riqueza específica: Una manera relativamente sencilla de describir una comunidad es a través del estudio de la riqueza específica que hace referencia al número de las especies que integran la comunidad. Es un componente de la diversidad la cual permite evaluar la estructura de la comunidad concibiéndola como la suma de sus partes. En este sentido, la riqueza se obtuvo mediante el número de especies por sitio de muestreo a través de la composición de especies.

\* Curvas de acumulación de especies. Se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Muestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras. Es útil al momento de tener un problema de submuestreo, pues los valores extrapolados o la riqueza esperada se puede utilizar como una medida de la diversidad alfa.

Estructura de la comunidad (Especies con relación con su abundancia)

\* Índices de abundancia proporcional: Peet (1974) clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad.

- Índice de valor de importancia: El análisis estructural de la vegetación en los sitios de muestreo se basó en el cálculo de tres variables estructurales (densidad, dominancia y frecuencia), para obtener el índice de valor de importancia (IVI) para cada especie (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Esto permitió clasificar de manera jerárquica la influencia o importancia de una determinada especie en la estructura de la comunidad, así como la composición florística de los sitios muestreados. Esto permitió obtener la clasificación taxonómica del total de familias, géneros y especies para conocer la proyección de su integración a la comunidad biótica del área. Un conocimiento adecuado de la comunidad biótica y de su distribución ayuda a identificar con bases firmes, los probables impactos que pudiera ocasionar el proyecto.

Dónde:

$IVI = \text{Den. Rel} + \text{Dom. Rel} + \text{Frec. Rel}$

IVI: Índice de valor de importancia (%)

Den. Rel: Densidad relativa (%)

Dom. Rel: Dominancia relativa (%)

Frec. Rel: Frecuencia relativa (%)

La densidad relativa es el número de individuos por área de muestreo y expresa la proporción de una especie con respecto al total:

Dónde:

$n_i$  = Número de individuos por especie

$$\text{Den. Rel} = (n_i / N) \times 100$$

$N$  = Número total de individuos de todas las especies

La dominancia relativa es la expresión del espacio ocupado por cada especie entre la sumatoria de espacios ocupados por todas las especies:

Dónde:

$G_i$  = Área basal en  $m^2$  por especie

$$\text{Dom. Rel} = (G_i / G_t) \times 100$$

$G_t$  = Área basal total en  $m^2$  del total de muestreos

El Área Basal (AB) es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del pecho (McCune y Grace, 2002). Se calcula con la siguiente fórmula:

Dónde:

$\pi$ : 3.1416

$$AB = \pi \times (D^2) / 4$$

$D$ : Diámetro del árbol a la altura del pecho

La frecuencia relativa se refiere a las unidades de muestreo en la cual ocurre una especie, es decir, es una medida de la distribución. Se calcula con la siguiente fórmula:

Dónde:

$n_i$  = Frecuencia de la especie

$$\text{Frec. Rel} = (n_i / N) \times 100$$

$N$  = Frecuencia de todas las especies

Los siguientes índices enfatizan el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad.

- **Índice de dominancia:** Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Tiene en cuenta las especies mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás.

**Índice de Simpson:** Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies

más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras. Como su valor es inverso a la equidad la diversidad puede calcularse como  $1-D$ . La fórmula que utiliza es la siguiente:

$$D = 1 - \sum P_i^2$$

Dónde:  
D = Dominancia  
P<sub>i</sub> = Abundancia proporcional de la especie i (Nº de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra)

- Índices de equidad: Tienen en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas.

Índice de Shannon-Wiener (H'): Refleja la relación entre riqueza y uniformidad (Magurran, 1988). H' normalmente toma valores entre 1 y 4.5; valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos". Asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Por razones que no son tan obvias como el caso de Shannon el máximo valor que puede tomar H' es el logaritmo de S, ln(S), o sea si la comunidad es completamente equitativa expresada como (H') = S. La fórmula que utiliza es la siguiente.

$$H' = -\sum P_i * \ln^2 P_i$$

Dónde:  
H' = Índice de Shannon-Wiener  
P<sub>i</sub> = Abundancia relativa  
Ln = Logaritmo natural

Índice de Equidad de Pielou (J): Con base en los valores de diversidad del índice de Shannon-Weiner, expresa la equidad como la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). La equidad de Pielou se calcula de la siguiente manera:

$$J = H' / H' \text{ max}$$

Dónde:  
J = Equidad de Pielou  
H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener  
H' max = ln(S).  
S = número de especies

Finalmente se puede decir que la vegetación es un recurso natural clave para el equilibrio del ecosistema, por lo que es necesario disponer de información cualitativa y cuantitativa sobre la composición, estructura y distribución. Se considera que la caracterización ambiental es un paso hacia el entendimiento de la riqueza y estructura de la vegetación, así como la dinámica de las comunidades vegetales (Williams-Linera, 2002b). La caracterización de la vegetación fue fundamental ya que la distribución de las especies no es homogénea y el estatus de una especie puede ser rara o abundante, o tener restricciones ecológicas por algún factor (suelo,

humedad, pH, etc.), (Vargas et al., 2005). La información generada constituyo una herramienta base para lograr conocer y en su caso ubicar aquellos sitios que albergan determinadas especies con un alto valor ecológico y poder así realizar propuestas de protección y conservación en caso de ser afectadas por las distintas obras y/o actividades del proyecto.

Todos los análisis y los resultados correspondientes descritos en la metodología anterior se muestran a continuación en los resultados obtenidos.

♣ **Resultados obtenidos del levantamiento de información en campo y procesamiento de la información en gabinete**

*Caracterización ambiental (Patrones de distribución de la vegetación)*

Dentro del SAR se encuentra la provincia fisiográfica Península de Yucatán y la subprovincia fisiográfica Carso y lomeríos de Campeche, de manera general, la topografía registrada corresponde a Llanura de depósito lacustre de piso rocoso o cementado, en la zona de estudio el proyecto recorre terrenos planos ligeramente ondulados, El clima en la zona del proyecto forma parte de los cálidos subhúmedos (Aw2 (x´)). Los suelos son redzinas (E+Vp+I/3/L). Amplias superficies en la región forman parte de pastizales cultivados, actividad que ha desplazado considerables extensiones de selva mediana subperennifolia.

Las selvas tropicales en la zona de estudio en conjunto han sufrido a través de los años una disminución de la cubierta vegetal causada por el desarrollo de la agricultura, ganadería, asentamientos humanos, caminos y carreteras, aprovechamientos inadecuados de los recursos forestales y sobreexplotación selectiva de algunas especies (Toledo, 1992; Schmink, 1995; Santos, 1997), estas representan las principales formas de destrucción directa de la vegetación. De esta manera se amplían las áreas de vegetación secundaria, lo que hace más fácil de apreciar y evaluar el deterioro de las comunidades naturales; no obstante, existen superficies de vegetación en parches que se mantienen conservadas con presencia de especies en fase primaria.

Las actividades antropogénicas a través de los últimos años han propiciado la escasez de ciertas plantas al ejercer una presión selectiva sobre ellas y la abundancia o invasión de otras menos importantes. La vegetación secundaria de la selva mediana subperennifolia aparece como pequeños manchones que se localizan frecuentemente entre los pastizales a la orilla del camino, potreros y campos abandonados o formando límites entre terrenos como cercos vivos. Estas comunidades de segundo crecimiento presentan un estado sucesional de la vegetación y están conformadas por especies muy heterogéneas de porte arbóreo, arbustivo y herbáceo, que llegan a ser abiertos o muy densos dependiendo de cada sitio.





**Figura 42. Matriz de paisaje muy fragmentada, donde se observan algunos parches con selva y muchas otras áreas con pastizal cultivado.**

En este sentido, la zona de estudio conforma un paisaje que muestra una matriz sumamente influenciada por el hombre, de forma tal, que las distintas actividades antropogénicas han sido el principal motor de cambio, que a través de los últimos años se traduce en la pérdida de coberturas que presentaban vegetación forestal, para destinar terrenos dedicados a los pastizales cultivados para el pastoreo de ganado, misma que se ha expandido y diversificado, debido a la economía local generada.

La degradación de los sistemas naturales ha sido originada por diversos factores, indirectos y directos, que han traído como consecuencia la disminución de la biodiversidad, el deterioro de los servicios ambientales y la reducción del bienestar humano (CONABIO, 2006). El crecimiento poblacional y el consecuente incremento en la demanda de recursos han contribuido a la modificación de los sistemas naturales dentro del SAR. Además, el factor demográfico, el incremento en el consumo per cápita ha tenido y seguirá teniendo un impacto en la demanda de recursos y servicios de los ecosistemas.



**Figura 43. Desplazamiento y pérdida de coberturas que presentaban selva.**

Los procesos socioeconómicos pasados y recientes por lo general emprendidos al margen de cualquier criterio de sustentabilidad han dejado huellas considerables dentro del SAR. Esto advierte que el mayor impacto por su alcance territorial es la deforestación originada por la ganadería. La deforestación ha tenido un costo muy alto, tanto en términos ecológicos como de rentabilidad económica y social (Gobierno del estado de Yucatán, 2007a; 2007b.). Aunque en la zona de estudio se observó la extracción de leña en diferentes sitios, es evidente que la presión sobre los recursos forestales no tiene relación con la proporción de usuarios de leña a nivel local; sin embargo, no hay duda de que el consumo de leña es más crítico en algunos otros sitios a nivel municipal (Massera *et al.*, 2005).

En ese mismo sentido, el desplazamiento de la cobertura vegetal disminuye la calidad ambiental en ciertas superficies del SAR y consecuentemente dentro del ecosistema, en estas zonas el arribo de especies pioneras que logran colonizar rápidamente sitios perturbados llegan a competir entre las especies. Con el desplazamiento de la vegetación se genera un efecto de borde que muestra cambios inmediatos y drásticos en la temperatura y humedad ambiental (microclima), en la penetración de luz y en la exposición al viento.

La cobertura vegetal está asociada íntimamente al funcionamiento del ecosistema (Harris y Hobbs, 2001, Parkes *et al.*, 2003, 2004) y por tanto puede servir de indicador de lo que ocurre con el resto de la biota. De ahí la necesidad de estudiar los procesos de cambio en la

cobertura del suelo para entender las causas y consecuencias de los procesos de degradación, disminución de la biodiversidad y, en general, de la pérdida del capital natural y cultural. Así mismo, el análisis de los patrones y cambios de uso del suelo ofrece un marco de referencia sobre la condición actual de los ecosistemas en la zona de estudio, y así poder valorar adecuadamente los impactos ambientales al factor flora que pudiera provocar el proyecto.

### Descripción de los diferentes USVEG en la LC del proyecto

Para tener un acercamiento estructural sobre la descripción de la vegetación identificada dentro de la LC, fue necesario seguir un sistema de clasificación y descripción del hábitat, la presunción general de métodos para estudios vegetales es la complejidad de la vegetación representada por el grado de capas o estratos presentes, que puede ser comparado con la diversidad del hábitat, que a cambio favorecerá la diversidad vegetal (Rzedowski et al., 1996). La clasificación fisonómica de la vegetación ha sido la más utilizada, debido a que toma en cuenta características y elementos del paisaje que permiten definir con mayor sencillez los tipos de vegetación (Whittaker, 1970). Por estas razones, una clasificación de comunidades ecológicas terrestres basadas en la vegetación puede servir para describir las numerosas facetas (aunque no todas) de los patrones biológicos y ecológicos a lo largo del paisaje (Rzedowski, 1978).

La vegetación terrestre de México, así como sus estados serales de sucesión secundaria, han sido descritos y clasificados por diversos autores (Miranda 1957, 1964; Sarukhán 1964; Miranda y Hernández X. 1963; Pennington y Sarukhán 1968; Flores *et al.* 1971; Puig 1976; Rzedowski 1978; Breedlove 1981; González Medrano 2003; INEGI 1997, 2000, 2003, 2005a). De todos ellos, los sistemas de clasificación más utilizados y citados, principalmente por las instituciones académicas, han sido el de Miranda y Hernández X. (1963), que describe 32 comunidades vegetales, y el de Rzedowski (1978) con 10 tipos de vegetación principales, cada uno de los cuales abarca varias comunidades vegetales. Es importante destacar, que el sistema de Rzedowski tiene, entre otras ventajas, el emplear categorías básicas y excluyentes que permiten una relativa facilidad de cartografiado y facilita la subcategorización.

Por otra parte, por la facilidad de su uso digital, el sistema de clasificación más utilizado actualmente por la academia y las instituciones gubernamentales es el del INEGI, con 50 tipos de vegetación. La clasificación de INEGI ha sido reestructurada constantemente, a la fecha se tienen datos vectoriales (INEGI, Serie VI, 2016) para hacerla comparable con la de Rzedowski (1978), de manera que resulte más atractiva y útil para los académicos y comparable con diversos estudios (Tabla siguiente).

**Tabla 19. Tipo de vegetación descrita en este proyecto y su equivalencia aproximada con otros sistemas de clasificación (Rzedowski, 1978).**

Agrupación usada en este proyecto	Rzedowski (1978)	Miranda y Hernández X. (1963)	INEGI (2005b, 2016)
Selva mediana subperennifolia (vegetación secundaria) VS/SMQ	Bosque tropical perennifolio	Selva alta perennifolia Selva alta o mediana subperennifolia	Selva alta perennifolia Selva alta subperennifolia Selva mediana perennifolia <u>Selva mediana subperennifolia</u> Selva baja perennifolia

Un problema particularmente agudo que se presenta en el caso de las comunidades vegetales que se agrupan en la tabla anterior es el hecho de que éstas a menudo no están bien delimitadas, pues pasan en forma muy paulatina a otros tipos de vegetación. A tal circunstancia se deben, al menos en parte, las diferentes maneras de considerar y de clasificar estas comunidades por diversos autores.

#### ♣ Áreas forestales

##### *Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VS/SMQ)*

Para fines prácticos de este proyecto la “vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia” (VS/SMQ), será utilizada para describir al tipo de vegetación que logra desarrollarse dentro de la LC en áreas sujetas a CUSTF, con la intención de subrayar las afinidades florísticas netamente tropicales de su estado seral, como parte de la “vegetación secundaria arbórea y arbustiva”. Estas selvas son comunidades que están compuestas y dominadas por variadas especies. Existen varios tipos de vegetación que se incluyen en este grupo y están determinadas por la distribución y la cantidad de lluvia total. Las selvas son tipos de vegetación características de las zonas tropicales de baja altitud. En ellas suele predominar la vegetación secundaria derivada de los desmontes de la selva; esto hace muy difícil la evaluación de la vegetación primaria de esta zona ecológica en las áreas en las que la perturbación humana ha sido muy prolongada (Murphy y Lugo, 1986; Miranda, 1958).



Figura 44. En algunas áreas dentro de la LC del proyecto se encuentra la VS/SMQ misma que presenta una continuidad con la vegetación hacia las áreas del DDV, AI y SAR.



**Figura 45. En otros casos la VS/SMQ únicamente se observa a nivel de paisaje desde el camino, mostrándose con algunos parches dispersos entre los pastizales cultivados donde se pastorea y predomina el ganado.**

Los componentes arbóreos de este tipo vegetación en México 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 1000 a 1600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1300 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.

En algunas regiones de México, los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes; 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, incluso se observan estas últimas frecuentes entre los pastizales.



**Figura 46. Algunas palmeras se observan entre los pastizales cultivados.**

Son especies importantes de este tipo de selva: *Lysiloma latisiliquum* (tsalam, guaje, tepeguaje) *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jiote, copal), *Manilkara zapota* (ya', zapote, chicozapote), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), *Bucida buceras* (pukte), *Alseis yucatanensis* (jaasché), *Psidium sartorianum* (pichiche'), por mencionar solo algunas. En el listado florístico (Anexo 7) y en el catálogo de flora (Anexo 9) se presentan las especies registradas.

La influencia humana sobre la vegetación natural de México resulta en general altamente destructiva. Los métodos de destrucción y perturbación de la vegetación han sido diversos, algunos de ellos de impacto directo y otros indirectos (Rzedowski, 2006). Entre los primeros, cabe mencionar, como principales: el desmonte, el sobrepastoreo, la tala desmedida, los incendios y la explotación selectiva de algunas especies útiles. Los segundos, tienen que ver principalmente con la modificación o eliminación del ambiente ecológico necesario para el desarrollo de una determinada comunidad biótica, causando su desaparición automática (Sánchez-Colon et al., 2009; Fernández et al., 2010; Aide et al., 2012). Algunos ejemplos son: la erosión o el cambio de las características del suelo, las modificaciones del régimen hídrico de la localidad y a veces del clima mismo y la contaminación del aire y del agua (Manson et al., 2008; Hosonuma et al., 2012).



**Figura 47. Dentro de la LC del proyecto se encuentran escasas áreas que albergan VS/SMQ.**

La vegetación secundaria, también llamada acahual, está caracterizada por especies conocidas como nómadas, que forman un grupo muy característico y bastante bien definido. Generalmente son especies de vida corta, menos de un año a unos cuantos años, aunque algunas especies pueden llegar a vivir muchos años y alcanzar alturas considerables. Sin embargo, todas ellas, en teoría, son remplazadas con el tiempo por las especies residentes o primarias (Gómez-Pompa, 1971). La ampliación de la ganadería, en la zona de estudio ha incrementado sustancialmente la superficie de las comunidades vegetales secundarias.

Diversas han sido las causas que han generado la sucesión secundaria en la zona de estudio, entre las que destacan como actividad primaria la ganadería extensiva, donde comúnmente se desplazan amplias superficies de vegetación para dar paso a pastizales, esta actividad al paso de los años va en aumento, no permitiendo la regeneración natural de la VS/SMQ, misma que se muestra dentro de la LC en distintas fases serales y condiciones. Los acahuales pueden encontrarse en diferentes etapas de sucesión, de uno a cinco años hasta más de 15 años en los diferentes tipos de vegetación y tienen una composición y estructura que difiere de acuerdo a su edad.



**Figura 48.** Fotografía aérea que muestra claramente una sucesión secundaria en áreas que han sido abandonadas.

Por lo anterior, durante los recorridos realizados en toda la longitud del proyecto dentro de la LC se observan algunos parches que forman parte de la vegetación forestal (VS/SMQ), pero en su mayor parte se observan árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido.



**Figura 49.** Fotografías aéreas que muestran algunas áreas dentro de la LC donde se encuentran árboles y arbustos aislados y dispersos, así como cercos vivos que no forman coberturas forestales.

En el anexo 7 se muestran aquellas especies que fueron identificadas y observadas dentro de la LC del proyecto.



#### ♣ Áreas no forestales

*Camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido*

Como se ha referido desde el capítulo 2 de la MIAa-R, gran parte de la LC aloja al camino actual, mismo que se encuentra conformado en pavimento y actualmente en uso.



**Figura 50. Camino actual que pretende ser modernizado.**

Las coberturas forestales en la zona de estudio cada vez más pierden conectividad al desplazar la vegetación para dar paso a pastizales cultivados, mismos que muestran extensas superficies. Los pastizales cultivados son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero. Este es un tipo de cobertura que surge cuando es substituida la vegetación original, debido sobre todo a las actividades humanas. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmontes en cualquier tipo de vegetación, lo que a su vez dificulta el establecimiento de un patrón ecológico que lo caracterice; también puede ocupar terrenos agrícolas en abandono o bien, como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

La producción bovina se caracteriza por el uso de sistemas de pastoreo generalmente bajo temporal y ocasionalmente de riego, y en algunos casos con pasto de corte especialmente

durante la época seca. Todos estos esquemas productivos se basan en el uso de gramíneas forrajeras: una práctica que ha ocasionado el mayor impacto sobre el cambio de uso del suelo, puesto que implica la tumba de monte y su habilitación para el establecimiento de praderas. Además, las superficies no afectadas dentro de las explotaciones y que se conservan como monte, son utilizadas para la alimentación del ganado principalmente en época de seca (Santos y Anderson, 1995). Los sistemas tradicionales de pequeños productores, que no han recurrido a gramíneas, utilizan solamente el monte durante todo el año.



Figura 51. Extensas áreas dentro del SAR/AI/DDV y LC se observan ocupadas por pastizales cultivados donde el ganado forrajea libremente.



Figura 52. Las amplias extensiones de pastizales incluso llegan hasta el camino actual, por lo que algunas superficies dentro de la LC la cobertura que se desarrolla forma parte de los PC.

Es frecuente que en esas zonas el desarrollo de algunas especies tolerantes al disturbio se vean favorecidas.



Figura 53. Dentro de la LC es frecuente observar áreas con una gran presencia de malezas ruderales, consideradas como parte de la vegetación de borde.

La ganadería regional en la zona de estudio está causando graves problemas en los ecosistemas al verse desplazados, convirtiéndose en la actividad primaria, dada esta situación, deben buscarse alternativas que permitan el desarrollo de pastizales para la engorda de ganado, pero a la vez poder hacerlo de una manera mayormente sustentable, para lograr la protección y conservación de la biodiversidad. Una alternativa puede ser los sistemas agroforestales, los cuales tienen por objetivo la producción sin detrimento del medio ambiente. Una oportunidad sería el uso de árboles y arbustos nativos como alimento para el ganado, lo que repercutiría positivamente al poder rehabilitar praderas con especies nativas de la zona, además de disminuir la tala de monte.



Figura 54. Incremento poblacional que va en aumento en la zona de estudio.

#### Composición florística de poblaciones y comunidades (sinopsis numérica)

Durante los recorridos realizados en superficies consideradas por el proyecto y SAR, se obtuvo el total de especies identificadas, se tomaron en cuenta aquellas especies que forman parte de los cercos vivos, de ornato, árboles y arbustos aislados y dispersos, así como las especies que

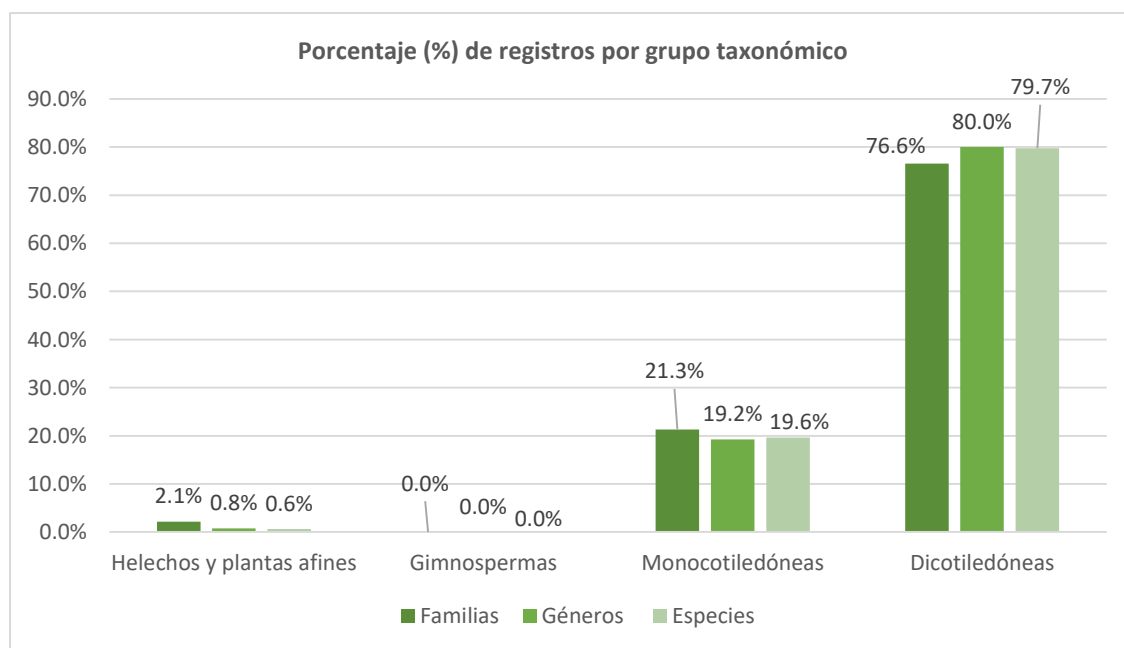
habitan la VS/SMQ y todas aquellas plantas que fueron observadas, incluyendo en su gran mayoría, aquellas especies herbáceas anuales y bianuales pioneras al disturbio; estas últimas plantas son consideradas como parte de la vegetación arvense y ruderal y de borde, debido a las diversas estrategias que presentan para adaptarse a sitios perturbados, áreas agrícolas, pastizales o bien, sitios con clara evidencia de algún tipo de actividad humana que haya generado cambios en el medio ambiente.

Del total de especies identificadas, se logró obtener la riqueza taxonómica de plantas vasculares, dando como resultado 47 familias, 130 géneros y 158 especies que se encuentran ordenadas por dos de los grandes grupos tradicionalmente conocidos (monocotiledóneas y dicotiledóneas). La composición taxonómica arrojó que los helechos y plantas afines, además de las gimnospermas son los grupos que no figuraron, ya que las dicotiledóneas constituyeron las plantas vasculares con mayor riqueza y los grupos dominantes a diferencia de las monocotiledóneas.

**Tabla 20. Clasificación taxonómica de los registros obtenidos.**

Grupos	Núm. Familias	Núm. Géneros	Núm. Especies
Helechos y plantas afines	1	1	1
Gimnospermas	0	0	0
Monocotiledóneas	10	25	31
Dicotiledóneas	36	104	126
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>130</b>	<b>158</b>

Como se muestra en la tabla anterior y en la gráfica siguiente, destacan las dicotiledóneas en cuanto a las familias (76.6%), géneros (80.0%) y especies (79.7%) seguido de las monocotiledóneas en su representación con (21.3, 19.2, 19.6%) respectivamente.

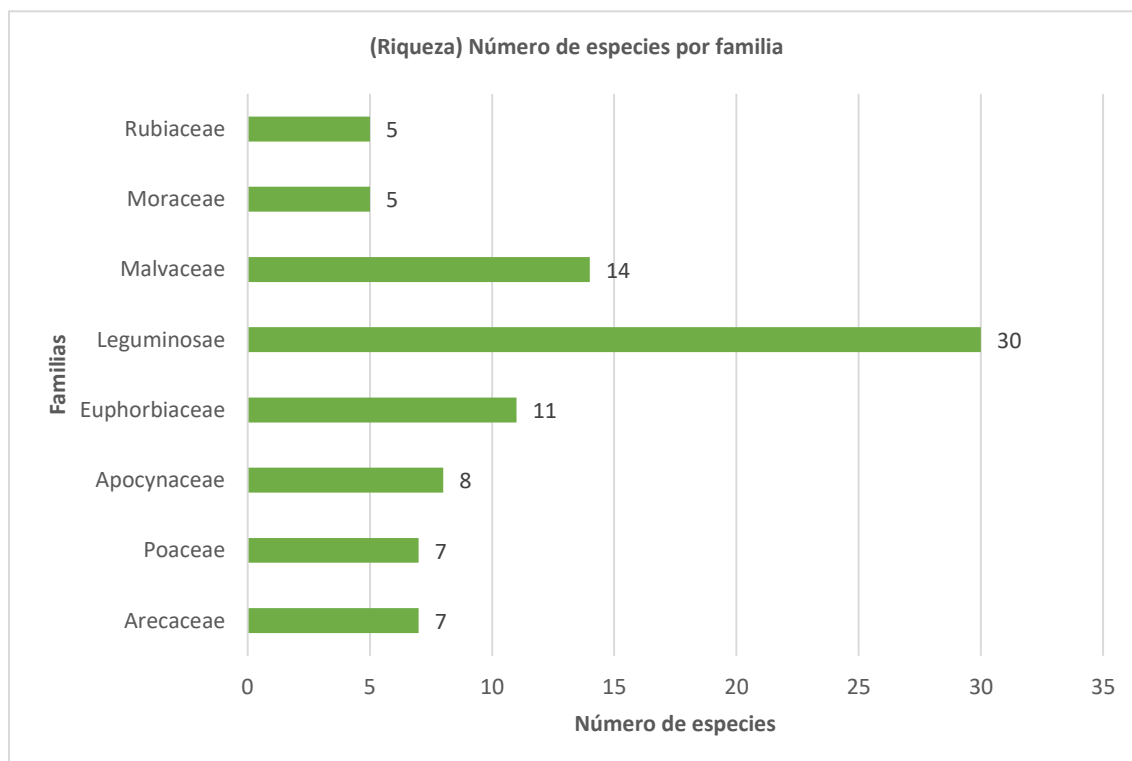


**Gráfica 3. Riqueza florística por grupo taxonómico.**

Actualmente, las angiospermas son el grupo de plantas más grande y más importante de plantas desde el punto de vista ecológico. Ellas se encuentran habitando toda clase de ambientes, conforman la mayoría de componentes de muchos tipos de ecosistemas forestales y son plantas que nos proveen de alimentos y albergue a los organismos que cohabitan con ellas. Por su parte, las monocotiledóneas por ejemplo proveen la mayoría de los alimentos básicos del mundo específicamente algunas plantas de la familia Poaceae, además que aportan materiales para la construcción y un gran número de ingredientes activos para medicamentos. Además de no dejar a un lado la importancia como alimento para ganado.

En cambio, en las dicotiledóneas se encuentran infinidad de especies de árboles los cuales nos proveen madera, frutas para la alimentación. Las especies arbóreas del grupo de las dicotiledóneas son reguladores del clima, absorben en sus estructuras el CO<sub>2</sub> contenido en la atmósfera, agrupan ecosistemas forestales consolidados en infinidad de componentes de florísticos, muchas especies son captadoras de agua, ayudan a la conservación del suelo, entre muchas otras funciones.

La aportación que hace el análisis de la composición florística para este proyecto es ampliar el conocimiento florístico del SAR/AI/LC del proyecto, a través de las familias, géneros y especies identificadas, acompañando de algunos datos ecológicos generales que subraya la importancia y función de cada una de las especies. La siguiente gráfica ilustra a las familias que presentan el mayor número de especies.



Gráfica 4. Número de especies por familias dominantes.

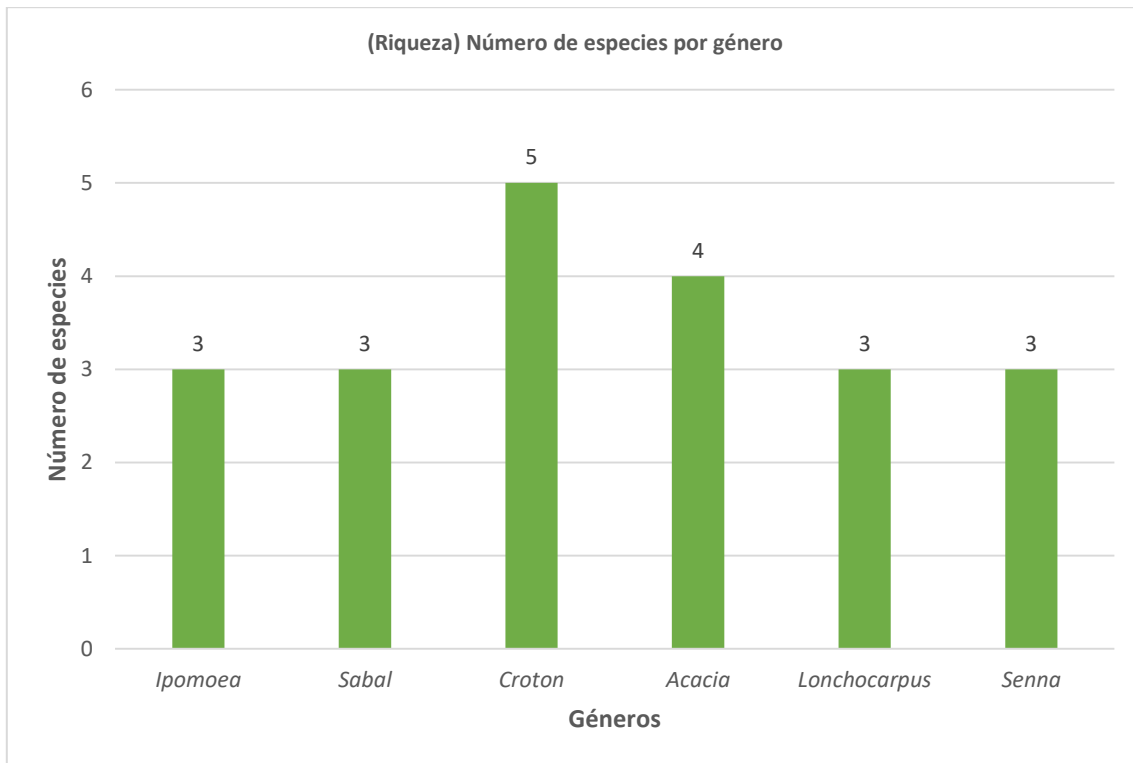
La gráfica anterior muestra a 8 familias que se encuentran mejor representadas por tener el mayor número de especies, las familias que destacan son las siguientes: Leguminosae (30),

Malvaceae (14), Euphorbiaceae (11), Apocynaceae (8), Arecacea y Poaceae con 7 en cada caso, y Rubiaceae y Moraceae con 5 respectivamente. En conjunto estas 8 familias agrupan un total de 87 especies, es decir, un 55.06 % del total de identificaciones. El resto de familias únicamente mostraron estar representadas por 1 y 4 especies que en su conjunto equivalen a 39 familias con el 44.94 % del total de especies identificadas y registradas.

Algunas de las familias anteriormente mencionadas y mejor representadas se encuentran muy presentes en climas templados, cálidos y semiáridos, con los valores altos de importancia:

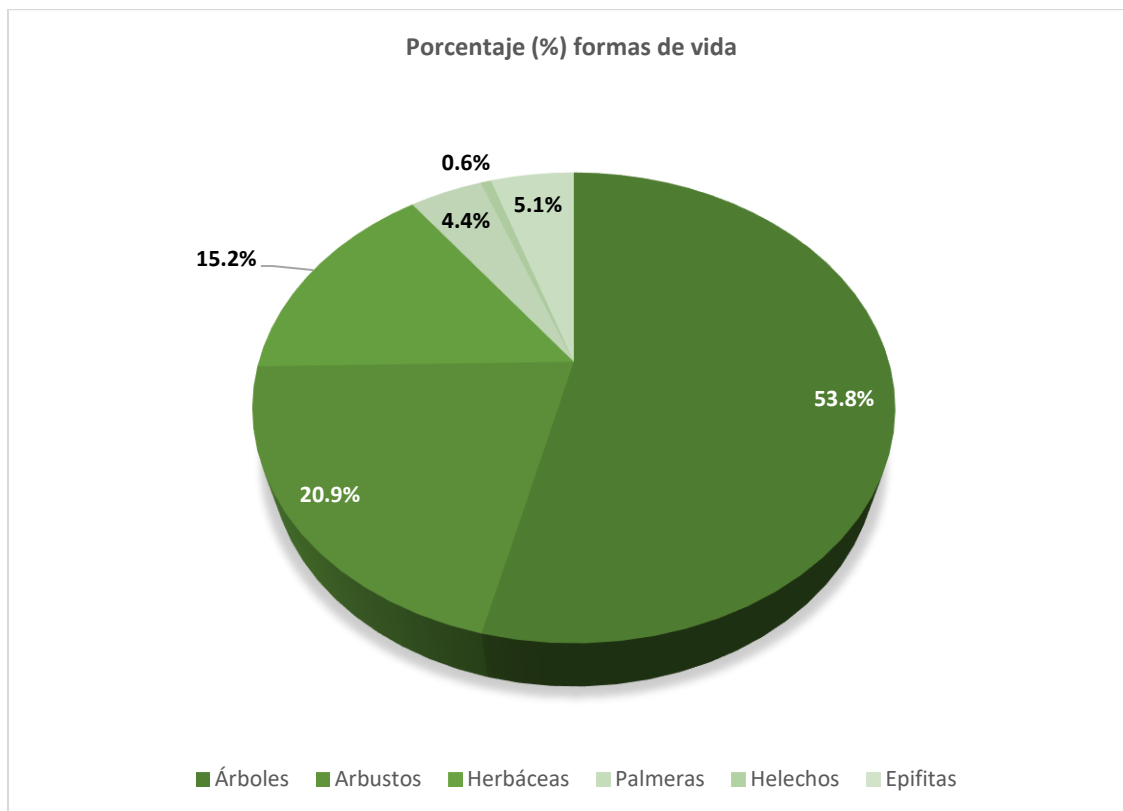
- ❖ Familia Poaceae que es un grupo de plantas muy importante desde el punto de vista económico ya que algunas plantas son alimento primario de muchas civilizaciones. Las gramíneas representan uno de los grupos vegetales más diversos del mundo, pues ocupan el tercer lugar en cuanto al número de géneros y el quinto a nivel específico. Se estima que 50% del total de especies presentes en México tienen un potencial forrajero, aunque muy pocas de ellas son utilizadas para este fin, pues son sustituidas por especies introducidas como el sorgo, avena, pasto bermuda, zacate estrella, zacate johnson, etc.
- ❖ Familia Leguminosae, es una de las tres familias de plantas vasculares mejor representada a nivel mundial. Entre las leguminosas se encuentran elementos de importancia alimenticia, económica, forrajera y medicinal. En México es la segunda familia en cuanto al número de especies (1724) (Rzedowski 1991, Sousa y Delgado 1993).
- ❖ Las Malvaceae comprenden plantas también de gran importancia económica. Otras especies de interés económico son algunas plantas ornamentales, cultivadas en parques y jardines.

En relación al mayor número de especies por género se observa que son sólo 6 los que se encuentran mejor representados. El género *Croton* con 5, *Acacia* con 4, y en el caso de *Ipomoea*, *Sabal*, *Lonchocarpus* y *Senna* con 3 especies en cada caso. El resto de los géneros solo se encuentra representados con 1 y 2 especies.



**Gráfica 5. Géneros con especies más representativas en base al mayor número de especies.**

Por otro lado, la flora identificada concentra algunas formas de vida registrada para plantas vasculares, se enlistaron 6 categorías en relación a su estratificación: Árboles, arbustos, herbáceas, palmeras, helechos y epifitas. Los árboles representan la forma de vida más dominante con 85 especies (53.8%), la otra forma de vida que se encuentra bien representada son los arbustos con 24 especies (20.9%), las herbáceas con 24 (15.2%), epifitas con 8 (5.1%), palmeras con 7 (4.4%) y finalmente con el valor más bajo los helechos con solo 1 especie (0.6%). Muchas herbáceas forman parte de especies pioneras al disturbio, donde sobresalen muchas de hábitos arvenses y ruderales, incluso resultan dominantes en las orillas del actual camino.



Gráfica 6. Formas de vida representadas en la zona de estudio.

### Indicadores ambientales

- ***Origen florístico:*** El origen florístico (Estatus migratorio para plantas en México), sirve como un indicador que consiste en determinar que especies son nativas para el país, así como aquellas que han sido introducidas. Este indicador permite valorar los recursos florísticos con bastante precisión, pues entrega información acerca de la calidad de las especies de un sitio dado y, por lo tanto, de su importancia como recurso biológico.

Una de las mayores amenazas para la biodiversidad es la introducción, intencional o accidental, de especies exóticas (no nativas) que desarrollan un comportamiento invasivo, desplazando a especies nativas y causando graves daños a los ecosistemas. Estos incluyen desequilibrios ecológicos entre las poblaciones silvestres, cambios en la estructura y composición de las comunidades, así como en su funcionamiento, pérdida de poblaciones silvestres, degradación de la integridad ecológica de ecosistemas terrestres y acuáticos.

Se define como especie “invasora” a aquella especie exótica o trasladada (cualquier especie, subespecie o categoría intraespecífica), introducida accidental o intencionadamente fuera de su distribución natural actual o en el pasado- incluyendo sus gametos, semillas, huevos o propágulos- con capacidad de colonizar, invadir y persistir, y cuya introducción y dispersión amenace a la diversidad biológica causando daños al ambiente, a la economía y a la salud humana (March Mifsut y Martínez Jiménez M.,2008).

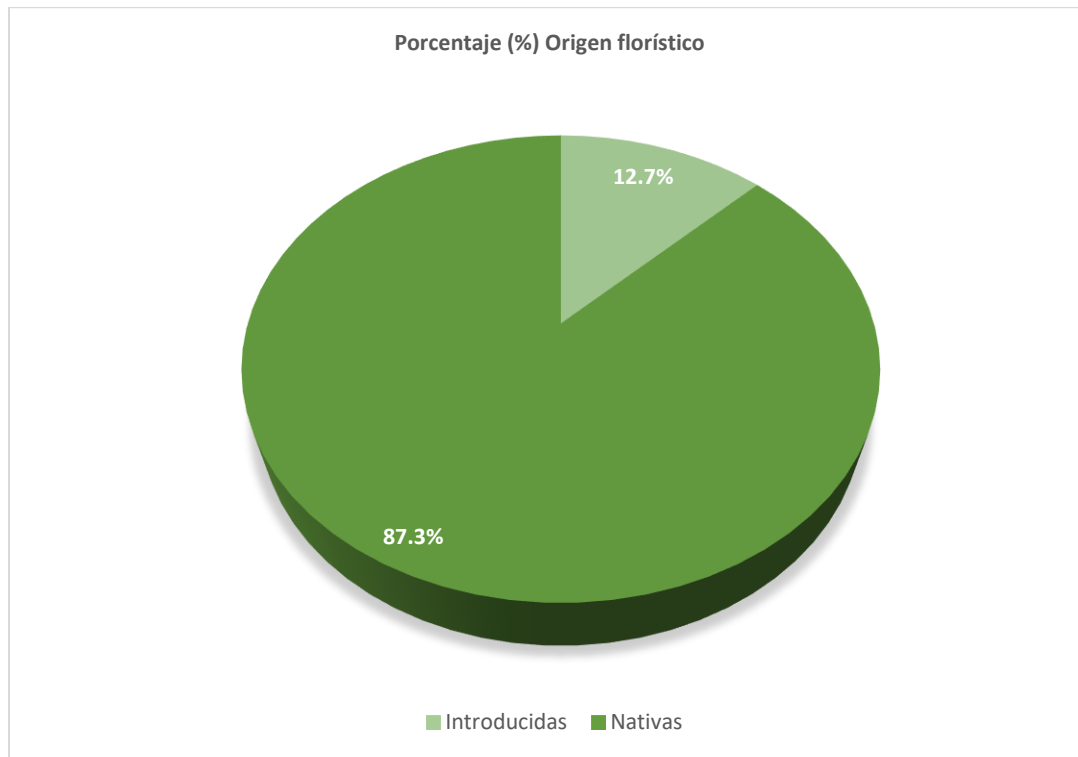


Estas invasiones ocurren aprovechando medios naturales como los causados por viento (huracanes o tormentas), corrientes marinas o cambios en las barreras naturales que mantienen a las especies confinadas a ciertas áreas, o introducirse por diferentes vías directamente relacionados con las actividades humanas. El incremento del comercio, las actividades turísticas y el incremento en la frecuencia de los medios de transporte, entre otros, han sido fundamentales en multiplicar las oportunidades para que las especies foráneas se dispersen y establezcan.

Al ser introducidos a un nuevo medio, ciertos organismos desarrollan un comportamiento diferente al que tenían en su ecosistema de origen, ya que carecen de las medidas de control de su área de distribución natural. Estas medidas incluyen depredadores, condiciones específicas del ambiente y competencia por los recursos, entre otras, que son las que mantienen a las poblaciones dentro de ciertos niveles de equilibrio en los ecosistemas donde han evolucionado de manera natural por largos periodos de tiempo. Estos comportamientos nuevos incluyen crecimiento descontrolado de las poblaciones y conductas agresivas no mostradas en su medio natural y pueden utilizarse al momento de determinar la invasividad de una especie (CONABIO, 2016).

Los impactos socioeconómicos de las invasiones biológicas son enormes, tanto en términos ecológicos como económicos. El costo ecológico lo constituye la pérdida irrecuperable de poblaciones y especies y la degradación de los ecosistemas. Entre los costos socioeconómicos se encuentran el impacto directo a la agricultura, silvicultura, pesca y turismo (que ha reportado pérdidas de millones de dólares), los problemas de salud pública y la pérdida de los usos culturales tradicionales de los recursos naturales.

Por lo anterior, de las 158 especies identificadas en la zona de estudio, se determinó que 138 especies son de origen nativo o de distribución natural para México, representando el (87.3%) del total de especies identificadas y el resto (20) son introducidas (12.7%); entre las que se encuentran: *Sansevieria hyacinthoides*, *Adonidia merrillii*, *Cocos nucifera*, *Musa × paradisiaca*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Panicum maximum*, *Mangifera indica*, *Spathodea campanulata*, *Terminalia catappa*, *Diospyros digyna*, *Codiaeum variegatum*, *Ricinus communis*, *Tectona grandis*, *Delonix regia*, *Erythrina variegata*, *Tamarindus indica*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Artocarpus altilis*, *Eugenia ibarrae* y *Citrus × aurantium*, entre estas especies se encuentran árboles de ornato, frutales y herbáceas pioneras al disturbio.



Gráfica 7. Origen florístico de las especies registradas.

- Especies importantes para su conservación: Los listados de las especies en riesgo son utilizados como indicadores del estado de la diversidad de especies y endemismo. Bajo este esquema las especies que presentan algún status de conservación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 representan la reducción actual o potencial de la diversidad de alguna zona en particular.

En los sitios de muestreo y durante los recorridos realizados de un sitio a otro, en el SAR y áreas del proyecto (AI/DDV/LC) se identificó una especie de flora a en la NOM-059. La siguiente tabla muestra la especie registrada directamente.

Tabla 21. Especie de flora registrada directamente con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Unidad de análisis	
				SAR	AP
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Pr	x	x
<b>Pr=Sujeta a Protección Especial.</b>					

Para el caso de la especie mostrada en la tabla anterior se tomaron algunas referencias espaciales con la ayuda de un GPS, tanto de los muestreos realizados como durante los recorridos de un sitio de muestreo a otro, así como algunas fotografías para evidenciar la presencia de estas especies.



Figura 55. Referencias espaciales y levantamiento de información de la especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura 56. Fotografías de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los siguientes mapas muestran la distribución espacial de *Cedrela odorata* (Cedro), tanto en AP (AI/DDV/LC), como en el SAR.



En el anexo 4 – 4.4 se pueden consultar las coordenadas UTM de la especie mostrada y referenciadas en los mapas anteriores.

Cabe aclarar, que la información obtenida muestra una ubicación con la distribución potencial, por lo que los mapas no pueden ser interpretados como medida de su precisión, ya que dentro del SAR esta especie logra una distribución bastante amplia, únicamente se muestra una representación gráfica de los datos obtenidos; esto asume la necesidad de que previo a llevar a cabo las diferentes actividades pretendidas se deberán realizar recorridos para identificar y determinar todos y cada uno de los árboles, para poder “rescatar *germoplasma forestal (frutos y semillas)*”, con la finalidad de llevar a cabo las mejores acciones, estrategias y metodologías para evitar su afectación, sobre todo porque el cedro se encuentra referida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, es importante llevar a cabo un “programa de reforestación funcional y estratégico”, donde se incluya esta especie entre las más importantes (Ver anexo 11 Y 12).



Figura 59. *Cedrela odorata* (Cedro), especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por lo anterior, estas acciones son una medida propuesta de prevención y compensación necesarias para mitigar los impactos ambientales que resultaran del proyecto por el CUSTF.

Con las medidas de mitigación propuestas para su implementación previa a la ejecución de la obra se logrará llevar a cabo un proyecto mayormente amigable con el medio ambiente, lo que promoverá a través de los años la protección y conservación de la biodiversidad.

### *Medidas de mitigación que deberán ser implementadas para flora*

- **FLORA**

#### **Medida: Prevención**

##### *Programa de Rescate de germoplasma forestal*

Rescate de frutos y semillas de *Cedrela odorata* (Cedro), ya que es una especie identificada dentro de la LC, incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con categoría de sujeta a protección especial (Pr), por lo que se deberá coleccionar germoplasma forestal (frutos) para la germinación de semillas. En el caso de esta especie es susceptible de manejo, protección y conservación, con la finalidad de evitar la disminución de sus poblaciones locales (ver anexo 11).

#### **Medida: Compensación**

##### *Instalación de Señalética ambiental*

Colocación de señalética ambiental para el cuidado y protección de flora silvestre. Es importante fomentar la cultura para el cuidado del medio ambiente, por lo que resulta importante colocar en sitios estratégicos señalética que muestre la importancia de la biodiversidad local.

#### **Medida: Compensación.**

##### *Acciones de Reforestación con especies nativas*

Es importante destacar, que si bien, existirá remoción de vegetación “forestal” en algunas áreas consideradas de la LC, el proyecto únicamente se deberá ajustar a la superficie forestal obtenida de los análisis realizados en la MIA-R, sin afectar ni considerar otras áreas fuera de las mencionadas para llevar a cabo el cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF). No obstante, los impactos ambientales a la vegetación forestal dentro de las áreas requeridas que serán generados por las distintas actividades que pretende la modernización del camino pueden ser mitigados y en el mejor de los escenarios, pueden ser compensados a través de diversas estrategias y acciones como la reforestación en sitios que deberán ser elegidos en mutuo acuerdo con las autoridades locales de las comunidades cercanas, ya que la mayor parte de los predios tienen dueño, por lo que se deberán implementar acciones que integren las comunidades con el proyecto, por lo que se deberá proponer reforestar en sitios bien seleccionados con especies nativas de la región en una proporción 3:1 por las áreas que son sujetas a CUSTF y que fueron delimitadas dentro de la LC, con la finalidad de rehabilitar superficies que han sido devastadas por diferentes causas de origen antropogénico (ver anexo 12).

### Análisis de diversidad de vegetación

La integración de este apartado se basó en lo siguiente:

- Determinar la calidad ambiental del o de los ecosistemas que vaya (n) a ser afectado (s) por las obras y/o actividades, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen a ser objeto de aprovechamiento o afectación.
- Que la afectación directa o indirecta de los recursos naturales, sobre los cuales vaya a incidir el proyecto no ponga en riesgo la integridad funcional y la capacidad de carga del(os) ecosistema(s) de los que forman parte dichos recursos, por tiempos indefinidos.

Por lo anterior, fue imprescindible la caracterización ambiental *in situ*, misma que logro ser concreta, objetiva y sustentada, tanto en el SAR, AI y LC, como de la que derivo de la consulta bibliográfica especializada. El siguiente apartado refuerza la diversidad de flora registrada.

#### ❖ **Resultados obtenidos del levantamiento de información en campo y procesamiento de la información en gabinete**

Los resultados obtenidos que fueron descritos en la metodología presentada anteriormente, se muestran a continuación.

**Ubicación de los sitios de muestreo dentro y fuera de las áreas del proyecto (MP/MSAR):** Como se refirió en la metodología descrita se llevaron a cabo algunos muestreos dentro de las AP (AI/DDV/LC) y fuera de las mismas que incluyen el SAR. En este sentido, se realizaron 13 sitios de muestreo dentro y fuera de las AP, en total 26 muestreos de forma circular con una superficie cada uno de 400 m<sup>2</sup>, para (AR/AB), mismos que presentan un radio ( $r=11.28$  m), así como submuestreos cuadrados al interior y centro de cada sitio de muestreo de 1 m<sup>2</sup> para (HI).

Las siguientes imágenes muestran la ubicación espacial y distribución de los sitios de muestreo dentro y fuera de las áreas del proyecto (MP/MSAR).

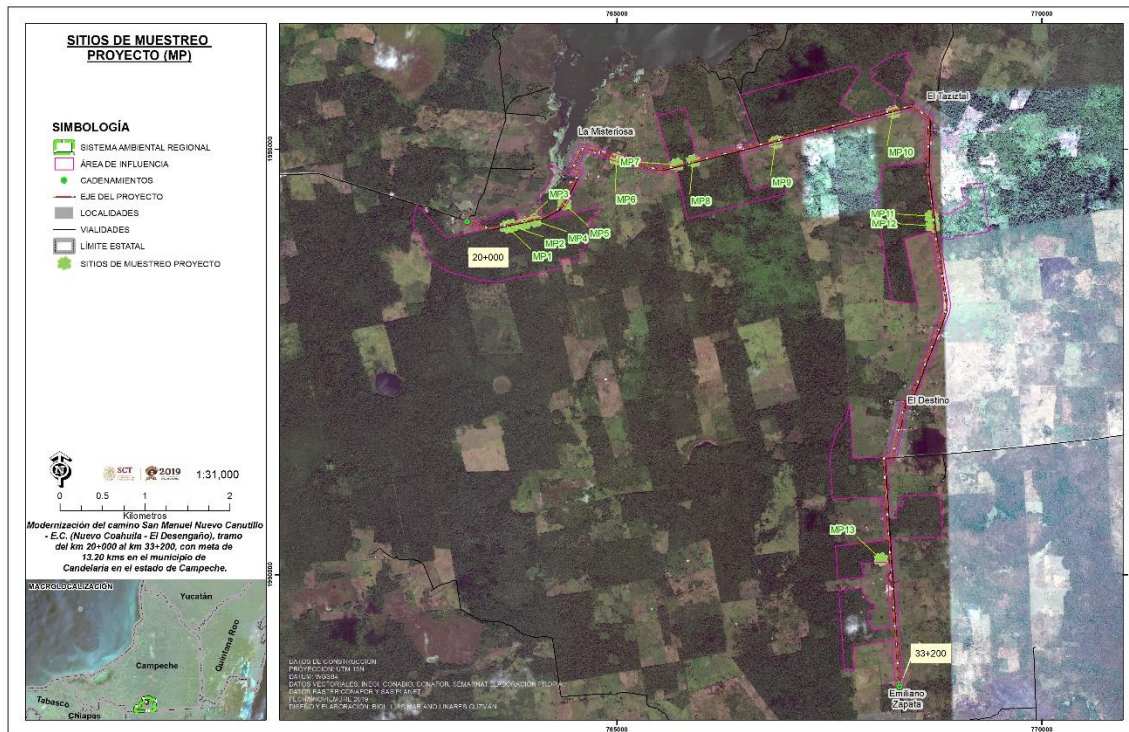


Figura 60. Ubicación espacial y distribución de los sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto (MP), superficies que incluyen el AI/DDV/LC.

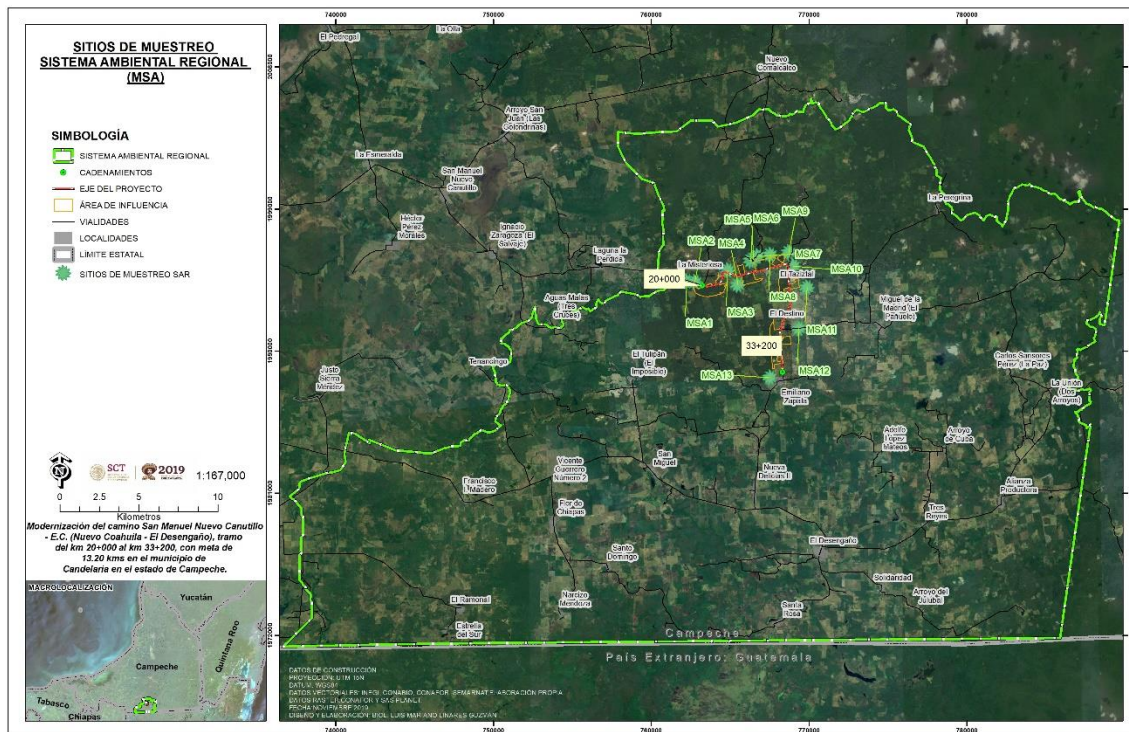


Figura 61. Ubicación espacial y distribución de los sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto (MSAR), superficies que incluyen SAR.



Las siguientes tablas muestran las coordenadas UTM obtenidas de los 13 sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto (MP) y 13 sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto (MSAR), donde al ser sitios circulares se señala la coordenada central, con la finalidad de tener un mayor reconocimiento *in situ* para cada sitio evaluado.

**Tabla 22. Coordenadas UTM que conforman el vértice central de cada sitio de muestreo (MP).**

Sitio de muestreo AP	Vértice	Coordenadas UTM		Unidad de análisis
		x	y	
MP1	1	763706.000	1994091.000	AI DDV LC
MP2	1	763758.000	1994101.000	
MP3	1	763902.000	1994130.000	
MP4	1	764032.000	1994161.000	
MP5	1	764382.000	1994362.000	
MP6	1	764999.000	1994887.000	
MP7	1	765701.000	1994818.000	
MP8	1	765896.000	1994867.000	
MP9	1	766867.000	1995084.000	
MP10	1	768247.000	1995440.000	
MP11	1	768704.000	1994212.000	
MP12	1	768718.000	1994099.000	
MP13	1	768106.000	1990182.000	

**Tabla 23. Coordenadas UTM que conforman el vértice central de cada sitio de muestreo (MSAR).**

Sitio de muestreo SAR/AI	Vértice	Coordenadas UTM		Unidad de análisis
		x	y	
MSAR1	1	762248.000	1994420.000	SAR
MSAR2	1	762754.000	1994377.000	
MSAR3	1	764846.000	1995105.000	
MSAR4	1	765493.000	1994185.000	
MSAR5	1	766310.000	1995719.000	
MSAR6	1	766480.000	1995806.000	
MSAR7	1	766723.000	1996003.000	
MSAR8	1	767547.000	1996087.000	
MSAR9	1	768716.000	1996240.000	
MSAR10	1	768998.000	1995382.000	
MSAR11	1	769862.000	1994025.000	
MSAR12	1	769363.000	1991425.000	
MSAR13	1	767548.000	1988320.000	

- Riqueza

**Riqueza y abundancia de especies en todos los sitios de muestreo (MP/MSAR):** Como se ha mencionado, se llevaron a cabo 13 sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto (MP) y 13 sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto (MSAR), además de submuestreos para

las herbáceas tomando como referencia 1m<sup>2</sup> justo en el centro marcado de cada sitio, con la finalidad de evaluar el comportamiento de la biodiversidad, entendiéndose como el número de especies en una unidad de área que se midió a través de dos métodos: la “riqueza específica” basada en la cantidad de especies presentes y la “estructura” que mide la abundancia proporcional. Este último se clasifica en la dominancia y equidad de la comunidad (Moreno, 2001).

### Muestras dentro de las áreas del proyecto (MP)

La siguiente tabla muestra resumidamente la riqueza florística en los sitios de muestreo (MP) para las distintas formas de vida evaluadas (AR/AB//HI) y la superficie en cada sitio de muestreo.

**Tabla 24. Riqueza y abundancia florística por sitio de muestreo para árboles (AR), arbustos (AB) y herbáceas (HI)**

Muestreo	Total Familias			Total Géneros			Total Especies			Total N° de individuos			m <sup>2</sup>
	AR	AB	HI	AR	AB	HI	AR	AB	HI	AR	AB	HI	
MP1	8	9	2	14	13	3	14	13	3	15	69	17	400
MP2	7	9	3	11	17	3	11	18	3	17	87	8	400
MP3	8	10	2	12	20	3	12	22	3	12	140	7	400
MP4	9	10	1	13	19	2	13	20	2	17	96	10	400
MP5	5	8	2	7	14	3	7	16	3	8	56	16	400
MP6	6	10	1	8	13	1	8	15	1	8	56	5	400
MP7	4	10	1	5	15	1	5	15	1	6	56	2	400
MP8	2	7	2	2	10	2	2	11	2	2	45	6	400
MP9	3	12	3	4	15	3	4	15	3	4	72	7	400
MP10	3	7	3	5	9	3	5	11	3	5	49	8	400
MP11	5	9	1	7	12	1	7	12	1	7	67	2	400
MP12	4	8	2	5	11	2	5	11	2	5	47	10	400
MP13	4	10	2	8	13	3	8	15	3	8	90	8	400
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>9</b>	<b>53</b>	<b>62</b>	<b>16</b>	<b>62</b>	<b>72</b>	<b>19</b>	<b>114</b>	<b>930</b>	<b>106</b>	<b>5200</b>

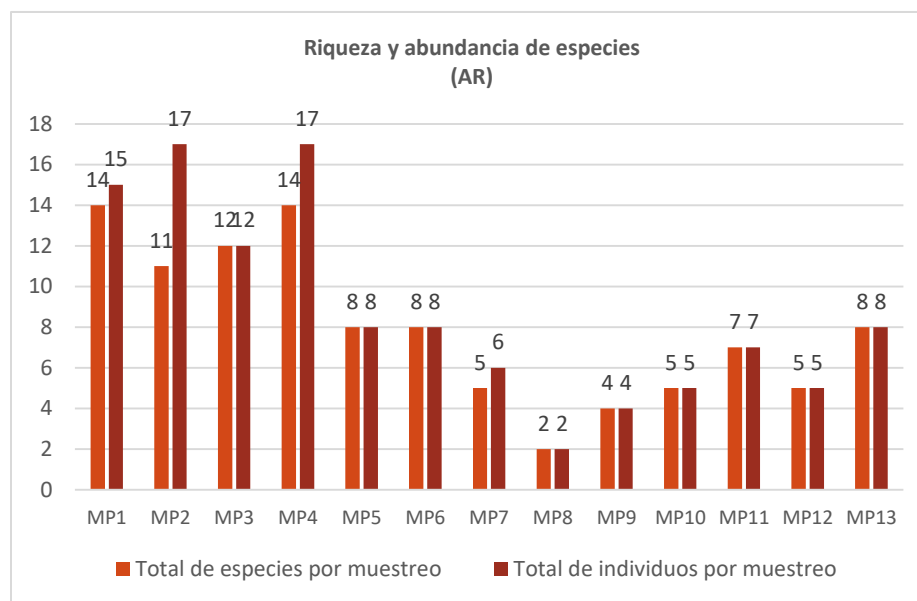
Para el caso de la superficie muestreada de las herbáceas se consideró solo (1m<sup>2</sup>), dentro de cada sitio de (400 m<sup>2</sup>). Todos los sitios de muestreo se encuentran formando parte de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

Para los árboles (AR) se registraron 114 individuos, que a su vez se encuentran incluidas en 23 familias, 53 géneros y 8 especies. La familia con mayor riqueza de especies es Leguminosae con 6 especies, sumando el (35.9%) del total de las especies encontradas en los sitios muestreados, el resto concentraron en cada familia una a 10 especie. El mayor número de individuos y que presentan la mayor abundancia en términos de especie es *Leucaena leucocephala* con 10 individuos.

Para los arbustos (AB) se registraron 930 individuos que a su vez se encuentran incluidas en 23 familias, 62 géneros y 72 especies. La familia con mayor riqueza de especies es Leguminosae con 47 especies (22.9%) del total de las especies encontradas en los sitios muestreados, el resto concentraron en cada familia de tres, dos y una especie. El mayor número de individuos y que presentan la mayor abundancia en términos de especie es *Acacia collinsii* con 46 individuos.

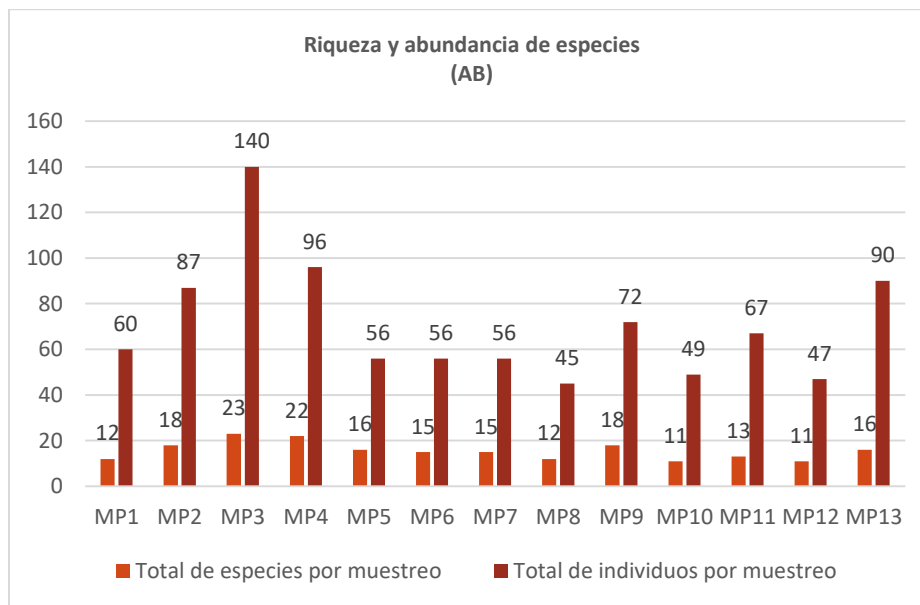
Para las herbáceas (HI) se registraron 106 individuos con un total de 25 especies, que a su vez se encuentran incluidas en 9 familias, 16 géneros y 19 especies. La familia con mayor riqueza de especies es Poaceae, con 15 especies sumando el (50%) del total de las especies encontradas en los sitios muestreados, el resto concentraron en cada familia una sola o dos especies. El mayor número de individuos y que presentan la mayor abundancia en términos de especie es *Panicum maximum* con 24 individuos.

Por otro lado, en cuanto a riqueza y abundancia de especies por sitio de muestreo conforme a las diferentes formas de vida registradas, se tiene que para los (AR) el sitio MP1 y MP4 tuvieron el mayor número de especies con 14, mientras aquel que presento la menor cifra es para el sitio MP8 con valores de 2 especies. El muestreo que presenta el mayor número de individuos es el MP2 y MP4 con 17; por otro lado, el MP8 registro la menor cantidad de individuos con solo 2. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (AR) por sitio de muestreo.



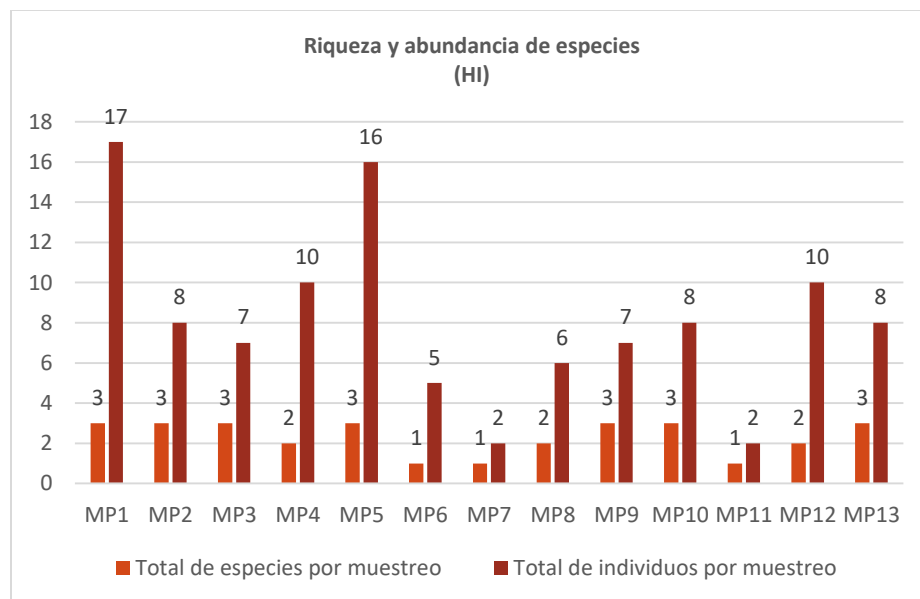
**Gráfica 8. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AR).**

Para los (AB) el sitio MP3 tuvo mayor número de especies con 23, mientras aquellos que presentaron la menor cifra son para los sitios MP10 y MP12, con valores de 11 especies en cada caso. Los muestreos que presentan el mayor número de individuos son el MP3 con (140) y MP3 (1796) y el MP12 registró la menor cantidad de individuos con solo 47. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (AB) por sitio de muestreo.



**Gráfica 9. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AB).**

Para las (HI) los sitios MP (1,2,3,5,9,10 y 13) tuvieron mayor número de especies con 3 especies. Mientras el resto de los sitios mostraron valores con solo 2 y 1 especies en cada caso. El muestreo que presentan el mayor número de individuos es MP1 con (17) y el MP5 con 16 especies. Mientras que el MP7 y MP11 registraron la menor cantidad de individuos con 2 respectivamente. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (HI) por sitio de muestreo. Algunas especies herbáceas resultan ser anuales y bianuales, por lo que en ciertas temporadas del año no se muestran de manera abundante.



**Gráfica 10. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (HI).**

### Muestras fuera de las áreas del proyecto (MSAR)

La siguiente tabla muestra resumidamente la riqueza florística en los sitios de muestreo (MSA=MSAR) para las distintas formas de vida evaluadas (AR/AB/HI) y la superficie en cada sitio de muestreo.

**Tabla 25. Riqueza y abundancia florística por sitio de muestreo en el SAR, para árboles (AR), arbustos (AB) y herbáceas (HI).**

Muestreo	Total Familias			Total Géneros			Total Especies			Total N° de individuos			m2
	AR	AB	HI	AR	AB	HI	AR	AB	HI	AR	AB	HI	
MSAR1	8	6	2	11	11	2	12	13	2	12	92	8	400
MSAR2	13	7	3	18	13	3	19	14	3	20	88	8	400
MSAR3	9	12	2	12	13	4	12	13	4	12	118	17	400
MSAR4	12	10	2	17	13	3	17	17	3	18	136	14	400
MSAR5	9	11	2	12	15	3	12	19	3	13	102	13	400
MSAR6	9	7	2	14	14	3	15	14	3	15	85	11	400
MSAR7	6	11	3	10	19	4	12	21	4	12	143	16	400
MSAR8	10	10	2	12	15	2	12	16	2	12	128	8	400
MSAR9	8	9	3	13	14	3	14	16	3	15	148	7	400
MSAR10	12	6	2	16	7	3	18	10	3	18	68	12	400
MSAR11	5	7	2	5	7	2	5	8	2	6	105	5	400
MSAR12	5	8	3	6	14	3	6	14	3	6	75	14	400
MSAR13	6	8	2	9	11	2	10	11	2	10	90	5	400
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>19</b>	<b>11</b>	<b>69</b>	<b>42</b>	<b>22</b>	<b>82</b>	<b>49</b>	<b>24</b>	<b>169</b>	<b>1378</b>	<b>138</b>	<b>5200</b>

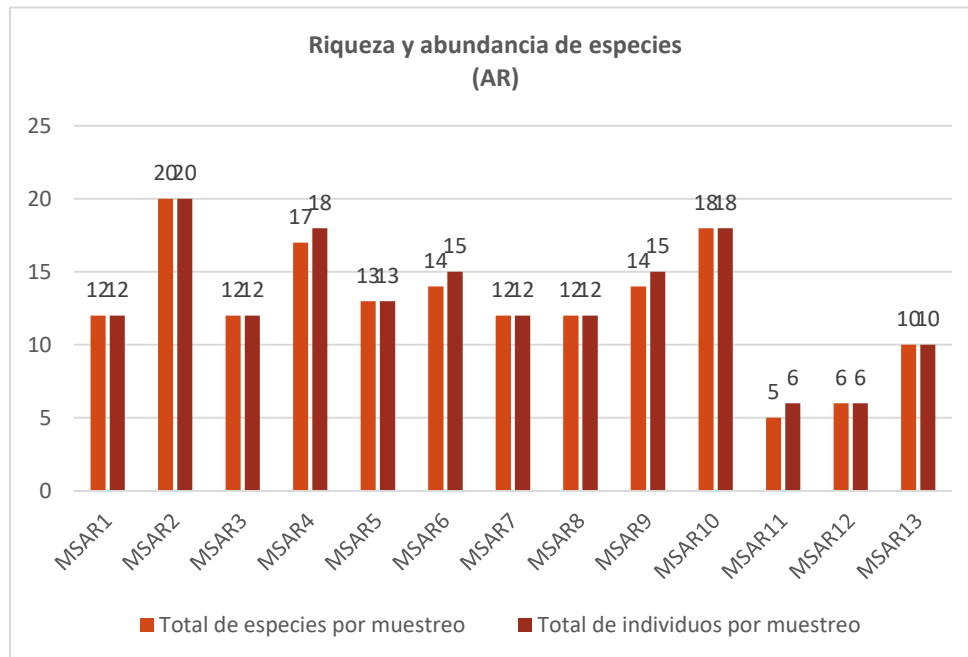
Para el caso de la superficie muestreada de las herbáceas se consideró solo (1m2), dentro de cada sitio de (400 m2). Todos los sitios de muestreo se encuentran formando parte de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia

Para los árboles (AR) se registraron 169 individuos, que a su vez se encuentran incluidas en 27 familias, 69 géneros y 82 especies. La familia con mayor riqueza de especies es Leguminosae, con 23 especies en cada caso, sumando el (28.04%) del total de las especies encontradas en los sitios muestreados, el resto concentraron en cada familia una sola especie. El mayor número de individuos y que presentan la mayor abundancia en términos de especie es *Acacia cornigera* con 5 individuos.

Para los arbustos (AB) se registraron 1378 individuos, que a su vez se encuentran incluidas en 19 familias, 42 géneros y 49 especies. La familia con mayor riqueza de especies es Leguminosae con 7 especies (14.28%) del total de las especies encontradas en los sitios muestreados, el resto concentraron en cada familia de tres a una especie. El mayor número de individuos y que presentan la mayor abundancia en términos de especie es *Alseis yucatanensis* con 96 individuos.

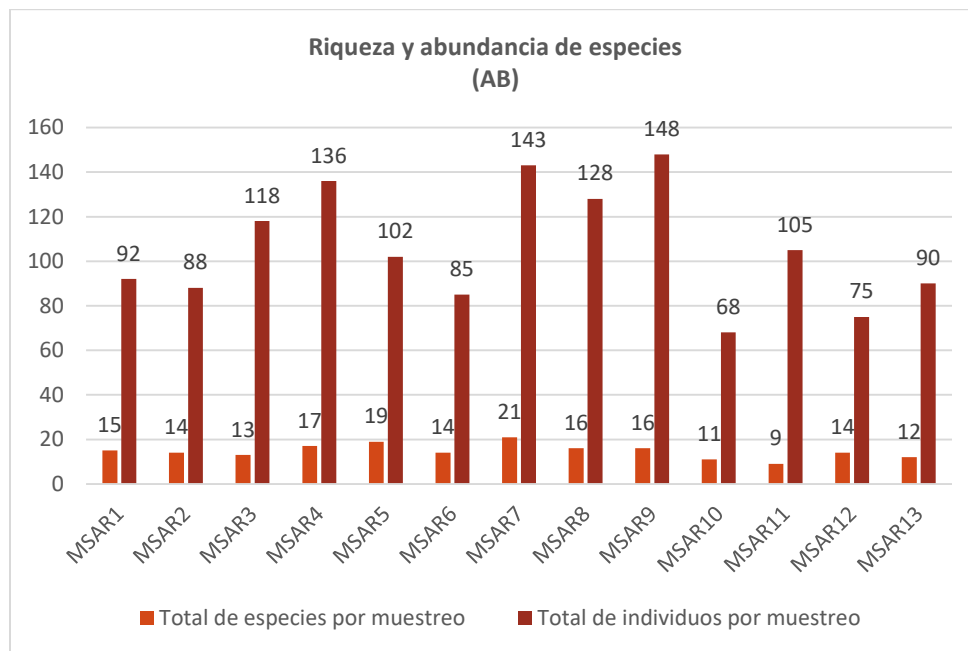
Para las herbáceas (HI) se registraron 138 individuos, que a su vez se encuentran incluidas en 11 familias, 22 géneros y 24 especies. La familia con mayor riqueza de especies es Poaceae, con 2 especies sumando el (28%) del total de las especies encontradas en los sitios muestreados, el resto concentraron en cada familia una sola especie. El mayor número de individuos y que presentan la mayor abundancia en términos de especie es *Panicum maximum* con 26 individuos.

En cuanto a riqueza y abundancia de especies por sitio de muestreo conforme a las diferentes formas de vida registradas, se tiene que para los (AR) los sitios MSAR2, MSAR4 y MSAR10 tuvieron mayor número de especies con 20 y el resto con 18 especies respectivamente, mientras aquellos que presentaron la menor cifra es para los sitios MSAR11 y MSAR12, con valores de 5 y 5 especies respectivamente. El muestreo que presenta el mayor número de individuos es el MSAR2 con 20; por otro lado, el MSAR11 y MSAR12 registraron la menor cantidad de individuos con solo 6 respectivamente. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (AR) por sitio de muestreo.



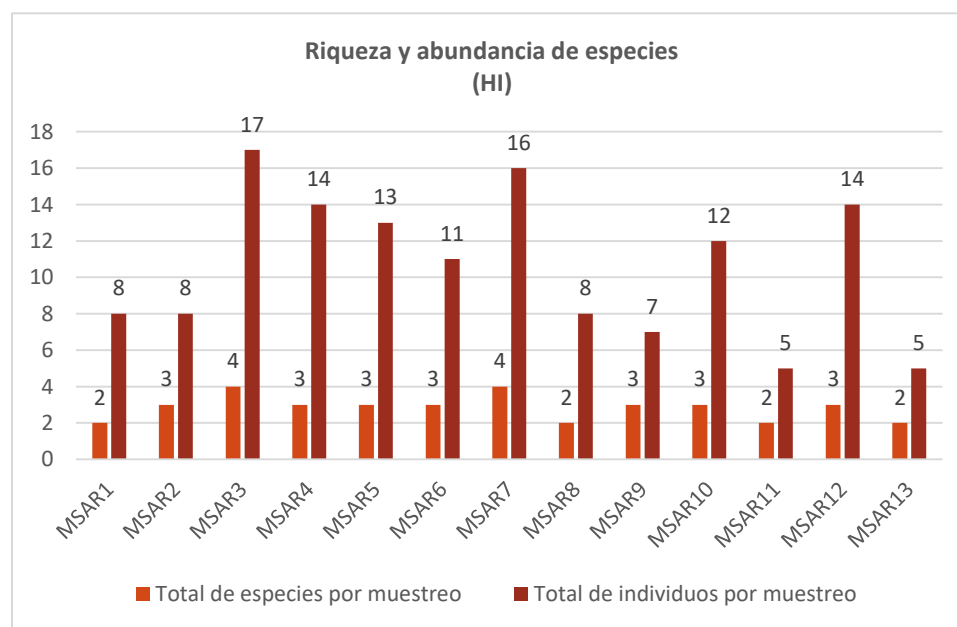
Gráfica 11. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AR).

Para los (AB) los sitios MSAR7, MSAR5 y MSAR4, tuvieron mayor número de especies con 21, 19 y 17 respectivamente, mientras aquellos que presentaron la menor cifra son para los sitios MSAR10 y MSAR11, con valores de 11 y 9 especies. Los muestreos que presentan el mayor número de individuos son el MSAR9 con (148) y MSAR7 (143) y el MSAR10 y MSAR12 registraron la menor cantidad de individuos con solo 68 y 75 respectivamente. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (AB) por sitio de muestreo.



**Gráfica 12. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AB).**

Para las (HI) los sitios MSAR3 y MSAR7, tuvieron mayor número de especies con 4 respectivamente, mientras el resto de los sitios mostraron valores con solo 2 y 3 especies en cada caso. Los muestreos que presentan el mayor número de individuos son el MSAR3 y MSAR7 registraron la menor cantidad de individuos con 17 y 16 respectivamente. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (HI) por sitio de muestreo. Algunas especies herbáceas resultan ser anuales y bianuales, por lo que en ciertas temporadas del año no se muestran de manera abundante.



**Gráfica 13. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (HI).**

En resumen, los datos muestran de manera general que en la zona de estudio (MP/MSAR) se presenta una alta riqueza y abundancia en algunos casos; es probable que el cambio de uso de suelo que ha sido provocado al pasar los años dentro de las áreas del proyecto, actualmente repercute sobre la diversidad de especies, misma que ha reducido notablemente al modificar y transformar superficies que anteriormente presentaban cobertura forestal con mayor grado de conservación; sin duda, la VS/SMQ dentro y fuera de las AP muestran una heterogeneidad notable, donde se observan distintas especies que forman parte del tipo de vegetación registrada tanto en los MP como en los MSAR, donde muchas especies se comparten entre los sitios evaluados. Sin embargo, los MSAR reflejan una mayor riqueza y abundancia con relación a los MP.

Para el caso de las herbáceas (HI) y que suelen habitar de manera dominante algunos sitios preferentemente donde se manifiestan diferentes actividades antropogénicas dentro de las AP, han colonizado gran parte, por lo que si bien, no mostraron valores altos tanto de riqueza como abundancia en 1m<sup>2</sup>, se observan en la zona de estudio que muchas plantas herbáceas están formando parte de la sucesión secundaria, incluso muchas de ellas son consideradas como pioneras de sitios perturbados formando parte de la vegetación arvense, ruderal y de borde, lo que está reduciendo la germinación de germoplasma forestal, ya que cubren áreas e impiden la llegada del sol para algunas semillas y plántulas que intentan su desarrollo y crecimiento.

#### **Curva de acumulación de especies:**

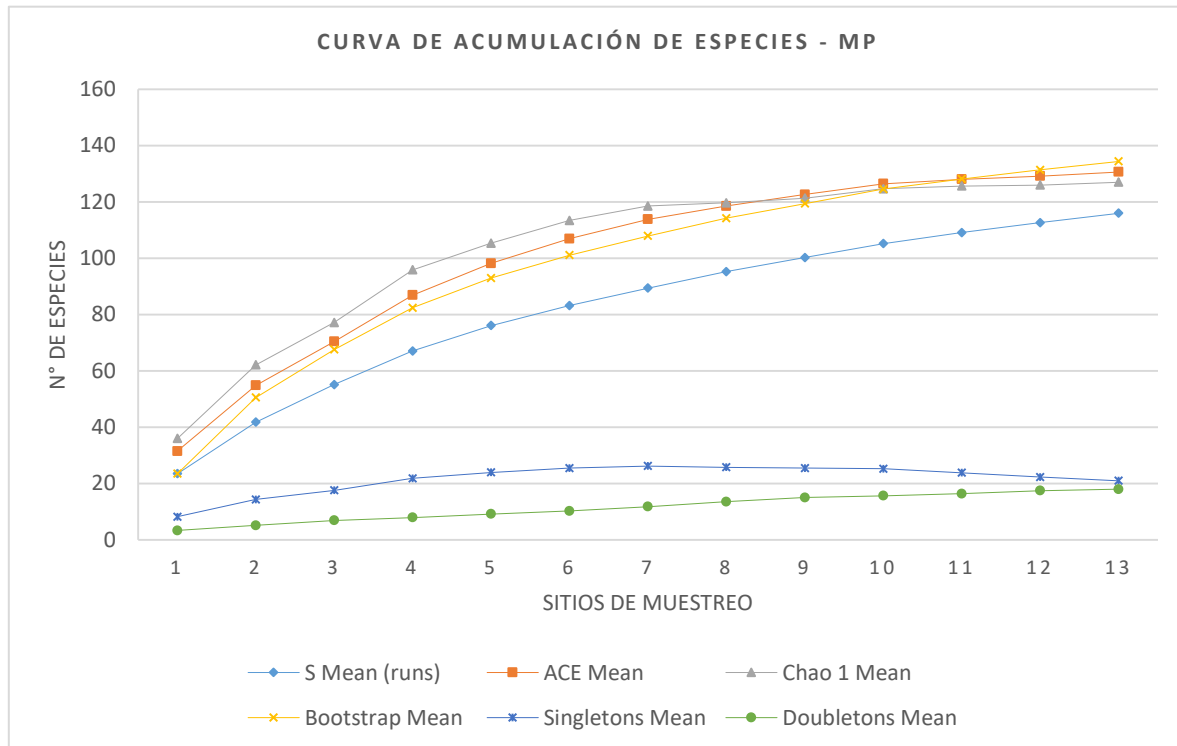
Para evaluar los datos del desarrollo de los estimadores de riqueza fue necesario tener una idea previa del número real de especies obtenidas de los sitios de muestreo (MP/MSAR). Con los datos obtenidos en cada sitio se construyó la curva de acumulación de especies registradas, así, se obtuvo el valor de especies observadas con (1, 2, 3... n) unidades de muestreo; lo anterior, mediante varios estimadores no paramétricos, así como la tendencia de intervalos de confianza mediante una curva de rarefacción. Cabe destacar, que los resultados obtenidos se presentan como anexo en un archivo de Excel Anexo 5 – 5.1 “CAE\_MP\_MSAR”, donde pueden ser consultados, mismos que tienen relación directa con los resultados presentados en la MIA-R.

#### **Muestreos dentro de las áreas del proyecto (MP)**

Como se puede observar en la siguiente gráfica la curva pierde gradualmente pendiente al incrementar el número de sitios de muestreo, tendiendo claramente a una asíntota, lo que sugiere la idoneidad de la labor del esfuerzo del muestreo. En general, algunos de los estimadores no paramétricos evaluados dentro de los (MP) estuvieron siempre por encima de la riqueza observada en los sitios de muestreo (Sobs 116 especies), en el caso de Bootstrap estimo la riqueza asíntótica con valores de 134.39 (134 especies); los estimadores ACE (130.63=131 especies) y Chao 1 (127.04=127 especies) se aproximaron suavemente a la riqueza asíntótica con esfuerzo de muestreo creciente, por lo que ambos casos se alcanzó un nivel de esfuerzo de muestreo de 89 y 91%, respectivamente, siendo los más precisos de los estimadores evaluados, ya que estiman el menor número de especies esperadas; el peor estimador en términos de precisión fue para Bootstrap (134.39=134 especies, 86%), éste sugiere la presencia de más especies (14) respecto a la riqueza observada aunque no varía significativamente, por lo que se requeriría algunos otros sitios de muestreo; sin embargo, los



otros estimadores mostraron un nivel de esfuerzo mayor al 89%. En todos los casos se muestra un comportamiento muy similar, donde en los primeros sitios crece de manera abrupta para conformar una asíntota que se va suavizando para mantenerse constante.

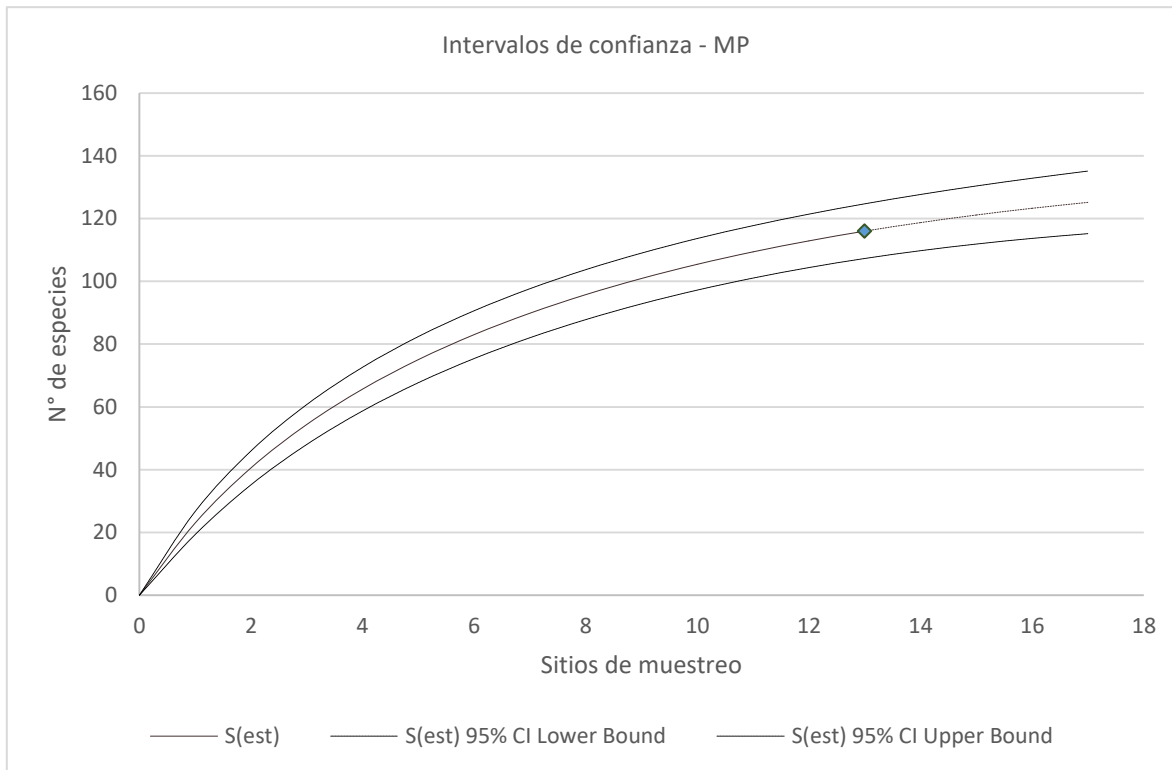


**Gráfica 14. Curva de acumulación de especies utilizando estimadores no paramétricos.**

En términos generales ACE y Chao 1 mostraron los menores sesgos (11 y 9%) del total de riqueza observada (Sobs), con una diferencia para ambos estimadores de 15 y 11 especie del total de registros obtenidos (116), lo que representa el 89 y 91% del esfuerzo de muestreo realizado para los 13 sitios de las especies esperadas. En otras palabras, el nivel de esfuerzo fue altamente satisfactorio, aunque se resalta que en todos los casos la asíntota no llega a su punto máximo; de modo que ante un incremento en el nivel de muestreo se podría esperar el registro de nuevas especies, aunque raras. Esta tendencia se corrobora al observar la gráfica anterior, donde las especies dobles (doubletons) aumenta ligeramente conforme aumentan los sitios de muestreo y las especies únicas (singletons), aunque van decreciendo es posible encontrar algunas especies raras que suelen requerir esfuerzos de muestreo más elevados, mismo que no siempre están acorde con la inversión de recursos y tiempo.

Adicionalmente se realizó una curva de rarefacción mediante una tendencia del intervalo de confianza para representar la riqueza encontrada dentro de los (MP) en función del esfuerzo de muestreo, lo anterior, permitió estimar la riqueza real mediante la extrapolación para un esfuerzo de muestreo infinito, ya que en teoría la curva de acumulación alcanza una asíntota cuando la probabilidad de añadir una nueva especie al inventario alcanza finalmente niveles cercanos a cero. La siguiente grafica muestra la curva de acumulación con los sitios de muestreo (13), más una extrapolación mediante una aleatorización de 4 sitios más en el supuesto de aumentar los sitios de muestreo y poder acercarse a la diversidad esperada con

sus estimadores mediante un margen de confianza inferior y superior. Los resultados obtenidos muestran la riqueza observada con 116 especies para los 13 sitios de muestreo realizados dentro de los (MP); sin embargo, al aumentar los sitios de muestreo a 17 sitios se esperaría una riqueza esperada de 125 especies lo que representa solo 9 nuevos registros, por lo que estadísticamente no resulta significativo desde el punto de vista de la diversidad de especies (Gotelli y Colwell, 2011).

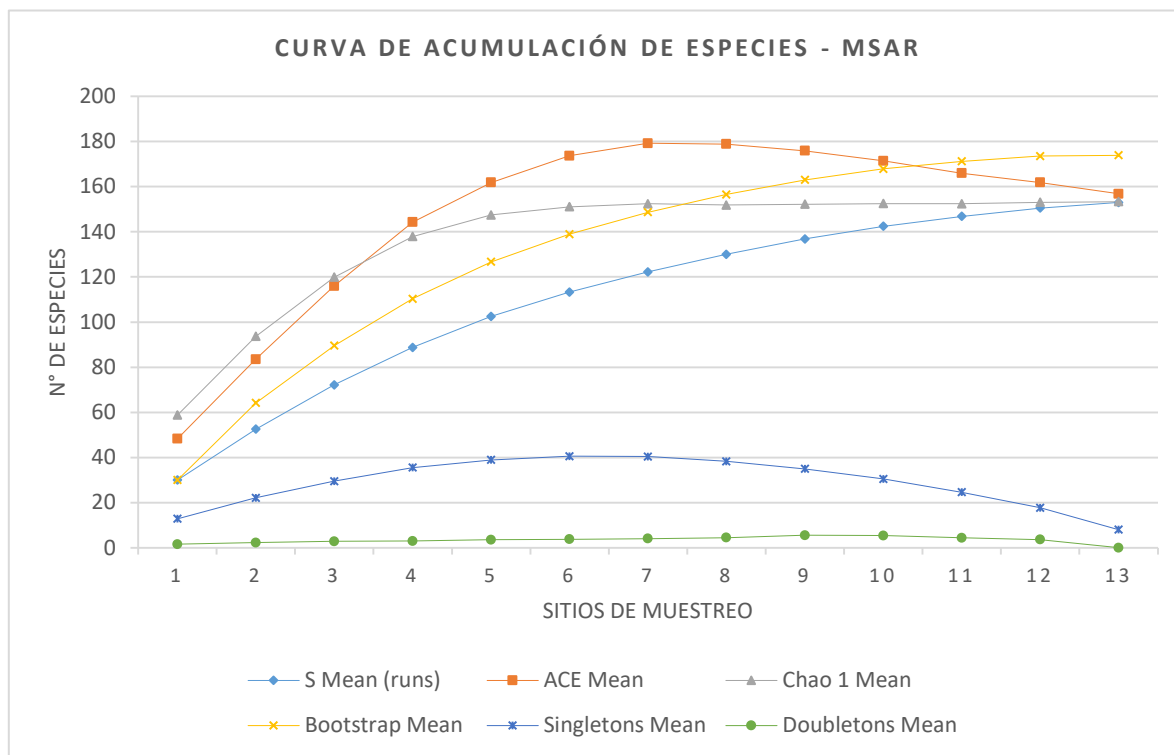


Gráfica 15. Intervalos de confianza.

### Muestreos fuera de las áreas del proyecto (MSAR)

Como se puede observar en la siguiente gráfica la curva pierde gradualmente pendiente al incrementar el número de sitios de muestreo, tendiendo claramente a una asíntota, lo que sugiere la idoneidad de la labor del esfuerzo del muestreo. En general, algunos de los estimadores no paramétricos evaluados (MSAR) estuvieron siempre por encima de la riqueza observada en los sitios de muestreo (*Sobs* 153 especies) y en otros casos mantuvieron el mismo número observado, en el caso de Bootstrap estimo la riqueza asíntótica con valores de 173.9 (174 especies), los estimadores ACE (156.82=157 especies) y Chao 1 (153.38=153 especies) se aproximaron e igualaron suavemente a la riqueza asíntótica con esfuerzo de muestreo creciente, por lo que ambos casos se alcanzó un nivel de esfuerzo de muestreo de 98 y 100%, respectivamente, siendo los más precisos de los estimadores evaluados, ya que estiman el menor número de especies esperadas; el peor estimador en términos de precisión fue para Bootstrap (173.9=174 especies, 88%), éste sugiere la presencia de más especies (21) respecto a la riqueza observada, por lo que se requeriría algunos otros sitios de muestreo; sin embargo, los otros estimadores mostraron un nivel de esfuerzo mayor al 98%. En todos los casos se

muestra un comportamiento muy similar, donde en los primeros sitios crece de manera abrupta para conformar una asíntota que se va suavizando para mantenerse constante.

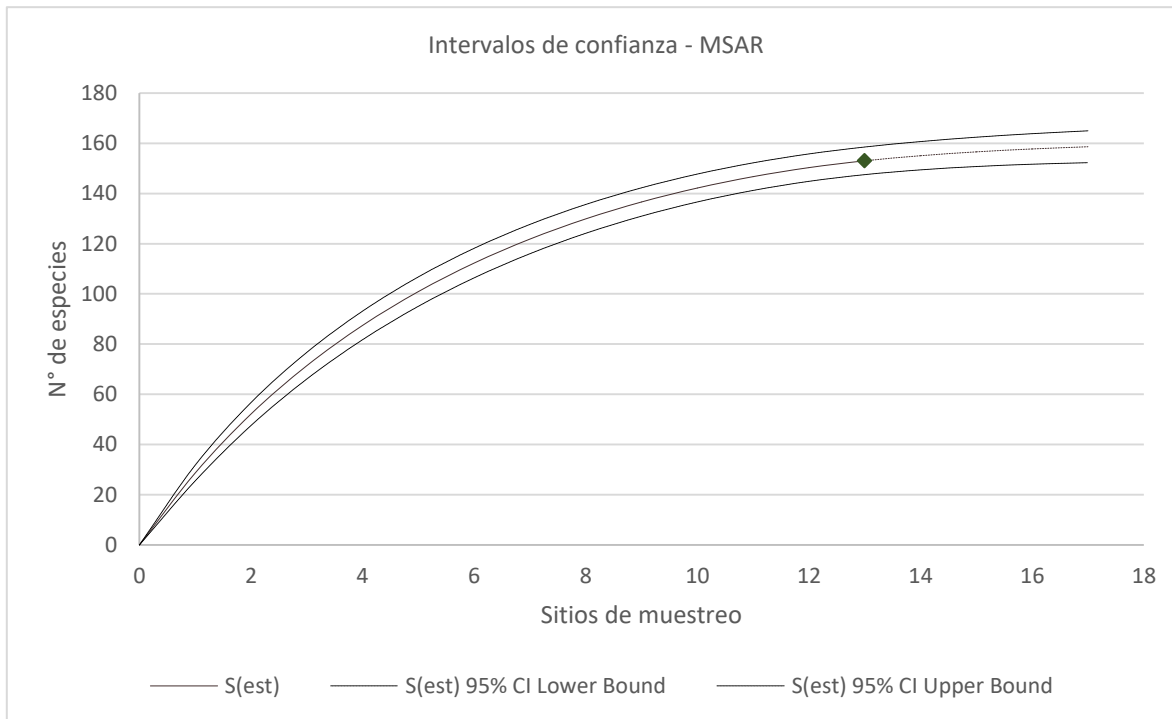


Gráfica 16. Curva de acumulación de especies utilizando estimadores no paramétricos.

En términos generales ACE y Chao 1 mostraron los menores sesgos (2 y 0%) del total de riqueza observada (Sobs), con una diferencia para ACE de 4 especie y para Chao alcanzando valores de 0 del total de registros obtenidos (153), lo que representa el 98 y 100% respectivamente del esfuerzo de muestreo realizado para los 13 sitios de las especies esperadas. En otras palabras, el nivel de esfuerzo fue altamente satisfactorio, aunque se resalta que en todos los casos la asíntota no llega a su punto máximo salvo para Chao 1; de modo que ante un incremento en el nivel de muestreo se podría esperar el registro de nuevas especies, aunque raras. Esta tendencia se corrobora al observar la gráfica anterior, donde las especies dobles (doubletons) tiende a disminuir y las únicas (singletons) decrece aproximándose a valores de 0, de modo que es posible encontrar algunas especies raras que suelen requerir esfuerzos de muestreo más elevados, mismo que no siempre están acorde con la inversión de recursos y tiempo.

Adicionalmente se realizó una curva de rarefacción mediante una tendencia del intervalo de confianza para representar la riqueza encontrada en los (MSAR) en función del esfuerzo de muestreo, lo anterior, permitió estimar la riqueza real mediante la extrapolación para un esfuerzo de muestreo infinito, ya que en teoría la curva de acumulación alcanza una asíntota cuando la probabilidad de añadir una nueva especie al inventario alcanza finalmente niveles cercanos a cero. La siguiente grafica muestra la curva de acumulación con los sitios de muestreo (13), más una extrapolación mediante una aleatorización de 4 sitios más en el supuesto de aumentar los sitios de muestreo y poder acercarse a la diversidad esperada con

sus estimadores mediante un margen de confianza inferior y superior. Los resultados obtenidos muestran la riqueza observada con 153 especies para los 13 sitios de muestreo realizados dentro de los (MSAR); sin embargo, al aumentar los sitios de muestreo a 17 sitios se esperaría una riqueza esperada de 159 especies lo que representa solo 6 nuevos registros, por lo que estadísticamente no resulta significativo desde el punto de vista de la diversidad de especies (Gotelli y Colwell, 2011).



Gráfica 17. Intervalos de confianza.

#### ♣ Estructura

Índice de Valor de importancia (IVI): En las tablas siguientes se presenta el índice de valor de importancia (IVI) obtenido para cada especie y por estrato (AR/AB//HI) de todas las que fueron identificadas dentro de los sitios de muestreo. En este sentido, vale la pena mencionar, que las diferentes formas de vida fueron separadas para evaluar y analizar de una mejor manera cada estrato en base a las diferentes formas de vida registradas.

#### • Árboles

##### Muestreos dentro de las áreas del proyecto (MP)

Para este estrato, del total de especies registradas *Leucaena leucocephala* llega alcanzar un IVI de (51.542) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición, presenta la mayor densidad, dominancia y frecuencia; la segunda posición es para *Guazuma ulmifolia* con un valor de importancia de (44.633), le continúa *Bursera simaruba* con valores de (20.974), las últimas 2 especies con valores dados por su frecuencia más que por su densidad o dominancia. El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y

se presentan con una densidad, dominancia y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Diospyros digyna*, *Tamarindus indica*, *Acacia pringlei subsp. Californica*, *Byrsonima crassifolia* y *Rhamnus humboldtiana* con valores de (1.234) en cada caso. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

**Tabla 26. Valor de importancia por especie (AR).**

Nº	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	<i>Sambucus canadensis</i>	1	0.877	0.148	0.272	1.298
2	<i>Spondias mombin</i>	2	1.754	0.698	1.090	3.542
3	<i>Mangifera indica</i>	1	0.877	0.165	0.272	1.314
4	<i>Annona reticulata</i>	1	0.877	0.771	0.272	1.920
5	<i>Cascabela thevetia</i>	2	1.754	1.512	0.272	3.539
6	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	1	0.877	0.915	0.272	2.065
7	<i>Spathodea campanulata</i>	1	0.877	0.148	0.272	1.298
8	<i>Tabebuia rosea</i>	1	0.877	1.472	0.272	2.622
9	<i>Crescentia cujete</i>	2	1.754	0.398	1.090	3.242
10	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1	0.877	12.099	0.272	13.248
11	<i>Bursera simaruba</i>	9	7.895	6.267	6.812	20.974
12	<i>Protium copal</i>	1	0.877	0.102	0.272	1.251
13	<i>Bucida buceras</i>	1	0.877	0.251	0.272	1.401
14	<i>Terminalia amazonia</i>	1	0.877	0.574	0.272	1.724
15	<i>Terminalia catappa</i>	1	0.877	5.187	0.272	6.336
16	<i>Diospyros salicifolia</i>	1	0.877	0.456	0.272	1.605
17	<i>Diospyros digyna</i>	1	0.877	0.084	0.272	1.234
18	<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.877	0.391	0.272	1.541
19	<i>Vitex gaumeri</i>	6	5.263	0.389	1.090	6.742
20	<i>Tectona grandis</i>	1	0.877	1.055	0.272	2.204
21	<i>Acacia cornigera</i>	2	1.754	1.47	1.090	4.315
22	<i>Delonix regia</i>	1	0.877	0.868	0.272	2.018
23	<i>Leucaena leucocephala</i>	10	8.772	15.523	27.248	51.542
24	<i>Havardia albicans</i>	3	2.632	0.673	2.452	5.757
25	<i>Senna pallida</i>	2	1.754	1.388	1.090	4.232
26	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0.877	0.891	0.272	2.041
27	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	3	2.632	0.652	0.272	3.556
28	<i>Erythrina variegata</i>	2	1.754	4.019	1.090	6.864
29	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	3	2.632	0.342	2.452	5.426
30	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1	0.877	0.091	0.272	1.241
31	<i>Gliricidia sepium</i>	1	0.877	0.562	0.272	1.711
32	<i>Haematoxylum campechianum</i>	1	0.877	0.336	0.272	1.486
33	<i>Acacia gaumeri</i>	1	0.877	0.439	0.272	1.589
34	<i>Tamarindus indica</i>	1	0.877	0.084	0.272	1.234
35	<i>Acacia pringlei subsp. Californica</i>	1	0.877	0.084	0.272	1.234
36	<i>Mimosa bahamensis</i>	1	0.877	0.127	0.272	1.276
37	<i>Piscidia piscipula</i>	2	1.754	1.219	1.090	4.063
38	<i>Apoplanesia paniculata</i>	1	0.877	0.086	0.272	1.236
39	<i>Dalbergia glabra</i>	1	0.877	0.089	0.272	1.239
40	<i>Senna hayesiana</i>	1	0.877	0.102	0.272	1.251
41	<i>Byrsonima crassifolia</i>	1	0.877	0.084	0.272	1.234
42	<i>Guazuma ulmifolia</i>	11	9.649	2.014	32.97	44.633
43	<i>Hampea trilobata</i>	1	0.877	0.707	0.272	1.856
44	<i>Ceiba pentandra</i>	2	1.754	0.611	1.090	3.455
45	<i>Hampea nutricia</i>	1	0.877	0.171	0.272	1.321

Nº	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
46	<i>Cedrela odorata</i>	1	0.877	0.096	0.272	1.246
47	<i>Swietenia macrophylla</i>	1	0.877	1.745	0.272	2.895
48	<i>Artocarpus altilis</i>	1	0.877	0.104	0.272	1.254
49	<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0.877	0.102	0.272	1.251
50	<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.877	2.702	0.272	3.852
51	<i>Muntingia calabura</i>	1	0.877	0.091	0.272	1.241
52	<i>Eugenia ibarrae</i>	2	1.754	0.553	1.09	3.397
53	<i>Psidium guajava</i>	2	1.754	1.575	1.090	4.419
54	<i>Psidium sartorianum</i>	3	2.632	2.184	2.452	7.268
55	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	1	0.877	0.084	0.272	1.234
56	<i>Guettarda combsii</i>	1	0.877	0.412	0.272	1.562
57	<i>Randia longiloba</i>	1	0.877	0.361	0.272	1.510
58	<i>Pouteria campechiana</i>	3	2.632	0.505	2.452	5.589
59	<i>Pouteria sapota</i>	1	0.877	3.215	0.272	4.364
60	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	1	0.877	1.97	0.272	3.120
61	<i>Simarouba amara</i>	1	0.877	3.112	0.272	4.261
62	<i>Cecropia peltata</i>	1	0.877	15.475	0.272	16.624
	<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Se registraron especies indicadoras de conservación como Cedro y Caoba, dichas especies mostraron valores bajos de IVI; *Swietenia macrophylla* con valores de IVI (2.895) y *Cedrela odorata* que obtuvo valores de (1.246); sin embargo, en este último caso es la única especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con categoría en protección especial (Pr), por lo que resultaron ser especies importantes ecológicamente hablando como parte de la (VS/SMQ).

- **Arbustos (AB)**

Para este estrato, del total de especies registradas *Acacia collinsii* llega alcanzar un IVI de (22.799) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición, demostrando ser una especie con los valores más altos de frecuencia en la (VS/SMQ); el segundo puesto es para *Leucaena leucocephala* (17.820), sus valores más altos están dados por su densidad y frecuencia, le continua *Tillandsia dasyliriifolia* (16.951), con valores altos en dominancia más que por su densidad y frecuencia; *Guazuma ulmifolia* (13.444), *Hibiscus rosa-sinensis* (12.692), con valores altos de dominancia y *Bromelia karatas* con un IVI de (10.978). El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una densidad, dominancia y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Dalbergia glabra* (0.405) y *Sagittaria lancifolia* (0.208), resultando ser especies que no logran una densidad, dominancia y frecuencia significativa en la zona. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

**Tabla 27. Valor de importancia por especie (AB).**

Nº	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	<i>Acacia collinsii</i>	76	8.252	4.647	9.901	22.799
2	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	13	1.412	0.802	0.396	2.610
3	<i>Aechmea bracteata</i>	24	2.606	1.394	2.475	6.475
4	<i>Croton ameliae</i>	16	1.737	3.307	2.475	7.519
5	<i>Sagittaria lancifolia</i>	1	0.109	0.000	0.099	0.208



Nº	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
6	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	40	4.343	4.588	8.020	16.951
7	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	28	3.040	4.800	4.851	12.692
8	<i>Hylocereus undatus</i>	42	4.560	1.888	2.475	8.923
9	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	30	3.257	1.542	3.564	8.364
10	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	22	2.389	0.802	1.584	4.775
11	<i>Agave vivipara</i>	20	2.172	1.542	0.891	4.605
12	<i>Alseis yucatanensis</i>	12	1.303	1.407	0.891	3.601
13	<i>Ayenia ardua</i>	15	1.629	1.086	0.891	3.606
14	<i>Bromelia karatas</i>	25	2.714	3.413	4.851	10.978
15	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	5	0.543	1.831	0.891	3.265
16	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	28	3.040	2.303	3.564	8.908
17	<i>Sabal mexicana</i>	31	3.366	3.187	3.564	10.117
18	<i>Croton reflexifolius</i>	12	1.303	1.444	1.584	4.331
19	<i>Mimosa pigra</i>	11	1.194	1.542	0.891	3.628
20	<i>Parathesis cubana</i>	14	1.520	0.839	0.891	3.250
21	<i>Sabal yapa</i>	19	2.063	2.147	2.475	6.685
22	<i>Bauhinia divaricata</i>	7	0.760	3.171	0.891	4.822
23	<i>Malvaviscus arboreus</i>	25	2.714	2.912	2.475	8.102
24	<i>Philodendron jacquinii</i>	31	3.366	1.851	2.475	7.692
25	<i>Cocos nucifera</i>	3	0.326	0.790	0.099	1.214
26	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	16	1.737	3.347	2.475	7.559
27	<i>Helicteres guazumifolia</i>	4	0.434	2.530	0.396	3.360
28	<i>Mandevilla torosa</i>	13	1.412	0.222	0.396	2.030
29	<i>Tillandsia brachycaulos</i>	25	2.714	2.409	1.584	6.708
30	<i>Cornutia pyramidata</i>	17	1.846	0.840	0.891	3.576
31	<i>Hamelia patens</i>	12	1.303	2.510	0.891	4.704
32	<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	34	3.692	3.418	3.564	10.674
33	<i>Sabal mauritiformis</i>	21	2.280	2.295	2.475	7.050
34	<i>Thevetia ahouai</i>	9	0.977	0.494	0.396	1.867
35	<i>Passiflora ciliata</i>	31	3.366	1.555	2.475	7.396
36	<i>Guazuma ulmifolia</i>	17	1.846	3.578	8.020	13.444
37	<i>Leucaena leucocephala</i>	31	3.366	4.553	9.901	17.820
38	<i>Spondias mombin</i>	5	0.543	1.777	0.099	2.419
39	<i>Cascabela thevetia</i>	1	0.109	0.790	0.099	0.997
40	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	2	0.217	0.444	0.099	0.760
41	<i>Spathodea campanulata</i>	3	0.326	1.234	0.099	1.659
42	<i>Tabebuia rosea</i>	4	0.434	0.605	0.099	1.138
43	<i>Crescentia cujete</i>	5	0.543	0.444	0.099	1.086
44	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	6	0.651	0.308	0.099	1.059
45	<i>Bursera simaruba</i>	6	0.651	0.197	0.099	0.948
46	<i>Protium copal</i>	8	0.869	0.197	0.099	1.165
47	<i>Bucida buceras</i>	1	0.109	0.605	0.099	0.812
48	<i>Terminalia amazonia</i>	1	0.109	0.444	0.099	0.652
49	<i>Vitex gaumeri</i>	1	0.109	0.308	0.099	0.516
50	<i>Tectona grandis</i>	9	0.977	0.444	0.099	1.520
51	<i>Acacia cornigera</i>	5	0.543	1.777	0.099	2.419
52	<i>Delonix regia</i>	1	0.109	0.790	0.099	0.997
53	<i>Havardia albicans</i>	3	0.326	1.234	0.099	1.659
54	<i>Senna pallida</i>	4	0.434	0.605	0.099	1.138
55	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	5	0.543	0.444	0.099	1.086
56	<i>Gliricidia sepium</i>	6	0.651	0.308	0.099	1.059
57	<i>Haematoxylum campechianum</i>	6	0.651	0.197	0.099	0.948
58	<i>Acacia gaumeri</i>	8	0.869	0.197	0.099	1.165
59	<i>Tamarindus indica</i>	1	0.109	0.605	0.099	0.812

Nº	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
60	<i>Acacia pringlei subsp. Californica</i>	1	0.109	0.444	0.099	0.652
61	<i>Mimosa bahamensis</i>	1	0.109	0.308	0.099	0.516
62	<i>Piscidia piscipula</i>	8	0.869	0.197	0.099	1.165
63	<i>Apoplanesia paniculata</i>	8	0.869	0.444	0.099	1.412
64	<i>Dalbergia glabra</i>	1	0.109	0.197	0.099	0.405
65	<i>Senna hayesiana</i>	1	0.109	0.444	0.099	0.652
66	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0.217	0.605	0.099	0.921
67	<i>Hampea trilobata</i>	3	0.326	0.197	0.099	0.622
68	<i>Ceiba pentandra</i>	5	0.543	0.790	0.099	1.432
69	<i>Hampea nutricia</i>	7	0.760	0.444	0.099	1.303
70	<i>Brosimum alicastrum</i>	5	0.543	0.197	0.099	0.839
71	<i>Ficus cotinifolia</i>	8	0.869	0.790	0.099	1.757
	<b>Total</b>	<b>930</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Aquí vale la pena señalar, que la familia Cactaceae y Arecaceae fueron agrupadas en los arbustos, debido principalmente a la baja riqueza que mostraron. Como se puede observar en la tabla superior en el caso de *Hylocereus undatus* con solo 42 individuos se mostró con IVI de (8.923), *Sabal mauritiiformis* (7.05), *Sabal mexicana* (10.117) y *Sabal yapa* (6.685).

- **Herbáceas (HI)**

Para este estrato, del total de especies registradas *Panicum maximum* llega alcanzar un IVI de (119.708) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición ya que también presenta la mayor densidad y frecuencia, pero no llega ser la que obtuvo los valores más altos de dominancia, en este último caso es para la segunda posición *Paspalum virgatum* con un valor de importancia de (59.511). El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una dominancia, densidad y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Bidens pilosa* y *Ricinus communis*, ambos con un IVI de (2.461).

De manera general para el caso de las herbáceas su alto valor de importancia está dado por su densidad y frecuencia de ser encontradas más que por su dominancia; sin embargo, al ser parte muchas de ellas especies anuales y bianuales que dominan el estrato bajo de la (VS/SMQ), suelen en la mayoría de los casos colonizar extensas superficies, entre las especies encontradas algunas son consideradas como plantas arvenses y ruderales, donde muchas de ellas se han visto favorecidas por distintas causas de origen antropogénico. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

**Tabla 28. Valor de importancia por especie (HI).**

Nº	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	<i>Acalypha villosa</i>	2	1.887	2.147	0.980	5.014
2	<i>Aldama dentata</i>	2	1.887	0.227	0.980	3.094
3	<i>Andropogon bicornis</i>	2	1.887	0.537	0.980	3.404
4	<i>Andropogon glomeratus</i>	3	2.830	8.589	0.980	12.399
5	<i>Bidens pilosa</i>	1	0.943	0.537	0.980	2.461
6	<i>Cenchrus echinatus</i>	6	5.660	2.147	0.980	8.788



Nº	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
7	<i>Critonia aromatisans</i>	3	2.830	8.589	0.980	12.399
8	<i>Ipomoea crinalyx</i>	2	1.887	0.537	0.980	3.404
9	<i>Ipomoea tiliacea</i>	2	1.887	2.147	0.980	5.014
10	<i>Ipomoea turbinata</i>	2	1.887	0.134	0.980	3.001
11	<i>Ludwigia octovalvis</i>	8	7.547	8.589	0.980	17.116
12	<i>Nymphaea ampla</i>	3	2.830	1.208	0.980	5.018
13	<i>Panicum maximum</i>	35	33.019	38.649	48.039	119.708
14	<i>Paspalum virgatum</i>	20	18.868	5.349	35.294	59.511
15	<i>Ricinus communis</i>	1	0.943	0.537	0.980	2.461
16	<i>Salvinia minima</i>	5	4.717	4.831	0.980	10.529
17	<i>Sida spinosa</i>	2	1.887	0.537	0.980	3.404
18	<i>Solanum erianthum</i>	3	2.830	1.290	0.980	5.100
19	<i>Waltheria indica</i>	4	3.774	13.420	0.980	18.174
	<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

### Muestreos fuera de las áreas del proyecto (MSAR)

- Árboles (AR)

Para este estrato, del total de especies registradas *Acacia cornigera* llega alcanzar un IVI de (13.840) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición, presenta la mayor dominancia; sin embargo, no tiene la mayor densidad y frecuencia; la segunda posición es para *Dalbergia glabra* con un valor de importancia de (8.609), con los valores de densidad y frecuencia más altos, le continúa *Vitex gaumeri* con valores de (8.280) y *Metopium brownei* con un IVI (7.445). El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una densidad, dominancia y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Piscidia piscipula* (1.203), *Maclura tinctoria* (1.028) y *Ficus cotinifolia* (0.986). La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

**Tabla 29. Valor de importancia por especie (AR).**

Nº	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	<i>Acacia cornigera</i>	5	2.959	4.250	6.631	13.840
2	<i>Acacia gaumeri</i>	2	1.183	0.507	1.061	2.752
3	<i>Acacia pringlei subsp. Californica</i>	1	0.592	0.420	0.265	1.277
4	<i>Alchornea latifolia</i>	2	1.183	1.563	1.061	3.808
5	<i>Annona reticulata</i>	2	1.183	0.745	1.061	2.989
6	<i>Apoplanesia paniculata</i>	2	1.183	0.863	1.061	3.107
7	<i>Artocarpus altilis</i>	3	1.775	0.778	2.387	4.940
8	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	2	1.183	1.282	1.061	3.526
9	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	2	1.183	0.379	1.061	2.623
10	<i>Brosimum alicastrum</i>	2	1.183	0.536	1.061	2.781
11	<i>Bucida buceras</i>	2	1.183	2.627	1.061	4.872
12	<i>Bursera simaruba</i>	2	1.183	0.980	1.061	3.225
13	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	1.183	1.894	1.061	4.138
14	<i>Cameraria latifolia</i>	2	1.183	0.480	1.061	2.724
15	<i>Cascabela gaumeri</i>	3	1.775	2.107	2.387	6.270
16	<i>Cascabela thevetia</i>	2	1.183	0.623	1.061	2.867
17	<i>Cecropia peltata</i>	2	1.183	1.380	1.061	3.625

N°	Especie	N° de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
18	<i>Cedrela odorata</i>	2	1.183	0.370	1.061	2.615
19	<i>Ceiba pentandra</i>	2	1.183	2.063	1.061	4.308
20	<i>Citrus x aurantium</i>	2	1.183	0.722	1.061	2.966
21	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2	1.183	0.525	1.061	2.770
22	<i>Codiaeum variegatum</i>	2	1.183	2.156	1.061	4.400
23	<i>Crescentia cujete</i>	2	1.183	0.308	1.061	2.553
24	<i>Croton arboreus</i>	3	1.775	1.458	2.387	5.620
25	<i>Cupania bellizensis</i>	2	1.183	4.077	1.061	6.322
26	<i>Dalbergia glabra</i>	2	1.183	6.364	1.061	8.609
27	<i>Delonix regia</i>	1	0.592	3.820	0.265	4.677
28	<i>Diospyros campechiana</i>	2	1.183	2.811	1.061	5.056
29	<i>Diospyros digyna</i>	2	1.183	0.909	1.061	3.154
30	<i>Diospyros salicifolia</i>	2	1.183	2.272	1.061	4.516
31	<i>Diphysa carthagenensis</i>	2	1.183	0.845	1.061	3.090
32	<i>Drypetes lateriflora</i>	3	1.775	0.800	2.387	4.962
33	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0.592	0.851	0.265	1.708
34	<i>Erythrina variegata</i>	2	1.183	1.008	1.061	3.253
35	<i>Eugenia ibarrae</i>	2	1.183	0.719	1.061	2.963
36	<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.592	0.129	0.265	0.986
37	<i>Gliricidia sepium</i>	2	1.183	2.389	1.061	4.633
38	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	1.183	0.398	1.061	2.643
39	<i>Guettarda combsii</i>	2	1.183	0.368	1.061	2.613
40	<i>Haematoxylum campechianum</i>	2	1.183	0.522	1.061	2.767
41	<i>Hampea nutricia</i>	2	1.183	4.672	1.061	6.917
42	<i>Hampea trilobata</i>	2	1.183	0.758	1.061	3.003
43	<i>Havardia albicans</i>	2	1.183	2.140	1.061	4.384
44	<i>Jatropha gaumeri</i>	2	1.183	0.659	1.061	2.903
45	<i>Leucaena leucocephala</i>	2	1.183	0.479	1.061	2.723
46	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	2	1.183	3.087	1.061	5.331
47	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2	1.183	0.336	1.061	2.580
48	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	2	1.183	0.323	1.061	2.568
49	<i>Luehea speciosa</i>	2	1.183	1.172	1.061	3.416
50	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2	1.183	1.945	1.061	4.190
51	<i>Maclura tinctoria</i>	1	0.592	0.171	0.265	1.028
52	<i>Mangifera indica</i>	2	1.183	0.719	1.061	2.963
53	<i>Manilkara zapota</i>	2	1.183	0.272	1.061	2.517
54	<i>Metopium brownei</i>	4	2.367	0.834	4.244	7.445
55	<i>Mimosa bahamensis</i>	2	1.183	0.331	1.061	2.575
56	<i>Muntingia calabura</i>	2	1.183	0.391	1.061	2.636
57	<i>Pachira aquatica</i>	2	1.183	0.532	1.061	2.776
58	<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.592	0.346	0.265	1.203
59	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	2	1.183	0.995	1.061	3.239
60	<i>Platymiscium yucatanum</i>	2	1.183	0.773	1.061	3.018
61	<i>Pouteria campechiana</i>	2	1.183	0.659	1.061	2.903
62	<i>Pouteria sapota</i>	2	1.183	0.538	1.061	2.782
63	<i>Protium copal</i>	2	1.183	0.617	1.061	2.861
64	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	2	1.183	0.718	1.061	2.963
65	<i>Psidium guajava</i>	3	1.775	1.754	2.387	5.916
66	<i>Psidium sartorianum</i>	2	1.183	0.300	1.061	2.544
67	<i>Randia longiloba</i>	2	1.183	1.057	1.061	3.301
68	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	2	1.183	0.315	1.061	2.559
69	<i>Sambucus canadensis</i>	2	1.183	0.929	1.061	3.174
70	<i>Senna hayesiana</i>	2	1.183	0.536	1.061	2.781
71	<i>Senna pallida</i>	2	1.183	1.210	1.061	3.454

N°	Especie	N° de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
72	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	2	1.183	0.397	1.061	2.641
73	<i>Simarouba amara</i>	1	0.592	1.977	0.265	2.834
74	<i>Spathodea campanulata</i>	2	1.183	0.828	1.061	3.072
75	<i>Spondias mombin</i>	2	1.183	0.854	1.061	3.099
76	<i>Swietenia macrophylla</i>	2	1.183	0.346	1.061	2.591
77	<i>Tabebuia rosea</i>	2	1.183	1.122	1.061	3.366
78	<i>Tectona grandis</i>	2	1.183	1.092	1.061	3.337
79	<i>Terminalia amazonia</i>	2	1.183	0.890	1.061	3.135
80	<i>Terminalia catappa</i>	2	1.183	1.172	1.061	3.416
81	<i>Trophis racemosa</i>	2	1.183	2.783	1.061	5.028
82	<i>Vitex gaumeri</i>	4	2.367	1.669	4.244	8.280
	<b>Total</b>	<b>169</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Se registraron especies que resultan ser buenas indicadoras de conservación; a pesar de mostrar valores bajos de IVI al igual que *Cedrela odorata* que obtuvo valores de (2.615); sin embargo, es la única especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con categoría en protección especial (Pr), por lo que resulta ser una especie importante ecológicamente hablando como parte de la VS/SMQ.

- **Arbustos (AB)**

Para este estrato, del total de especies registradas *Sabal mexicana* llega alcanzar un IVI de (27.328) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición, demostrando ser una especie con los valores más altos de densidad, dominancia y frecuencia en la VS/SMQ; el segundo puesto es para *Alseis yucatanensis* (21.179), sus valores más altos están dados por su densidad y frecuencia, le continua *Croton ameliae* (15.168), con valores altos en dominancia más que por su densidad y frecuencia, *Leucaena leucocephala* (11.466) y *Aechmea bracteata* (11.117). El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una densidad, dominancia y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Cocos nucifera* (0.889), *Bauhinia divaricata* (0.554) y *Xanthosoma yucatanense* (0.390), resultando ser especies que no logran una densidad, dominancia y frecuencia significativa en la zona. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

**Tabla 30. Valor de importancia por especie (AB).**

N°	Especie	N° de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	<i>Acacia collinsii</i>	28	2.032	4.569	2.480	9.081
2	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	17	1.234	1.737	2.480	5.451
3	<i>Adonidia merrillii</i>	9	0.653	2.300	1.587	4.541
4	<i>Alseis yucatanensis</i>	96	6.967	2.209	12.004	21.179
5	<i>Helicteres baruensis</i>	46	3.338	1.790	1.587	6.716
6	<i>Mimosa pigra</i>	14	1.016	0.782	0.893	2.691
7	<i>Sabal mexicana</i>	32	2.322	13.002	12.004	27.328
8	<i>Tillandsia dasyliiriifolia</i>	21	1.524	0.210	1.587	3.321
9	<i>Helicteres guazumifolia</i>	26	1.887	1.875	0.893	4.655
10	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	37	2.685	2.902	2.480	8.067
11	<i>Sagittaria lancifolia</i>	54	3.919	0.121	2.480	6.520
12	<i>Tillandsia brachycaulos</i>	12	0.871	0.097	0.893	1.861

N°	Especie	N° de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
13	<i>Aechmea bracteata</i>	19	1.379	8.151	1.587	11.117
14	<i>Agave vivipara</i>	26	1.887	0.807	0.397	3.091
15	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	32	2.322	0.883	1.587	4.792
16	<i>Malvaviscus arboreus</i>	20	1.451	0.278	0.893	2.622
17	<i>Mandevilla torosa</i>	27	1.959	1.028	1.587	4.575
18	<i>Ayenia ardua</i>	30	2.177	0.327	0.893	3.397
19	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	30	2.177	0.770	2.480	5.427
20	<i>Cornutia pyramidata</i>	37	2.685	0.504	2.480	5.669
21	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	31	2.250	3.183	2.480	7.913
22	<i>Bromelia karatas</i>	43	3.120	0.522	2.480	6.123
23	<i>Parathesis cubana</i>	28	2.032	0.137	0.397	2.566
24	<i>Passiflora ciliata</i>	30	2.177	0.807	0.893	3.877
25	<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	45	3.266	0.363	1.587	5.216
26	<i>Pontederia sagittata</i>	34	2.467	6.901	0.893	10.261
27	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	47	3.411	1.794	1.587	6.792
28	<i>Croton ameliae</i>	47	3.411	8.186	3.571	15.168
29	<i>Croton icche</i>	50	3.628	0.654	2.480	6.763
30	<i>Croton oerstedianus</i>	35	2.540	2.863	1.587	6.991
31	<i>Croton reflexifolius</i>	40	2.903	1.184	1.587	5.674
32	<i>Philodendron jacquinii</i>	31	2.250	2.811	0.893	5.953
33	<i>Pisonia aculeata</i>	24	1.742	1.931	0.893	4.566
34	<i>Sabal mauritiiformis</i>	15	1.089	1.303	0.893	3.284
35	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	14	1.016	1.114	0.893	3.023
36	<i>Desmanthus virgatus</i>	37	2.685	1.858	2.480	7.023
37	<i>Fridericia patellifera</i>	25	1.814	4.647	1.587	8.048
38	<i>Sabal yapa</i>	5	0.363	5.546	0.397	6.306
39	<i>Thevetia ahouai</i>	22	1.597	1.218	0.893	3.708
40	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	35	2.540	0.547	0.893	3.980
41	<i>Hylocereus undatus</i>	17	1.234	0.016	0.099	1.349
42	<i>Senna hirsuta</i>	21	1.524	1.460	0.893	3.877
43	<i>Cocos nucifera</i>	10	0.726	0.065	0.099	0.889
44	<i>Musa x paradisiaca</i>	3	0.218	0.581	0.099	0.898
45	<i>Hamelia patens</i>	26	1.887	3.617	1.587	7.091
46	<i>Bauhinia divaricata</i>	6	0.435	0.020	0.099	0.554
47	<i>Xanthosoma yucatanense</i>	2	0.145	0.145	0.099	0.390
48	<i>Guazuma ulmifolia</i>	13	0.943	0.857	6.349	8.149
49	<i>Leucaena leucocephala</i>	29	2.104	1.325	8.036	11.466
	<b>Total</b>	<b>1378</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Aquí vale la pena señalar, que las familias Cactaceae y Bromeliaceae fueron agrupadas en los arbustos, debido principalmente a la baja riqueza que mostraron. Como se puede observar en la tabla superior en el caso de *Hylocereus undatus* con solo 17 individuos se mostró con IVI de (1.349); para *Aechmea bracteata* con un total de 19 individuos se muestra con valores de (11.117); para *Bromelia karatas* con un total de 43 individuos registrados se obtuvo un IVI de (6.123), *Tillandsia brachycaulos* con IVI (1.861) y finalmente para *Tillandsia dasyliriifolia* (3.321) obtuvo los valores más bajos de IVI. Como puede observarse estas especies mostraron valores entre los más bajos en densidad, dominancia y frecuencia, por lo que no resultaron ser estadísticamente significativas.

- **Herbáceas (HI)**

Para este estrato, del total de especies registradas *Melampodium divaricatum* llega alcanzar un IVI de (63.083) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición ya que también presenta la mayor dominancia y frecuencia, pero no llega ser la que obtuvo los valores más altos de densidad, en este último caso es para la segunda posición *Panicum maximum* con un valor de importancia de (60.716). El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una dominancia, densidad y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Ipomoea turbinata* con un IVI de (4.145) y *Salvinia minima* (3.710).

De manera general para el caso de las herbáceas su alto valor de importancia está dado por su dominancia y frecuencia de ser encontradas más que por su densidad; sin embargo, al ser parte muchas de ellas especies anuales y bianuales que dominan el estrato bajo de la VS/SMQ, suelen en la mayoría de los casos colonizar extensas superficies, entre las especies encontradas algunas son consideradas como plantas arvenses y ruderales, donde muchas de ellas se han visto favorecidas por distintas causas de origen antropogénico. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

**Tabla 31. Valor de importancia por especie (HI).**

Nº	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	<i>Asclepias curassavica</i>	7	5.072	1.932	4.598	11.603
2	<i>Salvinia minima</i>	3	2.174	0.386	1.149	3.710
3	<i>Melampodium divaricatum</i>	19	13.768	20.58	28.736	63.083
4	<i>Nymphaea ampla</i>	2	1.449	3.478	1.149	6.077
5	<i>Ricinus communis</i>	4	2.899	6.184	1.149	10.232
6	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	4	2.899	3.961	4.598	11.458
7	<i>Andropogon bicornis</i>	3	2.174	1.546	1.149	4.869
8	<i>Sida spinosa</i>	2	1.449	1.546	1.149	4.145
9	<i>Panicum maximum</i>	26	18.841	13.14	28.736	60.716
10	<i>Zea mays</i>	2	1.449	8.599	4.598	14.646
11	<i>Ipomoea crinicalyx</i>	7	5.072	2.415	1.149	8.637
12	<i>Cenchrus echinatus</i>	10	7.246	0.386	1.149	8.782
13	<i>Bidens pilosa</i>	6	4.348	7.729	4.598	16.675
14	<i>Spermacoce tenuior</i>	7	5.072	3.092	4.598	12.762
15	<i>Paspalum virgatum</i>	6	4.348	1.546	1.149	7.043
16	<i>Acalypha villosa</i>	2	1.449	1.546	1.149	4.145
17	<i>Aldama dentata</i>	7	5.072	2.415	1.149	8.637
18	<i>Ludwigia octovalvis</i>	2	1.449	1.546	1.149	4.145
19	<i>Critonia aromatisans</i>	4	2.899	4.734	1.149	8.782
20	<i>Waltheria indica</i>	3	2.174	1.546	1.149	4.869
21	<i>Ipomoea tiliacea</i>	6	4.348	1.546	1.149	7.043
22	<i>Solanum erianthum</i>	1	0.725	2.415	1.149	4.290
23	<i>Andropogon glomeratus</i>	3	2.174	6.184	1.149	9.507
24	<i>Ipomoea turbinata</i>	2	1.449	1.546	1.149	4.145
	<b>Total</b>	<b>138</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

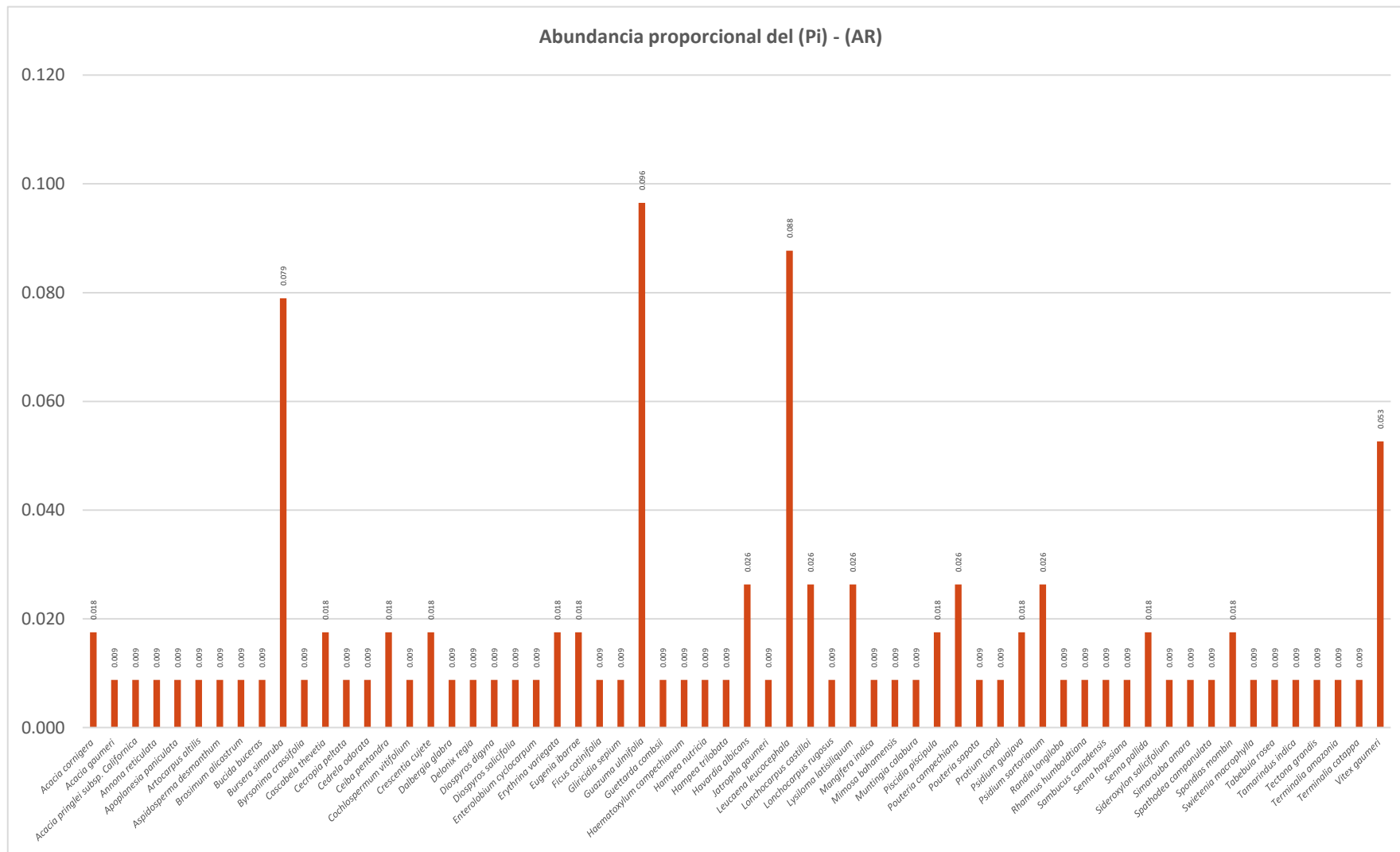
De manera general las especies registradas en los 3 estratos (AR/AB/HI), para los MP/MSAR, son bastante comunes en la VS/SMQ, se observan formando parte de una fase secundaria de la vegetación conformada en las AP y SAR como parte de remanentes y parches en mosaicos en una matriz de paisaje que ha sufrido diversas actividades de origen antropogénico. La composición de la VS/SMQ dentro de las AP y SAR muestran una distribución geográfica tan fragmentada e indudablemente cambiante a lo largo del tiempo, la cobertura forestal estudiada cada vez pierde más superficie y especies por el intenso impacto de actividades antropogénicas; sin embargo, actualmente se observan algunas especies que representan a este tipo de vegetación, como se muestran en particular con los datos obtenidos para la zona de estudio. Muchas de las especies registradas se han visto beneficiadas por el cambio de uso del suelo para distintos fines; sin embargo, han logrado colonizar amplias superficies en la selva mediana.

**Índices de diversidad:** Con los datos obtenidos se logró tomar en cuenta el índice de dominancia de **Simpson**. En el análisis siguiente se presentan los resultados obtenidos para cada especie y por estrato (AR/AB/HI) de todas las especies que fueron identificadas en los sitios de muestreo (MP/MSAR).

#### *Muestreos dentro de las áreas del proyecto (MP)*

- **Árboles (AR)**

Las especies *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala* y *Bursera simaruba* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto; no obstante, estas especies resultaron ser las más abundante (*pi* de 0.096, 0.088 y 0.079 respectivamente); esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa algunas especies se muestran más abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores bajos de manera bastante homogénea (ver grafica siguiente).



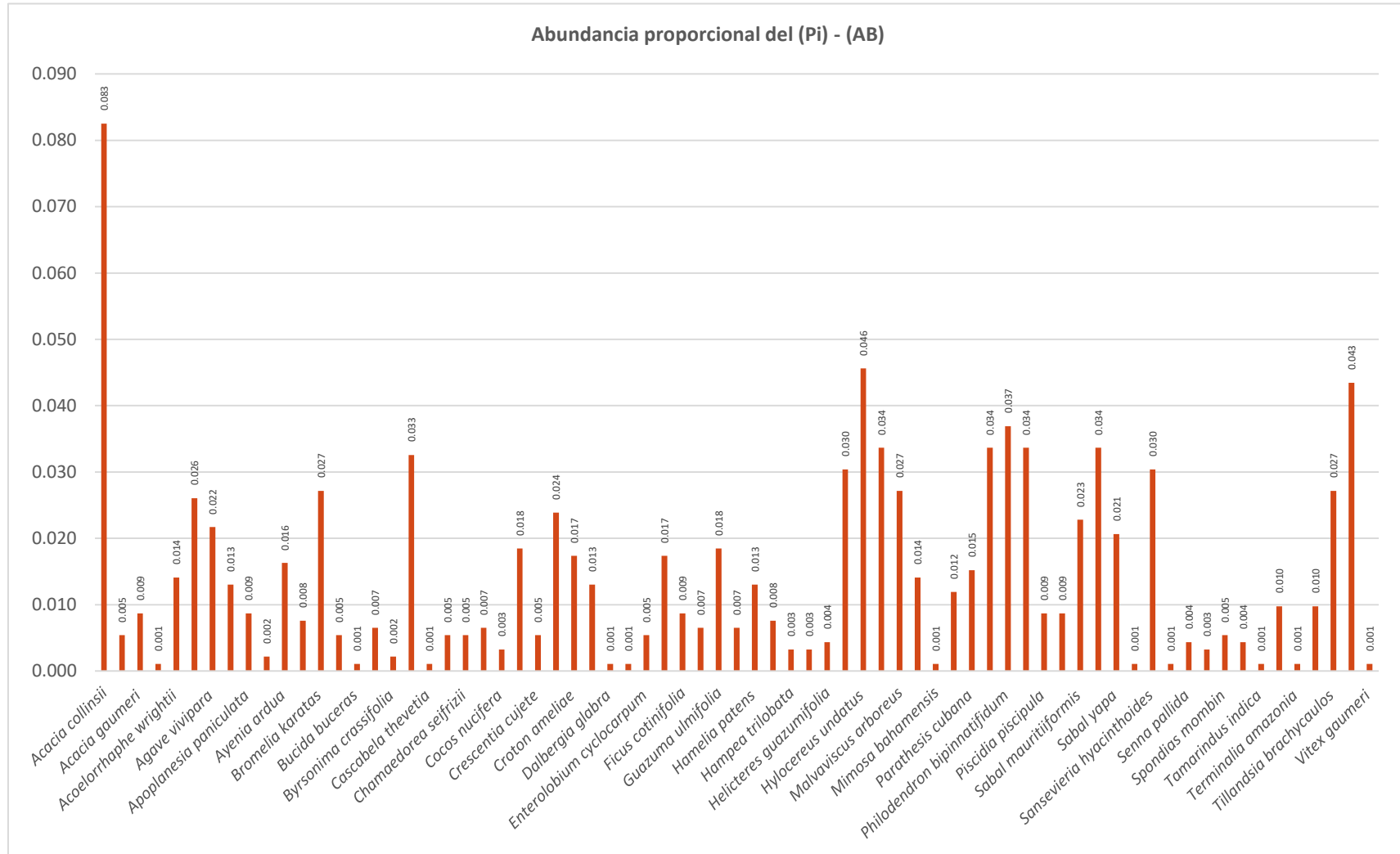
Gráfica 18. Abundancia proporcional de las especies (AR).

Vale la pena mencionar, que en el caso de *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia* su capacidad de adaptación las ha llevado a ocupar muchos ambientes en México, pero generalmente son consideradas especies pioneras de fases iniciales secundarias y áreas perturbadas, además de ser utilizadas ampliamente con fines de ornato para delimitar cercos vivos. Muestran ser muy competitivas y tienen gran capacidad para establecerse como pionera en la regeneración secundaria. Los resultados obtenidos muestran que en los sitios de muestreo dentro del área de proyecto son árboles abundantes con una alta probabilidad de ser encontrados.

- **Arbustos (AB)**

Las especies *Acacia collinsii*, *Hylocereus undatus* y *Tillandsia dasyliriifolia* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto; no obstante, estas especies resultaron ser las más abundantes (*p* de 0.083, 0.046 y 0.043); esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa algunas especies se muestran más abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores bajos de manera bastante homogénea (ver grafica siguiente).

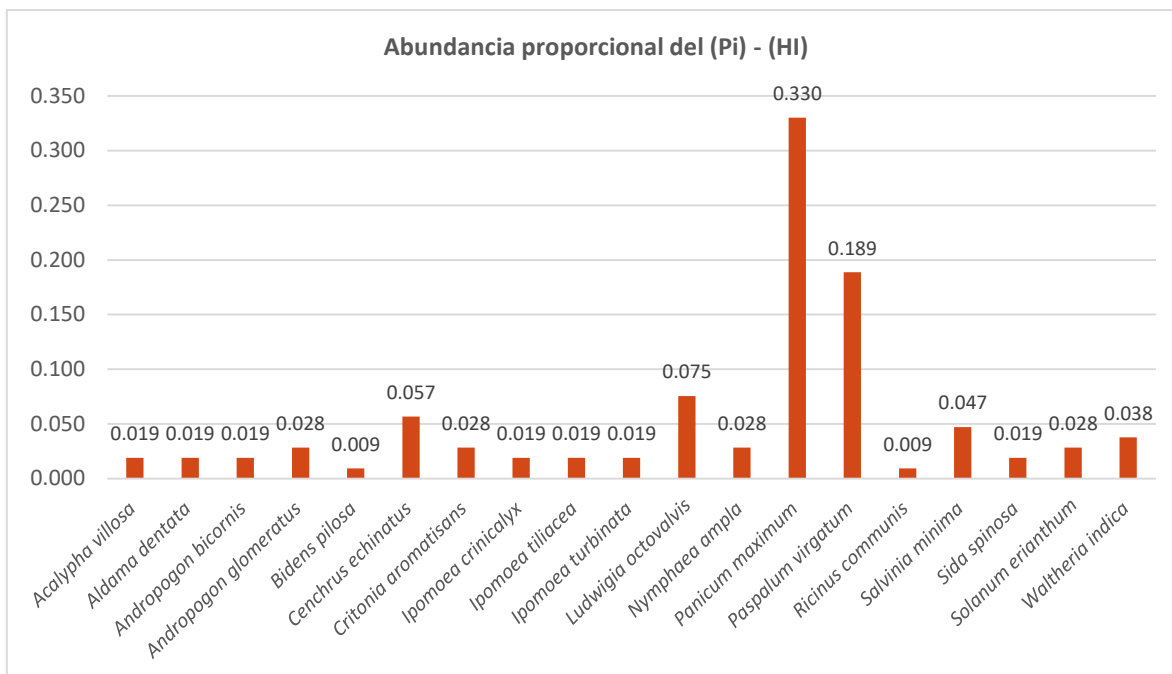




Gráfica 19. Abundancia proporcional de las especies (AB).

- **Herbáceas (HI)**

En este caso se puede decir que casi todas las especies tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia *Panicum maximum* y *Paspalum virgatum*; no obstante, debido a que todas las especies registradas son herbáceas anuales y bianuales es muy común verlas por todos lados; esto asume que la comunidad en la zona de estudio muy probablemente para las herbáceas resulte equitativa donde de manera general se distribuyen a lo largo y ancho del área de proyecto, con una alta probabilidad de ser encontradas en los sitios de muestreo (ver grafica siguiente).

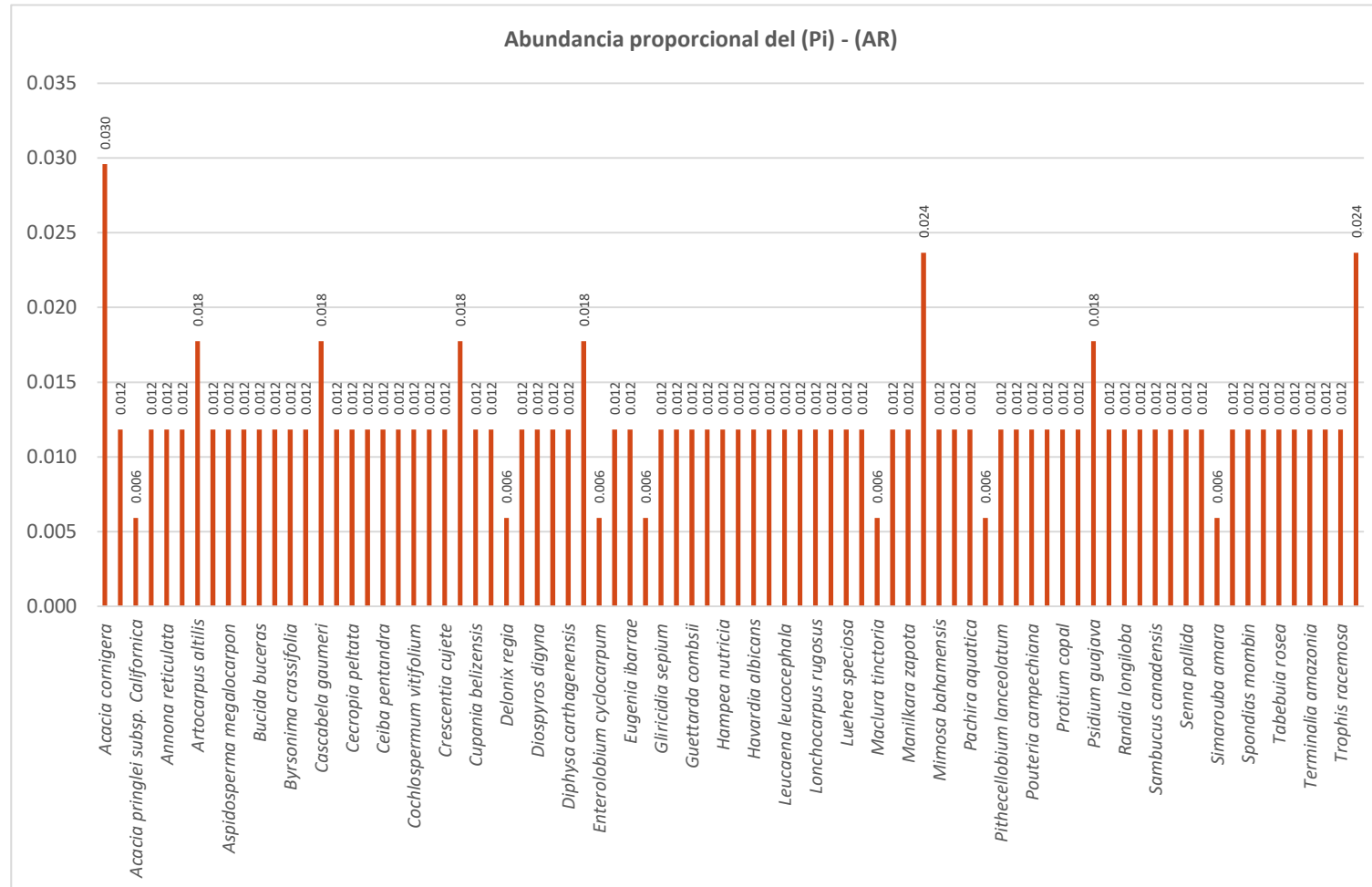


Gráfica 20. Abundancia proporcional de las especies (HI).

Muestreos fuera de las áreas del proyecto (MSAR)

- **Árboles (AR)**

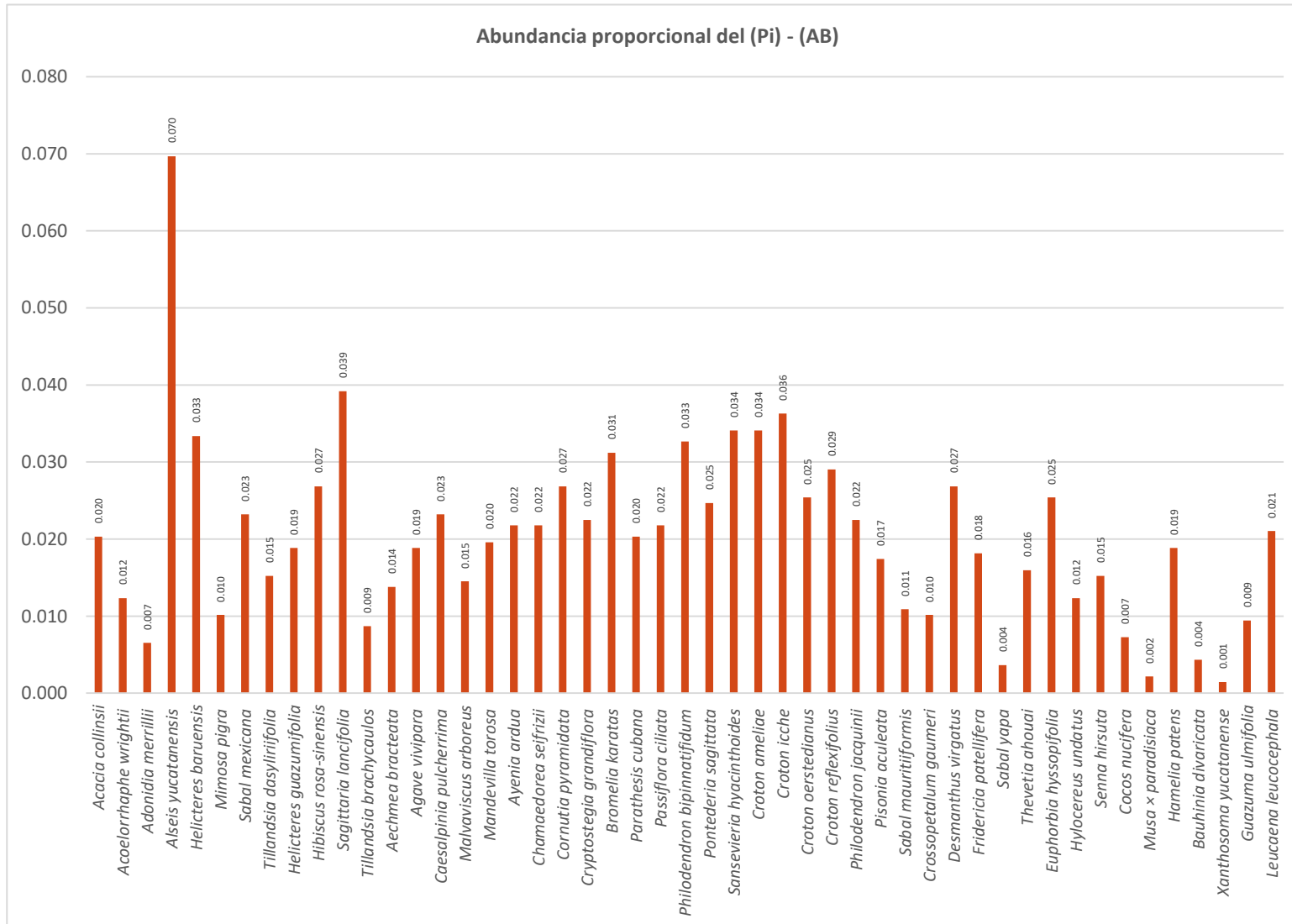
Las especies *Acacia cornigera* y *Metopium brownei* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto; no obstante, estas especies resultaron ser las más abundante (*pi* de 0.030 y 0.024); esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa algunas especies se muestran más abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores bajos de manera bastante homogénea (ver grafica siguiente).



Gráfica 21. Abundancia proporcional de las especies (AR)

- **Arbustos (AB)**

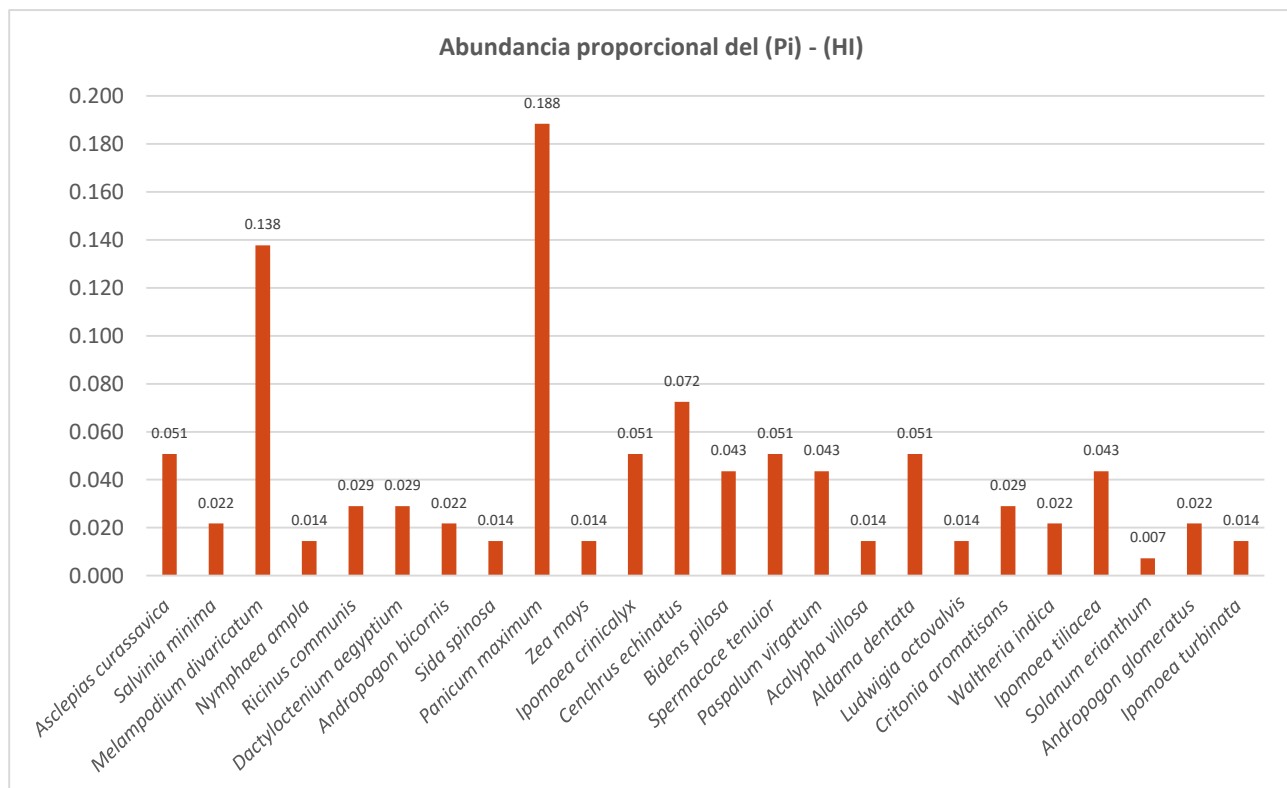
Las especies *Alseis yucatanensis* y *Sagittaria lancifolia* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto; no obstante, estas especies resultaron ser las más abundantes (*p* de 0.070 y 0.039); esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa algunas especies se muestran más abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores bajos de manera bastante homogénea (ver grafica siguiente).



Gráfica 22. Abundancia proporcional de las especies (AB).

- **Herbáceas (HI)**

En este caso se puede decir que casi todas las especies tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia *Panicum maximum* y *Melampodium divaricatum*; no obstante, debido a que todas las especies registradas son herbáceas anuales y bianuales es muy común verlas por todos lados; esto asume que la comunidad en la zona de estudio muy probablemente para las herbáceas resulte equitativa donde de manera general se distribuyen a lo largo y ancho del SAR, con una alta probabilidad de ser encontradas en los sitios de muestreo (ver grafica siguiente).



**Gráfica 23. Abundancia proporcional de las especies (HI).**

El índice de dominancia de **Simpson** tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más “diversa”, factor que ocurre para este análisis. De hecho, la interpretación de la abundancia proporcional es la probabilidad de un encuentro intraespecífico. Medir la abundancia proporcional de cada especie dentro y fuera de los sitios de muestreo (MP/MSAR), permitió identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, alerta acerca de procesos empobrecedores que están ocurriendo dentro del tipo de vegetación observado que se distribuye en los muestreos realizados (MP/MSAR).

Esto puede determinar algunas causas del porque ciertas especies sólo prefieren desarrollarse en lugares específicos o algunas que se observan con muy baja frecuencia. El hecho que una

especie no esté presente en un lugar determinado puede darse por diversos factores, entre ellos, el clima, suelo, pendiente, humedad, efecto ladera, cambios antropogénicos a nivel de paisaje dentro del ecosistema o bien aquellas especies que se han favorecido por el aumento de superficies sometidas a cambio de uso de suelo para diversos fines, tal y como sucede dentro de las AP a diferencia del SAR donde se presenta la VS/SMQ con un mayor grado de conservación, datos que corroboran los valores obtenidos.

Por otro lado, para el caso de la riqueza de especies y la equidad en la distribución de individuos para las diferentes especies (AR/AB/HI) se obtuvo el índice de **Shannon-Wiener**, los valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

### Muestreos dentro de las áreas del proyecto (MP)

- Árboles (AR)

Las diferentes especies identificadas en los 13 sitios de muestreo (MP), poseen una riqueza específica de 62 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.9132, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es alta, haciendo notar que todas las especies no son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 4.127 y la H' calculada de 3.769, lo que indica que las especies tienen una diversidad alta; sin embargo, la vegetación al ser parte de una sucesión secundaria existe una tendencia a mostrar una homogeneidad en cuanto a sus elementos arbóreos, ya que muchas de las especies registradas forman parte de árboles pioneros de fases iniciales e intermedias en vegetación secundaria; sin embargo, en el área de proyecto cada vez son menos las superficies con vegetación forestal, donde las coberturas observadas están en su mayor parte asociadas a la (VS/SMQ), ver tabla siguiente.

**Tabla 32. Diversidad de especies (AR).**

Nº	Especie	Nº de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Acacia cornigera</i>	2	0.018	-4.043	-0.071
2	<i>Acacia gaumeri</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
3	<i>Acacia pringlei subsp. Californica</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
4	<i>Annona reticulata</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
5	<i>Apoplania paniculata</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
6	<i>Artocarpus altilis</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
7	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
8	<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
9	<i>Bucida buceras</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
10	<i>Bursera simaruba</i>	9	0.079	-2.539	-0.200
11	<i>Byrsonima crassifolia</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
12	<i>Cascabela thevetia</i>	2	0.018	-4.043	-0.071
13	<i>Cecropia peltata</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
14	<i>Cedrela odorata</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
15	<i>Ceiba pentandra</i>	2	0.018	-4.043	-0.071
16	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
17	<i>Crescentia cujete</i>	2	0.018	-4.043	-0.071
18	<i>Dalbergia glabra</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
19	<i>Delonix regia</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
20	<i>Diospyros digyna</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
21	<i>Diospyros salicifolia</i>	1	0.009	-4.736	-0.042

Nº	Especie	Nº de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
22	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
23	<i>Erythrina variegata</i>	2	0.018	-4.043	-0.071
24	<i>Eugenia ibarrae</i>	2	0.018	-4.043	-0.071
25	<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
26	<i>Gliricidia sepium</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
27	<i>Guazuma ulmifolia</i>	11	0.096	-2.338	-0.226
28	<i>Guettarda combsii</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
29	<i>Haematoxylum campechianum</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
30	<i>Hampea nutricia</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
31	<i>Hampea trilobata</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
32	<i>Havardia albicans</i>	3	0.026	-3.638	-0.096
33	<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
34	<i>Leucaena leucocephala</i>	10	0.088	-2.434	-0.213
35	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	3	0.026	-3.638	-0.096
36	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
37	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	3	0.026	-3.638	-0.096
38	<i>Mangifera indica</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
39	<i>Mimosa bahamensis</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
40	<i>Muntingia calabura</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
41	<i>Piscidia piscipula</i>	2	0.018	-4.043	-0.071
42	<i>Pouteria campechiana</i>	3	0.026	-3.638	-0.096
43	<i>Pouteria sapota</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
44	<i>Protium copal</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
45	<i>Psidium guajava</i>	2	0.018	-4.043	-0.071
46	<i>Psidium sartorianum</i>	3	0.026	-3.638	-0.096
47	<i>Randia longiloba</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
48	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
49	<i>Sambucus canadensis</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
50	<i>Senna hayesiana</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
51	<i>Senna pallida</i>	2	0.018	-4.043	-0.071
52	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
53	<i>Simarouba amara</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
54	<i>Spathodea campanulata</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
55	<i>Spondias mombin</i>	2	0.018	-4.043	-0.071
56	<i>Swietenia macrophylla</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
57	<i>Tabebuia rosea</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
58	<i>Tamarindus indica</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
59	<i>Tectona grandis</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
60	<i>Terminalia amazonia</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
61	<i>Terminalia catappa</i>	1	0.009	-4.736	-0.042
62	<i>Vitex gaumeri</i>	6	0.053	-2.944	-0.155
<b>Total</b>		<b>114</b>	<b>1</b>		<b>H'3.769</b>

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

**Tabla 33. Índices de diversidad de especies, árboles**

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	62
H' calculada	3.769
H' máxima	4.127
Equidad (J')	0.913
H' máxima - H' calculada	0.358



En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 13 sitios de muestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos, salvo el MP1, donde sus valores muestran una mayor diversidad y equidad; por otro lado, el MP8 refleja los valores más bajos con ( $H'$  0.083).

**Tabla 34. Diversidad por sitio de muestreo (AR).**

Índice	Valores obtenidos												
	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	MP8	MP9	MP10	MP11	MP12	MP13
Riqueza S	14	11	12	14	8	8	5	2	4	5	7	5	8
$H'$ calculada	0.611	0.607	0.499	0.636	0.332	0.332	0.249	0.083	0.166	0.208	0.291	0.208	0.332
$H'$ máxima	2.639	2.398	2.485	2.639	2.079	2.079	1.609	0.693	1.386	1.609	1.946	1.609	2.079
Equidad ( $J'$ )	0.232	0.253	0.201	0.241	0.160	0.160	0.155	0.120	0.120	0.129	0.149	0.129	0.160
$H'$ máxima - $H'$ calculada	2.028	1.791	1.986	2.003	1.747	1.747	1.360	0.610	1.220	1.402	1.655	1.402	1.747

De forma general, las especies identificadas en los sitios de muestreo tienen una amplia distribución en la (VS/SMQ), los análisis obtenidos muestran una diversidad alta de especies para los árboles (AR).

- **Arbustos (AB)**

Las diferentes especies identificadas en los 13 sitios de muestreo (MP), poseen una riqueza específica de 71 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.898, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es media, haciendo notar que todas las especies no son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 4.263 y la  $H'$  calculada de 3.828 lo que indica que las especies tienen una diversidad alta; en la zona de estudio cada vez son menos las superficies con vegetación natural, donde las coberturas observadas están totalmente asociadas a la (VS/SMQ), ver tabla siguiente.

**Tabla 35. Diversidad de especies (AB).**

Nº	Especie	Nº de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Acacia collinsii</i>	76	0.083	-2.495	-0.206
2	<i>Acacia cornigera</i>	5	0.005	-5.216	-0.028
3	<i>Acacia gaumeri</i>	8	0.009	-4.746	-0.041
4	<i>Acacia pringlei subsp. Californica</i>	1	0.001	-6.825	-0.007
5	<i>Acoelorrhapha wrightii</i>	13	0.014	-4.261	-0.060
6	<i>Aechmea bracteata</i>	24	0.026	-3.647	-0.095
7	<i>Agave vivipara</i>	20	0.022	-3.830	-0.083
8	<i>Alseis yucatanensis</i>	12	0.013	-4.341	-0.057
9	<i>Apoplanesia paniculata</i>	8	0.009	-4.746	-0.041
10	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	2	0.002	-6.132	-0.013
11	<i>Ayenia ardua</i>	15	0.016	-4.117	-0.067
12	<i>Bauhinia divaricata</i>	7	0.008	-4.880	-0.037
13	<i>Bromelia karatas</i>	25	0.027	-3.607	-0.098
14	<i>Brosimum alicastrum</i>	5	0.005	-5.216	-0.028
15	<i>Bucida buceras</i>	1	0.001	-6.825	-0.007
16	<i>Bursera simaruba</i>	6	0.007	-5.034	-0.033
17	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0.002	-6.132	-0.013
18	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	30	0.033	-3.424	-0.112

Nº	Especie	Nº de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
19	<i>Cascabela thevetia</i>	1	0.001	-6.825	-0.007
20	<i>Ceiba pentandra</i>	5	0.005	-5.216	-0.028
21	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	5	0.005	-5.216	-0.028
22	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	6	0.007	-5.034	-0.033
23	<i>Cocos nucifera</i>	3	0.003	-5.727	-0.019
24	<i>Cornutia pyramidata</i>	17	0.018	-3.992	-0.074
25	<i>Crescentia cujete</i>	5	0.005	-5.216	-0.028
26	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	22	0.024	-3.734	-0.089
27	<i>Croton ameliae</i>	16	0.017	-4.053	-0.070
28	<i>Croton reflexifolius</i>	12	0.013	-4.341	-0.057
29	<i>Dalbergia glabra</i>	1	0.001	-6.825	-0.007
30	<i>Delonix regia</i>	1	0.001	-6.825	-0.007
31	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	5	0.005	-5.216	-0.028
32	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	16	0.017	-4.053	-0.070
33	<i>Ficus cotinifolia</i>	8	0.009	-4.746	-0.041
34	<i>Gliricidia sepium</i>	6	0.007	-5.034	-0.033
35	<i>Guazuma ulmifolia</i>	17	0.018	-3.992	-0.074
36	<i>Haematoxylum campechianum</i>	6	0.007	-5.034	-0.033
37	<i>Hamelia patens</i>	12	0.013	-4.341	-0.057
38	<i>Hampea nutricia</i>	7	0.008	-4.880	-0.037
39	<i>Hampea trilobata</i>	3	0.003	-5.727	-0.019
40	<i>Havardia albicans</i>	3	0.003	-5.727	-0.019
41	<i>Helicteres guazumifolia</i>	4	0.004	-5.439	-0.024
42	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	28	0.030	-3.493	-0.106
43	<i>Hylocereus undatus</i>	42	0.046	-3.088	-0.141
44	<i>Leucaena leucocephala</i>	31	0.034	-3.391	-0.114
45	<i>Malvaviscus arboreus</i>	25	0.027	-3.607	-0.098
46	<i>Mandevilla torosa</i>	13	0.014	-4.261	-0.060
47	<i>Mimosa bahamensis</i>	1	0.001	-6.825	-0.007
48	<i>Mimosa pigra</i>	11	0.012	-4.428	-0.053
49	<i>Parathesis cubana</i>	14	0.015	-4.186	-0.064
50	<i>Passiflora ciliata</i>	31	0.034	-3.391	-0.114
51	<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	34	0.037	-3.299	-0.122
52	<i>Philodendron jacquinii</i>	31	0.034	-3.391	-0.114
53	<i>Piscidia piscipula</i>	8	0.009	-4.746	-0.041
54	<i>Protium copal</i>	8	0.009	-4.746	-0.041
55	<i>Sabal mauritiiformis</i>	21	0.023	-3.781	-0.086
56	<i>Sabal mexicana</i>	31	0.034	-3.391	-0.114
57	<i>Sabal yapa</i>	19	0.021	-3.881	-0.080
58	<i>Sagittaria lancifolia</i>	1	0.001	-6.825	-0.007
59	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	28	0.030	-3.493	-0.106
60	<i>Senna hayesiana</i>	1	0.001	-6.825	-0.007
61	<i>Senna pallida</i>	4	0.004	-5.439	-0.024
62	<i>Spathodea campanulata</i>	3	0.003	-5.727	-0.019
63	<i>Spondias mombin</i>	5	0.005	-5.216	-0.028
64	<i>Tabebuia rosea</i>	4	0.004	-5.439	-0.024
65	<i>Tamarindus indica</i>	1	0.001	-6.825	-0.007
66	<i>Tectona grandis</i>	9	0.010	-4.628	-0.045
67	<i>Terminalia amazonia</i>	1	0.001	-6.825	-0.007
68	<i>Thevetia ahouai</i>	9	0.010	-4.628	-0.045
69	<i>Tillandsia brachycaulos</i>	25	0.027	-3.607	-0.098
70	<i>Tillandsia dasyliirifolia</i>	40	0.043	-3.137	-0.136
71	<i>Vitex gaumeri</i>	1	0.001	-6.825	-0.007
<b>Total</b>		<b>930</b>	<b>1</b>		<b>H' 3.828</b>

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

**Tabla 36. Índices de diversidad de especies, arbustos.**

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	71
H' calculada	3.828
Máxima	4.263
Equidad (J')	0.898
H' máxima - H' calculada	0.435

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 13 sitios de muestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos. Los sitios MP3 (H' 0.723) y MC4 (H' 0.538) presentaron altos valores de diversidad y para el caso de la equidad los valores más altos fueron para MP3 (J' 0.231), el resto presenta valores homogéneos entre los sitios de muestreo.

**Tabla 37. Diversidad por sitio de muestreo (AB).**

Índice	Valores obtenidos												
	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	MP8	MP9	MP10	MP11	MP12	MP13
Riqueza S	12	18	23	22	16	15	15	12	18	11	13	11	16
H' calculada	0.317	0.436	0.723	0.538	0.33	0.322	0.323	0.254	0.411	0.271	0.376	0.27	0.486
H' máxima	2.485	2.89	3.135	3.091	2.773	2.708	2.708	2.485	2.89	2.398	2.565	2.398	2.773
Equidad (J')	0.128	0.151	0.231	0.174	0.119	0.119	0.119	0.102	0.142	0.113	0.146	0.113	0.175
H' máxima - H' calculada	2.168	2.454	2.412	2.553	2.442	2.386	2.385	2.231	2.479	2.127	2.189	2.128	2.287

De forma general, las especies identificadas en los sitios de muestreo tienen una amplia distribución como parte de arbustos pioneros al disturbio, formando parte de especies que se desarrollan en fase inicial en sitios perturbados como parte de la (VS/SMQ). Los datos obtenidos muestran que existe una diversidad alta de especies.

- **Herbáceas (HI)**

Las diferentes especies identificadas en los 13 sitios de muestreo, poseen una riqueza específica de 8 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.846, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es alta, haciendo notar que todas las especies son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 2.079 y la H' calculada de 1.759, lo que indica que las especies tienen una diversidad media-alta; sin embargo, en el caso de este estrato, los valores pueden aumentar, debido principalmente a que esta cobertura forma extensas áreas en la selva, pero en otros casos no suelen habitar, ya que tienen hábitos anuales y bianuales. Las herbáceas observadas muestran que algunas especies forman parte de la vegetación pionera al disturbio, donde muchas veces se establecen como parte de la (VS/SMQ).

**Tabla 38. Diversidad de especies (HI).**

Nº	Especie	Nº de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Acalypha villosa</i>	2	0.019	-3.970	-0.075

Nº	Especie	Nº de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
2	<i>Aldama dentata</i>	2	0.019	-3.970	-0.075
3	<i>Andropogon bicornis</i>	2	0.019	-3.970	-0.075
4	<i>Andropogon glomeratus</i>	3	0.028	-3.565	-0.101
5	<i>Bidens pilosa</i>	1	0.009	-4.663	-0.044
6	<i>Cenchrus echinatus</i>	6	0.057	-2.872	-0.163
7	<i>Critonia aromatisans</i>	3	0.028	-3.565	-0.101
8	<i>Ipomoea crinalyx</i>	2	0.019	-3.970	-0.075
9	<i>Ipomoea tiliacea</i>	2	0.019	-3.970	-0.075
10	<i>Ipomoea turbinata</i>	2	0.019	-3.970	-0.075
11	<i>Ludwigia octovalvis</i>	8	0.075	-2.584	-0.195
12	<i>Nymphaea ampla</i>	3	0.028	-3.565	-0.101
13	<i>Panicum maximum</i>	35	0.330	-1.108	-0.366
14	<i>Paspalum virgatum</i>	20	0.189	-1.668	-0.315
15	<i>Ricinus communis</i>	1	0.009	-4.663	-0.044
16	<i>Salvinia minima</i>	5	0.047	-3.054	-0.144
17	<i>Sida spinosa</i>	2	0.019	-3.970	-0.075
18	<i>Solanum erianthum</i>	3	0.028	-3.565	-0.101
19	<i>Waltheria indica</i>	4	0.038	-3.277	-0.124
<b>Total</b>		<b>106</b>	<b>1</b>		<b>H' 2.322</b>

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

**Tabla 39. Índices de diversidad de especies, herbáceas.**

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	19
H' calculada	2.322
H' máxima	2.944
Equidad (J')	0.789
H' máxima - H' calculada	0.623

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 13 sitios de submuestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos. El sitio MP1 (H' 0.468) muestra los valores más altos de diversidad, sin embargo, para el caso de la equidad el MP1 muestra los valores más altos, el resto presenta valores similares debido a la media-alta riqueza obtenida; sin embargo, a pesar de la riqueza registrada en los sitios de muestreo se considera representativa en relación con el tipo de vegetación muestreado y las condiciones ambientales detectadas *in situ*.

**Tabla 40. Diversidad por sitio de muestreo (HI).**

Índice	Valores obtenidos												
	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	MP8	MP9	MP10	MP11	MP12	MP13
Riqueza S	3	3	3	2	3	1	1	2	3	3	1	2	3
H' calculada	0.468	0.269	0.251	0.28	0.432	0.144	0.075	0.199	0.243	0.277	0.075	0.27	0.273
H' máxima	1.099	1.099	1.099	0.693	1.099	0.000	0.000	0.693	1.099	1.099	0.000	0.693	1.099
Equidad (J')	0.426	0.244	0.228	0.404	0.394	0.000	0.000	0.286	0.221	0.252	0.000	0.389	0.249
H' máxima - H' calculada	0.631	0.83	0.848	0.413	0.666	-0.144	-0.075	0.495	0.856	0.822	-0.075	0.423	0.825

### Muestras fuera de las áreas del proyecto (MSAR)

- Árboles (AR)

Las diferentes especies identificadas en los 13 sitios de muestreo (MSAR), poseen una riqueza específica de 82 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.992, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es muy baja, haciendo notar que todas las especies no son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 4.407 y la  $H'$  calculada de 4.370, lo que indica que las especies tienen una diversidad alta; sin embargo, la vegetación al ser parte de una sucesión secundaria existe una tendencia a mostrar una homogeneidad en cuanto a sus elementos arbóreos, ya que muchas de las especies registradas forman parte de árboles pioneros de fases iniciales e intermedias en vegetación secundaria; sin embargo, en el SAR cada vez son menos las superficies con vegetación forestal, donde las coberturas observadas están en su mayor parte asociadas a la VS/SMQ, ver tabla siguiente.

**Tabla 41. Diversidad de especies (AR).**

Nº	Especie	Nº de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Acacia cornigera</i>	5	0.030	-3.520	-0.104
2	<i>Acacia gaumeri</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
3	<i>Acacia pringlei subsp. Californica</i>	1	0.006	-5.130	-0.030
4	<i>Alchornea latifolia</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
5	<i>Annona reticulata</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
6	<i>Apoplansia paniculata</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
7	<i>Artocarpus altilis</i>	3	0.018	-4.031	-0.072
8	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
9	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
10	<i>Brosimum alicastrum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
11	<i>Bucida buceras</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
12	<i>Bursera simaruba</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
13	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
14	<i>Cameraria latifolia</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
15	<i>Cascabela gaumeri</i>	3	0.018	-4.031	-0.072
16	<i>Cascabela thevetia</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
17	<i>Cecropia peltata</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
18	<i>Cedrela odorata</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
19	<i>Ceiba pentandra</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
20	<i>Citrus x aurantium</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
21	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
22	<i>Codiaeum variegatum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
23	<i>Crescentia cujete</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
24	<i>Croton arboreus</i>	3	0.018	-4.031	-0.072
25	<i>Cupania belizensis</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
26	<i>Dalbergia glabra</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
27	<i>Delonix regia</i>	1	0.006	-5.130	-0.030
28	<i>Diospyros campechiana</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
29	<i>Diospyros digyna</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
30	<i>Diospyros salicifolia</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
31	<i>Diphysa carthagenensis</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
32	<i>Drypetes lateriflora</i>	3	0.018	-4.031	-0.072
33	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0.006	-5.130	-0.030
34	<i>Erythrina variegata</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
35	<i>Eugenia ibarrae</i>	2	0.012	-4.437	-0.053

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
36	<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.006	-5.130	-0.030
37	<i>Gliricidia sepium</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
38	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
39	<i>Guettarda combsii</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
40	<i>Haematoxylum campechianum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
41	<i>Hampea nutricia</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
42	<i>Hampea trilobata</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
43	<i>Havardia albicans</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
44	<i>Jatropha gaueri</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
45	<i>Leucaena leucocephala</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
46	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
47	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
48	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
49	<i>Luehea speciosa</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
50	<i>Lysiloma latissiliquum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
51	<i>Maclura tinctoria</i>	1	0.006	-5.130	-0.030
52	<i>Mangifera indica</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
53	<i>Manilkara zapota</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
54	<i>Metopium brownei</i>	4	0.024	-3.744	-0.089
55	<i>Mimosa bahamensis</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
56	<i>Muntingia calabura</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
57	<i>Pachira aquatica</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
58	<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.006	-5.130	-0.030
59	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
60	<i>Platymiscium yucatanum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
61	<i>Pouteria campechiana</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
62	<i>Pouteria sapota</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
63	<i>Protium copal</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
64	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
65	<i>Psidium guajava</i>	3	0.018	-4.031	-0.072
66	<i>Psidium sartorianum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
67	<i>Randia longiloba</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
68	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
69	<i>Sambucus canadensis</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
70	<i>Senna hayesiana</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
71	<i>Senna pallida</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
72	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
73	<i>Simarouba amara</i>	1	0.006	-5.130	-0.030
74	<i>Spathodea campanulata</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
75	<i>Spondias mombin</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
76	<i>Swietenia macrophylla</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
77	<i>Tabebuia rosea</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
78	<i>Tectona grandis</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
79	<i>Terminalia amazonia</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
80	<i>Terminalia catappa</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
81	<i>Trophis racemosa</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
82	<i>Vitex gaueri</i>	4	0.024	-3.744	-0.089
<b>Total</b>		<b>169</b>	<b>1</b>		<b>H'4.370</b>

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

**Tabla 42. Índices de diversidad de especies, árboles.**

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	82
H' calculada	4.370
H' máxima	4.407
Equidad (J')	0.992
H' máxima - H' calculada	0.037

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 13 sitios de muestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos, salvo el MSAR11 y MSAR12, donde sus valores no resultaron ser estadísticamente significativos; sin embargo, los sitios que muestran mayor riqueza no necesariamente resultaron tener los valores máximos de (H'), ya que este índice refleja la relación entre riqueza y uniformidad, esto asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas; en este caso el MSAR2 refleja los valores más altos con (H' 0.607); así como la mayor equidad (J' 0.203).

**Tabla 43. Diversidad por sitio de muestreo (AR).**

Índice	Valores obtenidos												
	MSAR1	MSAR2	MSAR3	MSAR4	MSAR5	MSAR6	MSAR7	MSAR8	MSAR9	MSAR10	MSAR11	MSAR12	MSAR13
Riqueza S	12	20	12	17	13	14	12	12	14	18	5	6	10
H' calculada	0.364	0.607	0.364	0.546	0.395	0.455	0.364	0.364	0.455	0.546	0.182	0.182	0.304
H' máxima	2.485	2.996	2.485	2.833	2.565	2.639	2.485	2.485	2.639	2.89	1.609	1.792	2.303
Equidad (J')	0.147	0.203	0.147	0.193	0.154	0.173	0.147	0.147	0.173	0.189	0.113	0.102	0.132
H' máxima - H' calculada	2.121	2.389	2.121	2.287	2.17	2.184	2.121	2.121	2.184	2.344	1.427	1.61	1.999

De forma general, las especies identificadas en los sitios de muestreo tienen una amplia distribución en la (VS/SMQ), los análisis obtenidos muestran una diversidad alta de especies para los árboles (AR).

- **Arbustos (AB)**

Las diferentes especies identificadas en los 13 sitios de muestreo, poseen una riqueza específica de 49 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.960, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es media, haciendo notar que todas las especies no son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 3.892 y la H' calculada de 3.735 lo que indica que las especies tienen una diversidad alta; en la zona de estudio cada vez son menos las superficies con vegetación natural, donde las coberturas observadas están totalmente asociadas a la VS/SMQ, ver tabla siguiente.

**Tabla 44. Diversidad de especies (AB).**

Nº	Especie	Nº de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Acacia collinsii</i>	28	0.020	-3.896	-0.079
2	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	17	0.012	-4.395	-0.054
3	<i>Adonidia merrillii</i>	9	0.007	-5.031	-0.033

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
4	<i>Alseis yucatanensis</i>	96	0.070	-2.664	-0.186
5	<i>Helicteres baruensis</i>	46	0.033	-3.400	-0.113
6	<i>Mimosa pigra</i>	14	0.010	-4.589	-0.047
7	<i>Sabal mexicana</i>	32	0.023	-3.763	-0.087
8	<i>Tillandsia dasyliiriifolia</i>	21	0.015	-4.184	-0.064
9	<i>Helicteres guazumifolia</i>	26	0.019	-3.970	-0.075
10	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	37	0.027	-3.617	-0.097
11	<i>Sagittaria lancifolia</i>	54	0.039	-3.239	-0.127
12	<i>Tillandsia brachycaulos</i>	12	0.009	-4.743	-0.041
13	<i>Aechmea bracteata</i>	19	0.014	-4.284	-0.059
14	<i>Agave vivipara</i>	26	0.019	-3.970	-0.075
15	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	32	0.023	-3.763	-0.087
16	<i>Malvaviscus arboreus</i>	20	0.015	-4.233	-0.061
17	<i>Mandevilla torosa</i>	27	0.020	-3.933	-0.077
18	<i>Ayenia ardua</i>	30	0.022	-3.827	-0.083
19	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	30	0.022	-3.827	-0.083
20	<i>Cornutia pyramidata</i>	37	0.027	-3.617	-0.097
21	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	31	0.022	-3.794	-0.085
22	<i>Bromelia karatas</i>	43	0.031	-3.467	-0.108
23	<i>Parathesis cubana</i>	28	0.020	-3.896	-0.079
24	<i>Passiflora ciliata</i>	30	0.022	-3.827	-0.083
25	<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	45	0.033	-3.422	-0.112
26	<i>Pontederia sagittata</i>	34	0.025	-3.702	-0.091
27	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	47	0.034	-3.378	-0.115
28	<i>Croton ameliae</i>	47	0.034	-3.378	-0.115
29	<i>Croton icche</i>	50	0.036	-3.316	-0.120
30	<i>Croton oerstedianus</i>	35	0.025	-3.673	-0.093
31	<i>Croton reflexifolius</i>	40	0.029	-3.540	-0.103
32	<i>Philodendron jacquinii</i>	31	0.022	-3.794	-0.085
33	<i>Pisonia aculeata</i>	24	0.017	-4.050	-0.071
34	<i>Sabal mauritiiformis</i>	15	0.011	-4.520	-0.049
35	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	14	0.010	-4.589	-0.047
36	<i>Desmanthus virgatus</i>	37	0.027	-3.617	-0.097
37	<i>Fridericia patellifera</i>	25	0.018	-4.010	-0.073
38	<i>Sabal yapa</i>	5	0.004	-5.619	-0.020
39	<i>Thevetia ahouai</i>	22	0.016	-4.137	-0.066
40	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	35	0.025	-3.673	-0.093
41	<i>Hylocereus undatus</i>	17	0.012	-4.395	-0.054
42	<i>Senna hirsuta</i>	21	0.015	-4.184	-0.064
43	<i>Cocos nucifera</i>	10	0.007	-4.926	-0.036
44	<i>Musa x paradisiaca</i>	3	0.002	-6.130	-0.013
45	<i>Hamelia patens</i>	26	0.019	-3.970	-0.075
46	<i>Bauhinia divaricata</i>	6	0.004	-5.437	-0.024
47	<i>Xanthosoma yucatanense</i>	2	0.001	-6.535	-0.009
48	<i>Guazuma ulmifolia</i>	13	0.009	-4.663	-0.044
49	<i>Leucaena leucocephala</i>	29	0.021	-3.861	-0.081
	<b>Total</b>	<b>1378</b>	<b>1</b>		<b>H'3.735</b>

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente



**Tabla 45. Índices de diversidad de especies, arbustos.**

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	49
H' calculada	3.735
H' máxima	3.892
Equidad (J')	0.960
H' máxima - H' calculada	0.157

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 13 sitios de muestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos. Los sitios MSAR7 (H' 0.533) y MSAR9 (H' 0.520) presentaron altos valores de diversidad y para el caso de la equidad los valores más altos fueron para MSAR9 (J' 0.187), el resto presenta valores homogéneos entre los sitios de muestreo.

**Tabla 46. Diversidad por sitio de muestreo (AB).**

Índice	Valores obtenidos												
	MSAR1	MSAR2	MSAR3	MSAR4	MSAR5	MSAR6	MSAR7	MSAR8	MSAR9	MSAR10	MSAR11	MSAR12	MSAR13
Riqueza S	15	14	13	17	19	14	21	16	16	11	9	14	12
H' calculada	0.34	0.327	0.419	0.499	0.404	0.327	0.533	0.461	0.52	0.254	0.364	0.294	0.332
H' máxima	2.708	2.639	2.565	2.833	2.944	2.639	3.045	2.773	2.773	2.398	2.197	2.639	2.485
Equidad (J')	0.125	0.124	0.163	0.176	0.137	0.124	0.175	0.166	0.187	0.106	0.165	0.111	0.134
H' máxima - H' calculada	2.369	2.313	2.146	2.334	2.54	2.312	2.511	2.312	2.253	2.144	1.834	2.345	2.153

De forma general, las especies identificadas en los sitios de muestreo tienen una amplia distribución como parte de arbustos pioneros al disturbio, formando parte de especies que se desarrollan en fase inicial en sitios perturbados como parte de la VS/SMQ. Los datos obtenidos muestran que existe una diversidad alta de especies.

- **Herbáceas (HI)**

Las diferentes especies identificadas en los 13 sitios de muestreo, poseen una riqueza específica de 24 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.892, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es alta, haciendo notar que todas las especies son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 3.178 y la H' calculada de 2.836, lo que indica que las especies tienen una diversidad media-alta; sin embargo, en el caso de este estrato, los valores pueden aumentar, debido principalmente a que esta cobertura forma extensas áreas en la selva mediana, pero en otros casos no suelen habitar, ya que tienen hábitos anuales y bianuales. Las herbáceas observadas muestran que algunas especies forman parte de la vegetación pionera al disturbio, donde muchas veces se establecen como parte de la VS/SMQ.

**Tabla 47. Diversidad de especies (HI).**

Nº	Especie	Nº de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Asclepias curassavica</i>	7	0.051	-2.981	-0.151
2	<i>Salvinia minima</i>	3	0.022	-3.829	-0.083
3	<i>Melampodium divaricatum</i>	19	0.138	-1.983	-0.273
4	<i>Nymphaea ampla</i>	2	0.014	-4.234	-0.061
5	<i>Ricinus communis</i>	4	0.029	-3.541	-0.103
6	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	4	0.029	-3.541	-0.103
7	<i>Andropogon bicornis</i>	3	0.022	-3.829	-0.083
8	<i>Sida spinosa</i>	2	0.014	-4.234	-0.061
9	<i>Panicum maximum</i>	26	0.188	-1.669	-0.314
10	<i>Zea mays</i>	2	0.014	-4.234	-0.061
11	<i>Ipomoea crinicalyx</i>	7	0.051	-2.981	-0.151
12	<i>Cenchrus echinatus</i>	10	0.072	-2.625	-0.19
13	<i>Bidens pilosa</i>	6	0.043	-3.135	-0.136
14	<i>Spermacoce tenuior</i>	7	0.051	-2.981	-0.151
15	<i>Paspalum virgatum</i>	6	0.043	-3.135	-0.136
16	<i>Acalypha villosa</i>	2	0.014	-4.234	-0.061
17	<i>Aldama dentata</i>	7	0.051	-2.981	-0.151
18	<i>Ludwigia octovalvis</i>	2	0.014	-4.234	-0.061
19	<i>Critonia aromatisans</i>	4	0.029	-3.541	-0.103
20	<i>Waltheria indica</i>	3	0.022	-3.829	-0.083
21	<i>Ipomoea tillacea</i>	6	0.043	-3.135	-0.136
22	<i>Solanum erianthum</i>	1	0.007	-4.927	-0.036
23	<i>Andropogon glomeratus</i>	3	0.022	-3.829	-0.083
24	<i>Ipomoea turbinata</i>	2	0.014	-4.234	-0.061
<b>Total</b>		<b>138</b>	<b>1</b>		<b>H´2.836</b>

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

**Tabla 48. Índices de diversidad de especies, herbáceas.**

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	24
H´ calculada	2.836
H´ maxima	3.178
Equidad (J´)	0.892
H´ maxima - H´ calculada	0.342

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 13 sitios de submuestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos. El sitio MSAR3 (H´0.406) muestra los valores más altos de diversidad, sin embargo, para el caso de la equidad el MSAR1 muestra los valores más altos, el resto presenta valores similares debido a la media-alta riqueza obtenida; sin embargo, a pesar de la riqueza registrada en los sitios de muestreo se considera representativa en relación con el tipo de vegetación muestreado y las condiciones ambientales detectadas *in situ*.

**Tabla 49. Diversidad por sitio de muestreo (HI).**

Índice	Valores obtenidos												
	MSAR1	MSAR2	MSAR3	MSAR4	MSAR5	MSAR6	MSAR7	MSAR8	MSAR9	MSAR10	MSAR11	MSAR12	MSAR13
Riqueza S	2	3	4	3	3	3	4	2	3	3	2	3	2
H' calculada	0.203	0.225	0.406	0.323	0.287	0.284	0.401	0.187	0.2	0.308	0.145	0.323	0.145
H' máxima	0.693	1.099	1.386	1.099	1.099	1.099	1.386	0.693	1.099	1.099	0.693	1.099	0.693
Equidad (J')	0.294	0.205	0.293	0.294	0.261	0.259	0.289	0.27	0.182	0.28	0.209	0.294	0.209
H' máxima - H' calculada	0.49	0.873	0.98	0.775	0.811	0.814	0.985	0.506	0.899	0.791	0.549	0.775	0.549

### Discusión de los datos obtenidos

La información recabada en campo sirvió para realizar un análisis para identificar las diferentes dinámicas e interacciones bióticas que se presentasen en AP y SAR, mediante la obtención de diferentes índices de diversidad biológica que permitiera poder realizar una comparación cuantitativa y cualitativa de las especies que caracterizan a la estructura de la vegetación en las dos unidades de análisis consideradas; por un lado, sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto (MP), con respecto a sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto (MSAR). El estudio de la diversidad biológica es fundamentalmente una disciplina comparativa; aparentemente la riqueza de especies es su expresión más simple y conceptualmente puede ser definida como el número de especies de un taxón particular en un ensamble (Magurran, 2004).

Después de realizar los respectivos análisis de diversidad y estructura de la vegetación dentro de los 26 muestreos realizados en campo (13=MP y 13=MSAR); en la siguiente tabla se muestra una comparativa resumida de lo presentado de los dos escenarios evaluados o unidades de análisis para mostrar estadísticamente la condición actual de cada uno y que tanto podría comprometerse la biodiversidad florística en superficies consideradas en AP.

**Tabla 50. Resultados obtenidos para cada estrato en las unidades estudiadas.**

UNIDAD DE ANALISIS	Valores obtenidos por estrato			
	Índice	AR	AB	HI
MP	Riqueza S	62	71	19
	Abundancia A	114	930	106
	H' calculada	3.769	3.828	2.322
	H' máxima = ln S	4.127	4.263	2.944
	Equidad (j') = h'/h' máxima	0.913	0.898	0.789
	H' máxima - H' calculada	0.358	0.435	0.623
	MSAR	Índice	AR	AB
Riqueza S		82	49	24
Abundancia A		169	1378	138
H' calculada		4.370	3.735	2.836
H' máxima = ln S		4.407	3.892	3.178
Equidad (j') = h'/h' máxima		0.992	0.960	0.892
H' máxima - H' calculada		0.037	0.157	0.342

Como se puede observar, para el caso del estrato (AR) se presenta una mayor riqueza obtenida para los MSAR; los índices de diversidad muestran valores más altos; para el caso del estrato (AB) existe una mayor riqueza de especies y diversidad dentro de los MP, superando a los MSAR con una riqueza de 22 especies, lo que denota áreas con mayor grado de perturbación. Por otro lado, para el estrato (HI) de igual forma se registraron los mayores valores para los MSAR; lo anterior, pone de manifiesto que a pesar de las distintas actividades que pretenden realizarse dentro de la LC no se pondrá en riesgo la dinámica ecológica de la VS/SMQ, ya que a nivel de SAR y AI existen amplias y extensas superficies que presentan este mismo tipo de vegetación.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta Manifestación de Impacto Ambiental, donde a partir de los muestreos realizados para el área de proyecto (AP) se obtuvo que la composición florística está regida por las familias Leguminosae, Malvaceae, Apocynaceae, Euphorbiaceae, Arecaceae y Anacardiaceae siendo similar a los resultados obtenidos por Zamora et al. (2008), para una selva mediana, quienes reportan también a las familias Leguminosae, Malvaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae y Anacardiaceae entre las más importantes y las que presentan un mayor número de especies. Estos autores reportan 126 especies en 86 géneros y 39 familias, datos similares a los reportados en el presente estudio para el AP.

Por otro lado, Gutiérrez et al. (2012), reportan para una selva mediana subperennifolia de Yucatán, una biodiversidad florística de 103 especies, 69 géneros y 26 familias, datos parecidos a los obtenidos en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, al igual que las familias reportadas con el mayor número de especies: Apocynaceae, Leguminosae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Arecaceae y Lamiaceae. Datos similares fueron encontrados dentro de los MP para el presente estudio con la dominancia de la familia Leguminosae, de igual forma las demás familias fueron encontradas y reportadas.

Los valores de diversidad vegetal obtenidos en este estudio representan valores altos (árboles  $H' = 3.769$ , arbustos  $H' = 3.828$  y herbáceas  $H' = 2.322$ ) en comparación con los reportados por García-Licon, J.B. 2010, quienes reportan valores del índice de Shannon de 3.33 y 3.36 para selvas en Oxpeul, Campeche. Basañez et al. (2008) obtienen un valor de 2.25 y 1.99 para selvas de El Remolino, Veracruz; mientras que Haas (2012) estimó valores de diversidad de 3.39, 3.43 para acahuals de 15 años y 3.37 para acahuals de 7 años, en el ejido Nuevo Conhuás, Calakmul, Campeche. En base a los datos mencionados, se indica que la mayor diversidad reportada en el AP muestreado es consecuencia de las actividades antropogénicas las cuales han impactado a la vegetación primaria original promoviendo el surgimiento de una vegetación secundaria variable donde distintas familias florísticas han buscado establecerse en estos nuevos espacios.

Es importante mencionar que especies como *Acacia collinsii*, *Lysiloma latisiliquum* y *Bursera simaruba* han sido reportadas por Martínez y Galindo (2002), como especies que se presentan en sitios que fueron sometidos o afectados por incendios o actividades agrícolas. Estas mismas especies han sido encontradas en el AP (zona impactada por actividades antropogénicas y presencia de vegetación secundaria) con un valor IVI de *Acacia collinsii* (22.799), *Lysiloma latisiliquum* (3.556) y *Bursera simaruba* (20.974).

Para este mismo tipo de vegetación en la zona de influencia de la reserva de la biosfera de Calakmul, Chan-Dzul (2010) reporta para un acahual de 14-16 años resultados similares a los de la presente investigación teniendo entre las especies con mayor valor de importancia a *Piscidia piscipula*, *Guazuma ulmifolia* y *L. latisiliquum*. Con respecto al proyecto se encontraron valores de *Piscidia piscipula* (1.165), *Guazuma ulmifolia* (13.444) y *L. latisiliquum* (3.556).

Tomando en cuenta la riqueza de especies registrada en los sitios de muestreo, se puede decir que dentro del AP aún existen áreas con presencia de (VS/SMQ); sin embargo, presentan distintos grados de conservación, con respecto a la estructura, riqueza y composición de especies; por lo anterior, se deben implementar estrategias de rescate y reubicación de especies que resultan ecológicamente importantes en la zona, con la finalidad de proteger y conservar algunas plantas dentro del área de proyecto. Además, se observó que el impacto de la perturbación a través de los años ha incrementado la riqueza de especies a nivel local, modificando la composición florística dentro de la selva mediana subperennifolia, ya que muchas especies identificadas forman parte de fases iniciales e intermedias de la sucesión secundaria, mismas que han logrado su establecimiento en la zona formando parte de especies dominantes.

Algunas zonas asignadas a un USVEG para INEGI, de hecho corresponden a otro donde la densidad, dominancia y frecuencia a nivel de especies es muy clara partiendo de los estratos a la composición; por otro lado, la escala del mapa de USVEG ha impedido que se represente un gran número de pequeños manchones de comunidades vegetales con diferentes categorías y usos de suelo muy marcados en la zona, cuya situación y extensión se conoció con más o menos exactitud debido a los recorridos realizados dentro y fuera de las AP, a menudo esto ha obligado a recurrir a generalizaciones de INEGI que no concuerdan con lo observado en campo.

Tomando en cuenta la riqueza de especies registrada en los sitios de muestreo dentro de las AP (MP), se puede decir que en algunas áreas dentro aún existen superficies con presencia de VS/SMQ; sin embargo, presentan distintos grados de conservación, con respecto a la estructura, riqueza y composición de especies.

El objetivo medular de los análisis realizados fue aportar las evidencias necesarias que demostraran que la implementación del proyecto no compromete la permanencia, continuidad y capacidad de distribución de las especies de flora silvestre existentes en el SAR y AI por la eliminación de la vegetación y reducción de su hábitat en áreas consideradas para el proyecto.

Con respecto a las curvas de acumulación de especies, tras asumir que la asíntota de especies generadas del mejor modelo en cada sitio es una estima confiable del número de especies presentes, se evaluó el desempeño de los diferentes estimadores no paramétricos de la riqueza dentro y fuera de las AP (MP/MSAR) mediante curvas de acumulación. No hay un estimador que sea "el mejor" en todas las situaciones, o que resulte especialmente indicado para un grupo concreto. Por ello, diferentes autores, que han aplicado diversos criterios de evaluación, han reportado distintos comportamientos de los estimadores. En ciertos escenarios, unos estimadores pueden ser los mejor evaluados en términos de sesgo, y otros diferentes en términos de precisión, por lo que se concluye que los resultados obtenidos para

los 13 sitios de muestreo en áreas del proyecto (MP) y 13 sitios fuera de las áreas del proyecto (MSAR), muestran una fiabilidad y representatividad de la muestra para la población y comunidad estudiada asociada al VS/SMQ.

Por lo anterior, el análisis estadístico justifica el diseño y tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, así como la representatividad de la muestra evaluada, en función de las características del tipo de vegetación observado dentro y fuera de las AP, incluye superficies del SAR y AI; indicando la intensidad de muestreo, tamaño de la muestra, número de sitios de muestreo y su distribución, así como se logró determinar el tamaño de muestra con niveles de confianza altos de la vegetación por afectar asociada al VS/SMQ. Los modelos no paramétricos empleados indican una buena completitud y fiabilidad del muestreo de biodiversidad.

Por lo anterior, para el escenario con proyecto y con la implementación de medidas ambientales, la condición del entorno no se vería tan afectado, particularmente por las medidas de mitigación propuestas. Es así que, en suma, y de acuerdo a lo planteado en la información el proyecto se perfila ambientalmente viable siempre y cuando se ejecuten todas las medidas de mitigación propuestas en tiempo y forma como punto medular para poder llevar a cabo un proyecto sustentable.

Las especies que presentan algún estatus de conservación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 representan la reducción actual o potencial de la biodiversidad de alguna región en particular; de tal manera que en la zona de estudio se logró identificar una especie enlistada en dicha norma; así tenemos a *Cedrela odorata* (Cedro), con categoría Pr= Sujeta a Protección Especial. Cabe aclarar, que, esta especie fue registrada dentro y fuera de las AP (MP/MSAR); por lo que se deberán diseñar estrategias de protección y conservación.

Sin embargo, es importante destacar, que si bien, existirá remoción de vegetación “forestal” dentro de la totalidad de las áreas consideradas, el proyecto únicamente se deberá ajustar a la superficie obtenida de los análisis realizados (0.330 ha) del total (15.838 ha), sin afectar ni considerar otras áreas fuera de las mencionadas para llevar a cabo CUSTF. No obstante, los impactos ambientales a la vegetación y su flora dentro de las (0.330 ha) que serán generados por las distintas actividades que pretende el proyecto pueden ser mitigados y en el mejor de los escenarios, pueden ser prevenidos y compensados a través de diversas estrategias y acciones como el rescate de germoplasma y acciones de reforestación en sitios bien seleccionados, instalación de señalética ambiental, pláticas de educación ambiental, con la finalidad de mitigar y atenuar los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, esto logrará incrementar la calidad y funcionalidad ecológica a través de la protección y conservación de especies. Además, se deberán llevar a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación, prevención y compensación que se proponen en el capítulo VI de la MIA-R, promoviendo un proyecto lo mayormente amigable con el medio ambiente.

#### 4.2.1.2.2 Fauna

El sureste de México, en lo que concierne a la Península de Yucatán está formada por los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. El estado de Campeche se localiza biogeográficamente en la región neotropical, confiriéndole una tipología de ecosistemas mayormente tropicales donde los ambientes son cálidos y la humedad relativa puede ser

mayor del 80%, fundamentalmente en la época de lluvias (Villalobos-Zapata y Mendoza-Vega, 2010). Los vertebrados terrestres de Campeche se componen, por una parte, de 129 especies de herpetofauna distribuidas en 23 anfibios y 106 reptiles (González-Sánchez y col., 2017); su avifauna es una de las más ricas del país con un total de 446 especies, cifra que representa el 42% de la riqueza nacional (Salgado-Ortiz, 1999). Por otro lado, la mastofauna de Campeche se compone de 111 especies, equivalentes al 22% del total nacional y está mayormente representada por quirópteros (55 especies), roedores (18 especies) y carnívoros (17 especies) (Guzmán-Soriano y col., 2013).

Esta alta diversidad de especies de fauna silvestre, aunada a las amplias áreas forestales que aún ocurren en el Estado, han promovido su conservación a través del decreto de ocho Áreas Naturales Protegidas, cuatro de orden federal, dos estatales y dos municipales, que en suma cubren alrededor del 40% de la superficie del estado de Campeche. Sin embargo, el desarrollo económico y social de los asentamientos humanos es la causa principal de la pérdida de cobertura vegetal, y por ende, de la fauna silvestre. Ésta, constituye una parte fundamental de la biodiversidad y los ecosistemas, además del hecho de que el ser humano saca provecho de su existencia de una u otra forma. Por ejemplo, en muchas regiones el consumo de fauna silvestre es un eslabón más del sustento familiar, en otros lados la visión del consumo tiene una connotación más comercial. También, la fauna silvestre forma parte de la cultura de muchas poblaciones, tiene gran importancia en las funciones ecológicas e incluso embellecen los escenarios naturales, lo que resulta de alguna forma, un bienestar personal (Ulloa, 2012).

En este apartado se hace un análisis detallado de la fauna vertebrada terrestre de la zona del proyecto y el SAR, además de abordar distintos temas de interés ecológico, como por ejemplo, su importancia de los ecosistemas en la región, los beneficios que ofrece su preservación de la fauna silvestre, los impactos actuales que presenta, así como los potenciales que podría presentar en caso de ser aprobado el proyecto.

#### ♣ Metodología

Dentro del análisis biológico y ambiental de la presente MIA-R, se realizaron trabajos de campo como primera instancia para conocer parte de la composición y estructura de los vertebrados terrestres en el área del proyecto y zonas adyacentes que corresponden al sistema ambiental regional (SAR). Dichos trabajos se llevaron a cabo de manera exhaustiva tomando registros directos e indirectos de todos los gremios de interés. Vale mencionar que para fines prácticos y de mejor aprovechamiento del tiempo disponible, los sitios seleccionados en el SAR tuvieron como criterio principal, estar alejados del derecho de vía a una distancia igual o superior a 50 metros en sentido perpendicular al trazo, dependiendo de la accesibilidad del terreno. Más adelante se darán más detalles de los procedimientos metodológicos aplicados para cada uno de los gremios faunísticos, así como el tratamiento de los datos recabados.

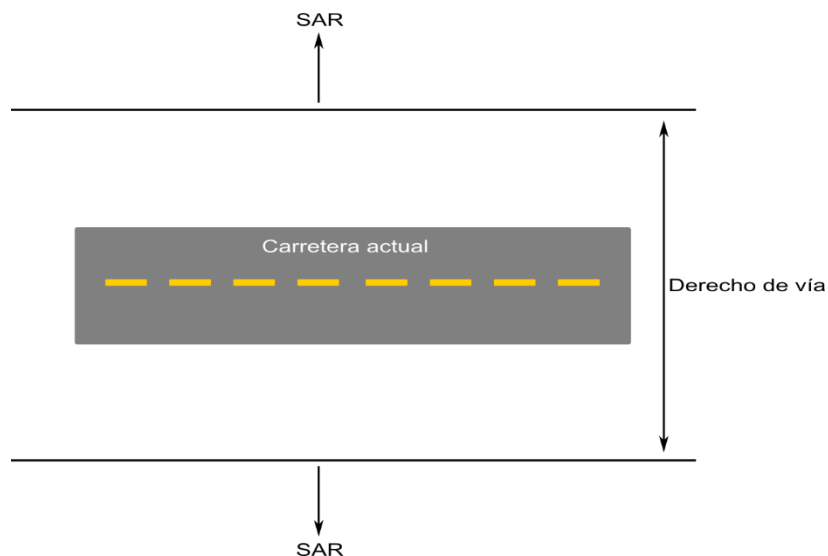


Figura 62. Ejemplo que indica las áreas del SAR a partir de los límites del derecho de vía del proyecto.

#### ♣ Trabajo de campo

**Herpetofauna.** Para conocer parte de la composición de anfibios y reptiles en el eje del proyecto y el SAR se definieron cinco sitios de evaluación (para cada área antes mencionada) bajo el procedimiento de búsquedas directas no restringidas a manera de recorridos o transectos. La ventaja de este método es que gran parte de los registros resultan de encuentros casuales durante el trabajo de campo, y las observaciones realizadas contribuyen mejor que cualquier otro método, a conocer en periodos de tiempo muy cortos la comunidad de aquellos grupos faunísticos poco conspicuos o de hábitos huidizos (Castro y Bustos, 2016). Bajo este panorama a continuación se presentan los puntos generales donde se realizaron los recorridos para el proyecto y para el SAR.





**Figura 63. Localización general de los recorridos realizados para la búsqueda de anfibios y reptiles en el eje del proyecto y el sistema ambiental regional.**

En cada sitio de muestreo se invirtió tres horas para realizar la búsqueda de especies y el trabajo fue realizado por tres especialistas, de modo que cada sitio de muestreo tuvo un esfuerzo de nueve horas/hombre. De esta manera la suma de esfuerzos de los cinco sitios de muestreo asciende a 45 horas/hombre para las áreas del proyecto. En el caso del SAR dicho procedimiento fue replicado. Los muestreos fueron diurnos evitando las horas del día cuando el calor es más intenso (12:00 p.m. – 15:00 p.m.). Ya en la práctica, la búsqueda de ejemplares se realizó de manera activa poniendo particular atención a elementos del entorno donde pudieran estar presentes las especies de anfibios o reptiles tales como hojarasca, sitios rocosos, sobre troncos de árboles, bajo cortezas secas, entre vegetación de baja altura, posibles áreas encharcadas, etc., también se puso particular atención en las orillas de la carretera actual ante la evidencia de algún ejemplar atropellado. Todos los ejemplares encontrados se georreferenciaron para su posterior mapeo y se tomaron fotografías cuando fue posible para una mejor identificación mediante el uso de literatura especializada (Flores-Villela y col., 1995; Cadeño-Vásquez y col., 2006; Calderón-Mandujano y col., 2008; Oliver-López y col., 2009; González-Sánchez y col., 2017). De modo complementario se realizaron búsquedas rápidas durante el traslado de un sitio de muestreo a otro.



Figura 64. Ejemplo de microhábitats para la búsqueda de anfibios y reptiles.



Figura 65. Búsquedas activas de anfibios y reptiles durante las visitas de campo.

El equipo básico utilizado para la búsqueda de anfibios y reptiles corresponde a gachos herpetológicos para la manipulación de serpientes, así como para remover rocas o materia vegetal; en el caso de las lagartijas se utilizaron ligas gruesas para aturdir a los ejemplares y lograr su captura; también se usó equipo fotográfico profesional, lámparas, GPS y cuaderno de anotaciones.



Figura 66. Equipo básico de campo para el muestreo de anfibios y reptiles.

**Aves.** Para el muestreo de aves al ser un grupo francamente conspicuo y relativamente fácil de registrar se seleccionó el método de puntos de conteo de radio fijo de 50 metros (Rappole y col., 1998). El número de sitios de conteo ascendió a cinco, mismos que fueron replicados para el muestreo de aves a nivel del sistema ambiental regional. En el caso del eje del proyecto los sitios se distribuyeron de modo que se cubriera una parte importante de la longitud del mismo. Para el caso de los sitios de conteo del SAR, estos se situaron en las adyacencias al eje del proyecto considerando una buena accesibilidad en el terreno. Todos los muestreos se realizaron en horario diurno que es cuando la mayoría de las aves presentan su mayor actividad. Los sitios de conteo se muestran en el siguiente mapa.



Figura 67. Localización de los puntos de conteo para la búsqueda aves en el eje del proyecto y el sistema ambiental regional.

De este modo para cada sitio de muestreo se realizó un conteo por la mañana durante 30 minutos y una réplica más por la tarde. De manera complementaria se tomaron registros durante los traslados de un sitio de conteo a otro. Este trabajo fue ejecutado por tres especialistas durante tres días de modo que el esfuerzo de muestreo asciende a 45 horas/hombre para el proyecto y otras 45 horas/hombre para el SAR. Para este efecto se consideraron los registros visuales y auditivos utilizando equipo especial como binoculares de distinto rango focal, además de cámaras fotográficas equipadas con telefoto. Cuando fue posible se identificaron las especies directamente en campo o en gabinete a partir del material fotográfico obtenido utilizando guías de identificación especializadas (Howell y Webb, 2005; Van-Perlo, 2006; Dunn y Alderfer, 2011).



Figura 68. Ejemplo de toma de registros de aves mediante el uso de cámaras profesionales.



Figura 69. Equipo básico de campo para el muestreo de aves.

**Mamíferos.** Para el registro de especies de mamíferos se aplicó la misma metodología utilizada para anfibios y reptiles mencionada con antelación, donde los registros obtenidos fueron en base a eventos casuales durante recorridos en cinco sitios a lo largo del eje del proyecto y cinco más en zonas del SAR, ya que resultan más efectivos que cualquier otra técnica en estudios de corta duración (Castro y Bustos, 2016). La localización de los recorridos para el eje del proyecto y el SAR se muestran en el siguiente mapa.



Figura 70. Localización general de los recorridos realizados para la búsqueda de mamíferos en el eje del proyecto y el sistema ambiental regional, además de la ubicación de las fototampas instaladas.

Ya de manera activa durante las visitas de campo se realizaron búsquedas exhaustivas de ejemplares utilizando binoculares y cámaras fotográficas equipadas con teleobjetivos para una mayor precisión en la toma de datos a la distancia. Como parte complementaria al registro directo de ejemplares, se contemplaron todos los registros indirectos, tales como huellas, cornamentas, excretas, cráneos u otros rastros, a los cuales se les tomaron las debidas fotografías y medidas para su posterior identificación en gabinete mediante el uso de literatura especializada (Ceballos y Oliva, 2005; Aranda, 2012). Algunos sitios clave para el registro de rastros como huellas fueron las orillas de charcas, corrientes de agua, madrigueras, suelo desnudo, etc. Fue importante también poner atención en la carretera existente, ya que al haber tránsito vehicular es frecuente encontrar fauna atropellada o colisionada. Los muestreos se ejecutaron en horario diurno por tres especialistas. Cada sitio de muestreo fue recorrido durante tres horas en búsqueda de cualquier evidencia de ejemplares o rastros. De esta manera cada sitio tuvo un esfuerzo de muestreo de nueve horas/hombre de modo que para los cinco sitios de muestreo suman 45 horas/hombre. Todos los registros obtenidos fueron contabilizados y georreferenciados para su posterior análisis y mapeo, incluyendo aquellos encontrados durante los traslados de un sitio de muestreo a otro.



Figura 71. Equipo básico de campo para el muestreo de mamíferos.



Figura 72. Ejemplo de registros de mamíferos.

Un segundo método utilizado para incrementar la obtención de registros, fue la instalación de fototruampas ubicadas en sitios estratégicos, los cuales fueron seleccionados en campo a partir de la observación del área de estudio, considerando como mínimo las siguientes características:

1. Sitios relativamente alejados del tránsito vehicular, de personas y ganado.
2. Áreas relativamente abiertas o de baja presencia de plantas herbáceas y arbustivas que pudieran interferir con la activación del sistema de disparo de las fototruampas por el movimiento de las ramas y hierbas en presencia del viento.
3. Considerar posibles brechas o corredores formados por el tránsito de la fauna silvestre local.

Todas las trampas fueron cebadas con atún en aceite para potenciar la posibilidad de capturar especies carnívoras u omnívoras. Para el SAR se colocaron dos fototruampas y para el área del proyecto otras dos, las cuales permanecieron activas durante 72 horas cada una; de este modo se tiene un nivel de muestreo de 288 horas/trampa.



Figura 73. Ejemplo de la instalación de algunas fototruampas para el registro de mamíferos.

#### ♣ Análisis de datos

De acuerdo a los datos obtenidos en campo se consideró realizar distintos procedimientos con la finalidad de integrar los resultados recabados en un contexto ecológico y así poder estimar, como un primer acercamiento, la composición y estructura de los vertebrados terrestres que ocurren en el eje del proyecto y en el sistema ambiental regional. Todos los cálculos ecológicos se aplicaron a los diferentes gremios faunísticos según la cantidad de información que fue posible generar durante los muestreos. De esta manera, la riqueza de especies se calculó a través del número de especies registradas durante los recorridos y puntos de conteo (aves). Además, se calculó la abundancia cuantitativa que corresponde al número de ejemplares registrados por especie durante el tiempo que duraron los muestreos. Para la representación cualitativa de las abundancias de las especies presenta algunas variaciones en sus rangos según el grupo faunístico del que se trate, así como del autor del que se tome referencia. En este caso, para la herpetofauna se siguieron las indicaciones de Cox (1990) y Padilla (1996) que definen como especie rara (R) aquella con registros de uno o dos ejemplares; especie moderadamente abundante (M) aquella de tres a cinco registros; y especie abundante (AB) aquella con seis o más registros. Para las aves y los mamíferos se plantearon las abundancias cualitativas acorde con Ramírez (2006) el cual indica como especie rara (R) aquella con uno o dos registros; especie ocasional (O) de tres a cinco registros; especie frecuente (F) de seis a 10 registros; y especie abundante (AB) aquella con 11 registros o más.

Por su parte, el cálculo de la diversidad de especies se midió a través del índice de Shannon ( $H'$ ) utilizando para este efecto el programa DIVERS (Franja, 1993). Al ser un índice con una fuerte respuesta a la equidad, toma en cuenta no solo las abundancias de las especies, sino también el grado de uniformidad de las abundancias en relación a las especies registradas. Para este cálculo se consideraron únicamente los registros obtenidos dentro de los puntos de conteo en el caso de las aves, mientras que para la herpetofauna y los mamíferos se consideraron todos los registros obtenidos durante los recorridos. Por otro lado, para medir el esfuerzo de muestreo se generaron curvas de acumulación de especies y se aplicaron estimadores de riqueza (Chao 1 y ACE) además de graficarse las especies únicas (singletons) y las duplicadas (doubletons) con el fin de determinar si éstas se reducían a medida que aumentaba el número de muestreos (Moreno, 2001). Estos cálculos se efectuaron en el programa EstimateS versión 8.2 (Colwell, 2006).



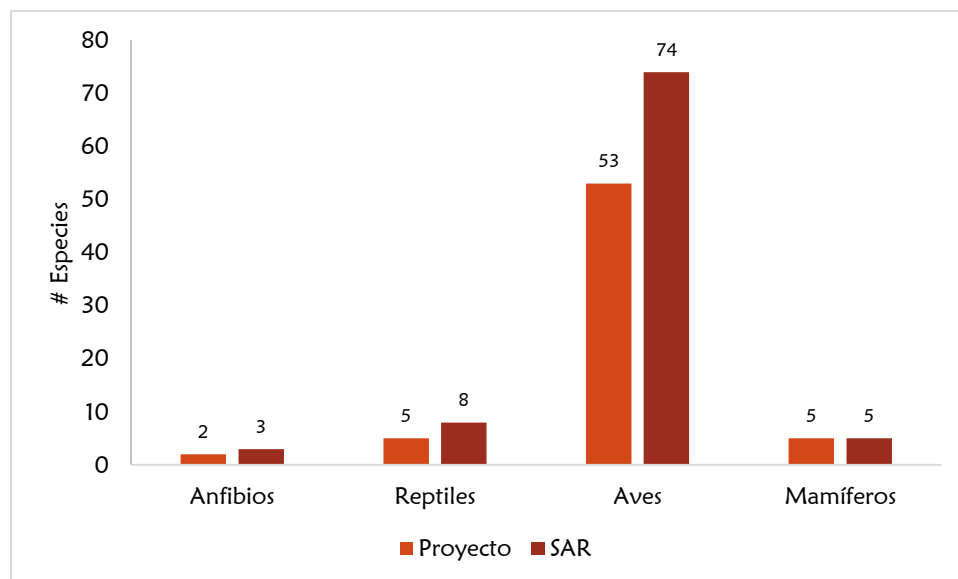
Finalmente se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010 para identificar posibles especies en riesgo y determinar su categoría de vulnerabilidad a nivel nacional. Por otro lado, se realizó una revisión bibliográfica (Ceballos y Oliva, 2005; Howell y Webb, 2005; González-Sánchez y col., 20017), además de bases de datos en línea (GBIF) para tener una idea más completa de la posible ocurrencia de nuevas especies a las registradas en el presente estudio dentro del área del proyecto y en áreas aledañas al mismo.

♣ **Resultados**

♣ **Panorama general de los vertebrados terrestres registrados**

Los muestreos realizados en el eje del proyecto reportaron 65 especies de vertebrados terrestres, de los cuales, dos son anfibios, cinco reptiles, 53 aves y cinco mamíferos. Evidentemente la dominancia recae en el grupo aves, con una importante actividad en prácticamente todo el trazo, aun cuando gran parte del eje del proyecto presenta vegetación herbácea en las orillas de la carretera actual. Por su parte, para el SAR se lo logró registrar 90 especies, tres correspondientes al grupo anfibios, ocho reptiles, 74 aves y cinco mamíferos. En este caso, el incremento en la riqueza de vertebrados respecto al eje del proyecto, está en concordancia con las características, un tanto más favorables para la vida silvestre, donde es posible ver una mayor superficie de hábitats adecuados.

De este total de especies, nueve se encuentran referidas en el NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo, una corresponde al grupo anfibios, dos al grupo reptiles y seis al grupo aves; en el caso de los mamíferos ninguna especie se considera en riesgo.



Gráfica 24. Riqueza de especies de vertebrados terrestres en el eje del proyecto y el SAR.

♣ **Herpetofauna**

Para el eje del proyecto se registran siete especies de herpetofauna dos anfibios y cinco reptiles. Los anfibios son el sapo costero (*Incilius valliceps*) y la rana leopardo (*Lithobates*

*brownorum*), mientras que los reptiles corresponde a la tortuga mojina de monte (*Rhinoclemmys areolata*), la lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*), la besucona asiática (*Hemidactylus frenatus*), el toloque rayado (*Basiliscus vittatus*) y la mabuya centroamericana (*Marisora brachypoda*). Por su parte, los registros para el SAR se elevan a 11 especies, tres de las cuales son anfibios y ocho son reptiles. Básicamente todas las especies registradas en el eje del proyecto se encontraron en el SAR, además de cuatro especies más, la rana de bigotes (*Leptodactylus fragilis*), la iguana verde (*Iguana iguana*), el anolis fantasma (*Anolis lemurinus*) y el anolis liso del sureste (*Anolis rodriguezi*).

**Tabla 51. Listado de especies de herpetofauna registradas en el eje del proyecto y el SAR. A: Amenazada; Pr: Sujeta a Protección Especial; E: Endémica; NE: No endémica; Ex: Exótica**

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Área observación		NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría de endemismo
				Proyecto	SAR		
Anfibios	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	x	x	---	NE
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de bigotes		x	---	NE
	Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	Rana leopardo	x	x	Pr	E
Reptiles	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	x	x	A	NE
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde		x	Pr	NE
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de puntos amarillos	x	x	---	NE
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática	x	x	---	Ex
		<i>Anolis lemurinus</i>	Anolis fantasma		x	---	NE
	Dactyloidae	<i>Anolis rodriguezi</i>	Anolis liso del sureste		x	---	NE
		Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	x	x	---
Scincidae	<i>Marisora brachypoda</i>	Mabuya centroamericana	x	x	---	NE	

Según la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tres especies se encuentran referidas en alguna categoría de riesgo. La rana leopardo (*Lithobates brownorum*) y la iguana verde (*Iguana iguana*) como Sujetas a Protección Especial (Pr) y la tortuga mojina de monte (*Rhinoclemmys areolata*) como Amenazadas (A). Del total de especies, la besucona asiática (*Hemidactylus frenatus*) resulta una especie exótica para México; caso contrario, está la rana leopardo (*Lithobates brownorum*), la cual se identifica como especie endémica para el país. El resto de especies presentan una distribución amplia tanto dentro del país como hacia Centroamérica, de modo que se catalogan como especies no endémicas.



Figura 74. Especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. A: *Iguana iguana*; B: *Rhinoclemmys areolata*; C: *Lithobates brownorum*.

Se registraron en el eje del proyecto 34 ejemplares de siete especies, siendo la lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*) la especie más abundante con un total de 12 registros. En el lado opuesto están la tortuga mojina de monte (*Rhinoclemmys areolata*) y la besucona asiática (*Hemidactylus frenatus*) con dos y un registros respectivamente, de modo que ambas especies se catalogan como raras.

Tabla 52. Abundancias para las especies registradas en el eje del proyecto. AB: abundante; M: moderadamente abundante; R: rara.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Sitios					Abund. Cuantitativa	Abund. Cualitativa
				1	2	3	4	5		
Anfibios	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	1	2	1	2	1	7	AB
	Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	Rana leopardo	1	0	0	1	1	3	M
Reptiles	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	0	1	0	1	0	2	R
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de puntos amarillos	2	3	2	3	2	12	AB
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática	0	0	1	0	0	1	R
	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	1	1	2	1	1	6	AB
	Scincidae	<i>Marisora brachypoda</i>	Mabuaya centroamericana	0	1	1	0	1	3	M

Por su parte, para el SAR se tuvo un total de 41 registros de 11 especies, donde las especies mejor representadas por su alta abundancia fueron la lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*) y el sapo costero (*Incilius valliceps*) con 10 registros cada una. Por su parte, las especies raras, aquellas que solo tuvieron un registro fueron la tortuga mojina de monte (*Rhinoclemmys areolata*), la iguana verde (*Iguana iguana*), la besucona asiática (*Hemidactylus frenatus*), el anolis fantasma (*Anolis lemurinus*) y el anolis liso del sureste (*Anolis rodriguezii*). En general, casi el 50% del total de especies resultaron raras.

Tabla 53. Abundancias para las especies registradas en el eje del proyecto. AB: abundante; M: moderadamente abundante; R: rara.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Sitios					Abund. Cuantitativa	Abund. Cualitativa
				1	2	3	4	5		
Anfibios	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	2	1	4	1	2	10	AB
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de bigotes	1	0	2	0	0	3	M
	Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	Rana leopardo	0	1	1	0	1	3	M

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Sitios					Abund. Cuantitativa	Abund. Cualitativa
				1	2	3	4	5		
Reptiles	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	0	0	1	0	0	1	R
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	1	0	0	0	0	1	R
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de puntos amarillos	3	2	2	2	1	10	AB
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática	0	1	0	0	0	1	R
		<i>Anolis lemurinus</i>	Anolis fantasma	1	0	0	0	0	1	R
	Dactyloidae	<i>Anolis rodriguezi</i>	Anolis liso del sureste	0	0	1	0	0	1	R
	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	1	1	0	2	2	6	AB
Scincidae	<i>Marisora brachypoda</i>	Mabuya centroamericana	0	2	0	1	1	4	M	

Con base en las abundancias y riqueza de especies, se calcula para el eje del proyecto una diversidad herpetofaunística con valor de  $H'$ : 1.69 según el índice de Shannon, siendo esta una diversidad baja, que se encuentra acorde a las características ambientales propias del proyecto, es decir, gran parte de la superficie donde se implanta el eje carretero, ya cuenta con una vialidad pavimentada en existencia y las orillas de esta, se encuentran bordeadas de vegetación herbácea en su mayoría. Por otro lado, la diversidad de anfibios y reptiles para el SAR se estima den  $H'$ : 2.03, equivalente a una diversidad media-baja, que en términos comparativos, resulta un tanto superior que lo obtenido para el eje del proyecto. Esto se debe sin duda a que en el SAR las condiciones ambientales, aunque se encuentran relativamente impactadas, resultan mucho más favorables para la presencia de estos gremios faunísticos, por la oferta de recursos y microhábitats. Sin embargo, es un hecho que los fragmentos de áreas forestales se encuentran cada vez más presionadas por la deforestación para fines ganaderos, siendo esta la actividad que más afecta a la vida silvestre en la región.

**Tabla 54. Datos ecológicos generales para la herpetofauna registrada en el eje del proyecto y el SAR.**

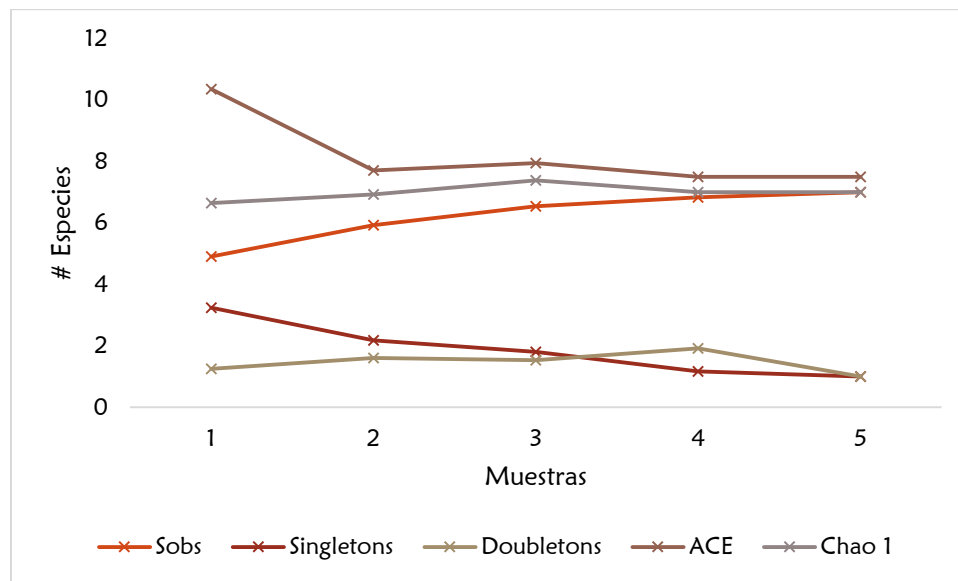
Sitio	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon ( $H'$ )	Uniformidad (E)
Eje del proyecto	7	34	1.69	0.87
SAR	11	41	2.03	0.84

En general en gran parte del eje del proyecto y zonas aledañas concernientes al SAR se registraron especies de anfibios y reptiles, sin embargo algunas especies como el sapo costero (*Incilius valliceps*), el toloque rayado (*Basiliscus vittatus*) y la lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*) fueron de las mejor distribuidas; al contrario de aquellas que por su rareza solo fue posible registrarlas en uno o dos puntos de las áreas recorridas, tal es el caso del anolis fantasma (*Anolis lemurinus*), el anolis liso del sureste (*Anolis rodriguezi*) y la tortuga mojina de monte (*Rhinoclemmys areolata*). En el siguiente mapa se puede observar la distribución espacial de las once especies de anfibios y reptiles registrados durante los muestreos.



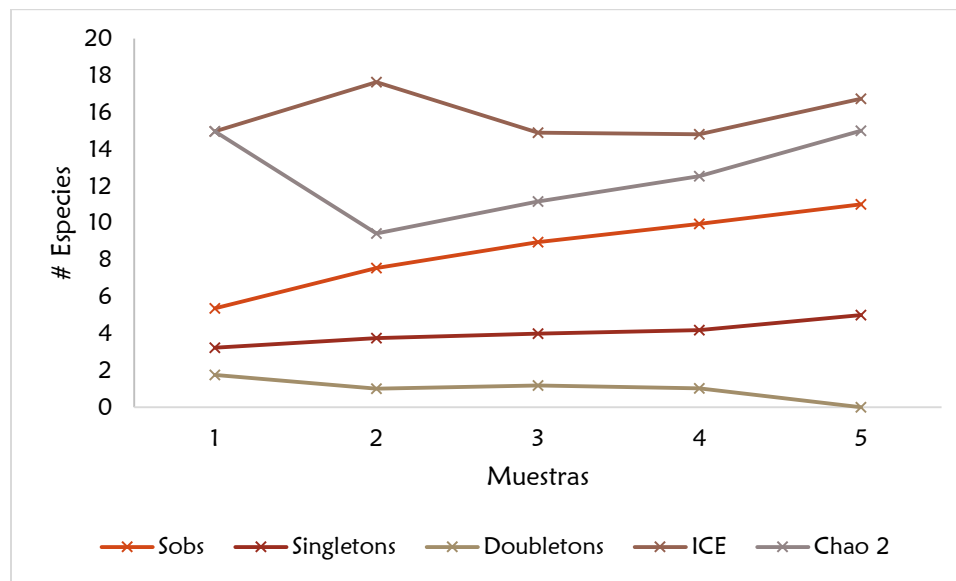
Figura 75. Distribución espacial de las especies de herpetofauna registradas en campo.

De acuerdo al esfuerzo de muestreo invertido para el área del eje del proyecto, se observa en la curva de acumulación de las especies observadas una franca tendencia a la asíntota, lo que sugiere una baja posibilidad de encontrar nuevas especies ante un incremento en el esfuerzo de muestreo. El estimador Chao 1 registra 7 especies, de modo que las especies registradas representan el 100% de las esperadas, mientras que para el estimador ACE se esperan ocho especies (7.5), es decir, una más que las especies observadas. Por su parte, las curvas de las especies únicas y dobles tienen una tendencia a la baja, muy cercanas al valor cero, lo que indica que casi el total de las especies raras han sido registradas, y que el hallazgo de al menos una especie nueva, implica la inversión de grandes recursos.



**Gráfica 25. Curvas de acumulación de especies de herpetofauna para el eje del proyecto. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons: especies dobles; ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.**

En el caso del SAR, la acumulación de las especies observadas se acerca un tanto a una línea asintótica, indicando que faltan pocas especies para ser registradas, aunque la posibilidad de que se trate de especies raras es bastante alta, como lo indica la curva de las especies únicas que se aleja significativamente del valor cero (0). Por su parte ICE estima un total de 17 (16.74) especies, de modo que las especies registradas representan el 65.7% de las esperadas, mientras que para Chao 2 las especies encontradas representan el 73.3% de las esperadas (15 especies) según dicho estimador. Evidentemente las condiciones ambientales de los sitios de muestreo del SAR presentan mayor calidad y recursos disponibles como para albergar una mayor riqueza de especies, no obstante, la inversión de tiempo y otros recursos para registrar nuevas especies podría no estar equilibrado con la disponibilidad de los mismos.



Gráfica 26. Curvas de acumulación de especies de herpetofauna para el SAR. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons: especies dobles; ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.

#### ♣ Aves

Para el grupo aves, en el eje del proyecto se registraron 53 especies distribuidas en 24 familias, siendo las mejor representadas por su riqueza de especies obtenida las familias Columbidae, Tyrannidae e Icteridae con seis, siete y siete especies respectivamente. Las familias que solo presentaron una especie son Anatidae, Ciconiidae, Jacanidae y Vireonidae por mencionar algunas. A nivel del SAR el registro de especies ascendió a 74 repartidas en 34 familias, donde Accipitridae, Columbidae, Tyrannidae e Icteridae fueron las mejor representadas con registros de seis, seis, ocho y ocho especies respectivamente. De igual manera hubo familias con apenas una especie registrada como es el caso de Strigidae, Phalacrocoracidae, Scolopacidae y Cuculidae entre otras. En general la mayor riqueza de especies presentes en el SAR en comparación con las registradas en el eje del proyecto, se debe fundamentalmente a que las condiciones de los hábitats en el SAR son de mayor calidad y ofrecen mayores recursos para la presencia de las aves.

Tabla 55. Listado de especies de aves registradas en el eje del proyecto y el SAR. A: Amenazada; Pr: Sujeta a Protección Especial; CE: Cuasiendémica; NE: No endémica; SE: Semiendémica; Ex: Exótica. R: Residente; MI: Migratoria de invierno; MV: Migratoria de verano; T: Transitoria.

Familia	Especie	Nombre común	Área observación		NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría de endemismo	Estatus migratorio
			Proyecto	SAR			
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije alas blancas	x	x	---	NE	R
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental		x	---	NE	R
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	x	x	---	NE	R
	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	x	x	Pr	NE	R
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	x	x	---	NE	R

Familia	Especie	Nombre común	Área observación		NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría de endemismo	Estatus migratorio
			Proyecto	SAR			
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	x	x	---	NE	R
	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	x	x	---	NE	R
	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón		x	A	NE	R
	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris		x	Pr	NE	R
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero		x	Pr	NE	R
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	x	x	---	NE	R
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño		x	---	NE	R
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana		x	Pr	NE	R
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical		x	---	NE	R
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	x	x	---	NE	R
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza garrapatera	x	x	---	Ex	R
	<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde		x	---	NE	R
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul		x	---	NE	R
	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados		x	---	NE	R
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco		x	---	NE	R
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos		x	---	NE	R
	<i>Herpethotes cachinnans</i>	Halcón guaco	x	x	---	NE	R
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	x	x	---	NE	R
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña		x	---	NE	R
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita		x	---	NE	MI
Rallidae	<i>Aramides albiventris</i>	Rascón nuca canela		x	---	NE	R
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	x	x	---	Ex	R
	<i>Columbina minuta</i>	Tortolita pecho liso	x	x	---	NE	R
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	x	x	---	NE	R
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	x	x	---	NE	R
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar turca	x	x	---	Ex	R
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	x	x	---	NE	R
Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachetes amarillos	x	x	---	NE	R
	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	x	x	Pr	NE	R
Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo collar blanco		x	---	NE	R
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	x	x	---	NE	R
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	x	x	---	NE	R
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina albiazul	x	x	---	NE	A
Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	x	x	---	NE	R
	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí cola canela	x	x	---	NE	R



Familia	Especie	Nombre común	Área observación		NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría de endemismo	Estatus migratorio
			Proyecto	SAR			
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde		x	---	NE	R
Picidae	<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero mexicano	x	x	---	NE	R
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado		x	---	NE	R
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	x	x	---	NE	R
	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	x	x	---	CE	R
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared común	x	x	---	NE	R
Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azulgris	x	x	---	NE	R
Tyrannidae	<i>Empidonax albigularis</i>	Papamoscas garganta blanca	x	x	---	NE	R
	<i>Empidonax virescens</i>	Papamoscas verdoso		x	---	NE	T
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	x	x	---	NE	R
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	x	x	---	NE	R
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	x	x	---	NE	R
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas cardenalito	x	x	---	NE	R
	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	x	x	---	SE	R
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	x	x	---	NE	R
Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	x	x	---	NE	MI
Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara pea	x	x	---	NE	R
Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador cabeza negra	x	x	---	NE	R
	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	x	x	---	NE	R
	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azulgris		x	---	NE	R
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	x	x	---	NE	R
Passerellidae	<i>Melospiza lincolnii</i>	Gorrion de Lincoln	x	x	---	NE	MI
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	x	x	---	NE	R
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	x	x	---	NE	R
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	x	x	---	NE	R
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	x	x	---	NE	R
	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro	x	x	---	NE	R
	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	x	x	---	NE	R
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor	x	x	---	SE	R
	<i>Icterus spurius</i>	Calandria castaña	x	x	---	NE	MV
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	x	x	---	NE	R
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate		x	---	NE	R
Fringillidae	<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortillaconchile	x	x	---	NE	R
	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito dominico	x	x	---	NE	R

Del total de especies registradas se encontró que seis de ellas están referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de riesgo. Básicamente cinco se encuentran Sujetas a Protección Especial (Pr), el zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*), el gavilán cabeza gris (*Leptodon cayanensis*), el gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*) y el perico pecho sucio (*Eupsittula nana*), mientras que en estatus Amenazada (A) está el gavilán zancón (*Geranospiza caerulescens*). El porcentaje de estas especies representa alrededor del 8% del total de las especies registradas, siendo una cifra importante que le agrega prioridad en términos de conservación, de modo que resulta imprescindible la aplicación de medidas encaminadas a incrementar la masa forestal a través de acciones de reforestación, sobre todo en un paisaje dominado por pastizales inducidos.

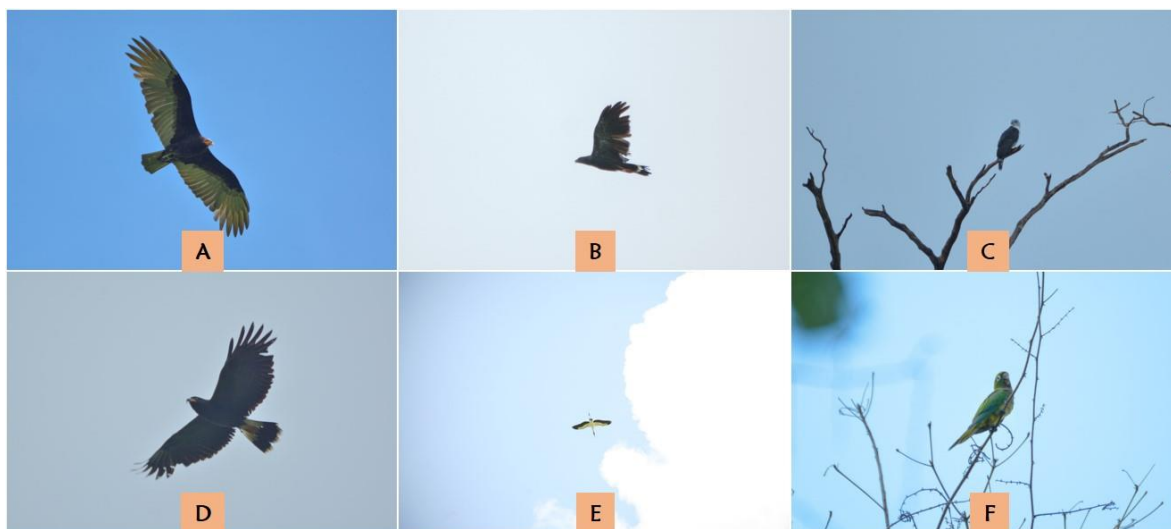


Figura 76. Especies registradas en campo bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. A: *Cathartes burrovianus*; B: *Geranospiza caerulescens*; C: *Leptodon cayanensis*; D: *Rostrhatum sociabilis*; E: *Mycteria americana*; F: *Eupsittula nana*.

En contraparte, están las especies de baja importancia para su conservación como son las tres especies de origen exótico registradas durante los muestreos. En el caso de la paloma doméstica (*Columba livia*) y la paloma de collar turca (*Streptopelia decaocto*) fueron registradas mayormente asociadas a los asentamientos humanos y básicamente fuera de las zonas forestales; sin embargo, la garza garrapatera (*Bubulcus ibis*) se pudo observar ocasionalmente en zonas asociadas a fragmentos forestales, pero mayormente a pastizales con presencia de ganado. El resto de las especies, a excepción de tres, muestran amplias distribuciones tanto dentro del país como fuera de este, es decir, no son endémicas a México. Las tres especies exceptuadas, presentan categorías de endemismos diferentes. Por ejemplo, el carpintero yucateco (*Melanerpes pycmaeus*) es una especie cuasiendémica para México, y el tirano pico grueso (*Tyrannus crassirostris*), así como la calandria dorso negro menor (*Icterus cucullatus*) son semiendémicas para el país.



Figura 77. Especies exóticas registradas en campo. A: *Bubulcus ibis*; B: *Columba livia*; C: *Streptopelia decaocto*.

En cuanto al estatus migratorio de las 74 especies registradas, casi el total de ellas (68) son residentes en México, mientras que el playero alzacolita (*Actitis macularius*), el vireo garganta amarilla (*Vireo flavifrons*) y el gorrión de Lincoln (*Melospiza lincolni*) son migratorias de invierno; la calandria castaña (*Icterus spurius*) es migratoria de verano; el papamoscas verdoso (*Empidonax virescens*) es una especie transitoria; y finalmente la golondrina albiazul (*Pygochelidon cyanoleuca*) es una especie accidental.

Por su parte, los conteos realizados en los sitios de muestreo del eje del proyecto, arrojan un total de 274 ejemplares contabilizados de 53 especies, sobresaliendo por su abundancia el zopilote común (*Coragyps atratus*), el semillero de collar (*Sporophila torqueola*), el semillero brincador (*Volatinia jacarina*) y el perico pecho sucio (*Eupsittula nana*) con 14, 14, 16 y 19 ejemplares registrados respectivamente. Por otro lado, destacan las especies que fueron raras durante los muestreos, registrando apenas uno o dos ejemplares por especie, tal es el caso del aguililla gris (*Buteo plagiatus*), el colibrí cándido (*Amazilia candida*), el carpintero cheje (*Melanerpes aurifrons*) y el vireo garganta amarilla (*Vireo flavifrons*) por mencionar algunos.

Tabla 56. Abundancias de las especies de aves registradas en el eje del proyecto. AB: abundante; F: frecuente; O: ocasional; R: rara.

Familia	Especie	Nombre común	Sitios					Abund. Cuantitativa	Abund. Cualitativa
			1	2	3	4	5		
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije alas blancas	2	0	0	0	6	8	F
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	3	2	0	1	2	8	F
	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	0	0	1	0	2	3	O
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	2	2	5	2	3	14	AB
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	1	0	0	1	1	3	O
	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	0	1	0	0	0	1	R
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	1	0	1	1	0	3	O
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	0	0	1	1	0	2	R
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza garrapatera	0	0	0	0	2	2	R
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	1	0	1	1	0	3	O

Familia	Especie	Nombre común	Sitios					Abund. Cuantitativa	Abund. Cualitativa
			1	2	3	4	5		
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	1	0	0	1	0	2	R
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	0	4	0	0	0	4	O
	<i>Columbina minuta</i>	Tortolita pecho liso	2	1	0	2	1	6	F
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	0	2	1	0	1	4	O
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	3	2	1	2	2	10	F
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar turca	0	2	0	0	0	2	R
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	0	1	2	0	2	5	O
Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachetes amarillos	1	0	0	0	2	3	O
	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	5	3	2	2	7	19	AB
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	3	1	0	2	1	7	F
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	0	2	0	0	2	4	O
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina albiazul	4	0	0	1	2	7	F
Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	1	0	0	0	0	1	R
	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí cola canela	2	0	0	0	0	2	R
Picidae	<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero mexicano	0	1	1	0	1	3	O
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	1	0	0	1	0	2	R
	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	1	0	0	0	0	1	R
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared común	0	1	1	0	1	3	O
Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azulgris	2	1	1	2	2	8	F
Tyrannidae	<i>Empidonax albigularis</i>	Papamoscas garganta blanca	0	1	0	0	0	1	R
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	2	1	1	1	2	7	F
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	1	0	0	0	0	1	R
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	2	2	1	1	1	7	F
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas cardenalito	0	1	2	0	1	4	O
	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	0	1	0	1	2	4	O

Familia	Especie	Nombre común	Sitios					Abund. Cuantitativa	Abund. Cualitativa
			1	2	3	4	5		
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	1	3	2	2	1	9	F
Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	1	0	1	0	0	2	R
Corvidae	<i>Psilorhynchus morio</i>	Chara pea	0	0	3	4	1	8	F
	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador cabeza negra	1	3	2	2	1	9	F
Thraupidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero collar de	2	1	5	4	2	14	AB
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	3	2	4	4	3	16	AB
Passerellidae	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	0	0	2	1	0	3	O
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	0	2	1	0	1	4	O
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	0	2	1	1	2	6	F
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	1	0	2	0	0	3	O
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	0	0	0	3	0	3	O
	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro	1	0	0	1	1	3	O
	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	0	1	1	1	5	O
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor	0	0	0	2	1	3	O
	<i>Icterus spurius</i>	Calandria castaña	2	1	1	2	2	8	F
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	0	0	2	1	1	4	O
	<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortillaconchile	0	1	2	1	1	5	O
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito dominico	1	2	1	0	1	5	O

Para el SAR el conteo de aves se elevó a 395 ejemplares de 74 especies. En general se registraron especies abundantes, frecuentes, ocasionales y raras en distintas proporciones. Entre las más abundantes destacan el semillero brincador (*Volatinia jacarina*), el garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) y el perico pecho sucio (*Eupsittula nana*) con 15, 16 y 29 ejemplares respectivamente. En el lado opuesto están las especies a las que solo se les pudo registrar uno o dos individuos como es el gavilán zancón (*Geranoospiza caerulescens*), la garza azul (*Egretta caerulea*) y el cacique pico claro (*Amblycercus holosericeus*) por mencionar algunos. La cantidad de ejemplares contabilizados, así como la riqueza de especies, son muestras fehacientes de que a nivel del SAR las condiciones ambientales, aún ofrecen suficientes recursos para albergar una importante diversidad biológica, no obstante que en la actualidad la presión sobre los fragmentos forestales debido a las actividades ganaderas, son la principal causa del deterioro ambiental y la pérdida de hábitats, creando paisajes agro-pastoriles con fragmentos aislados de vegetación natural en estado primario y secundario.

Tabla 57. Abundancias de las especies de aves registradas en el SAR. AB: abundante; F: frecuente; O: ocasional; R: rara.

Familia	Especie	Nombre común	Sitios					Abund. Cuantitativa	Abund. Cualitativa
			1	2	3	4	5		
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije alas blancas	0	5	0	0	2	7	F
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	0	0	1	0	0	1	R
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	2	1	4	2	1	10	F
	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	0	1	2	0	1	4	O
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	2	2	1	4	4	13	AB
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	1	0	0	0	1	2	R
	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	0	0	1	0	0	1	R
	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	0	0	0	1	0	1	R
	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	1	0	1	0	1	3	O
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	0	0	1	1	0	2	R
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	2	1	1	2	2	8	F
Strigidae	<i>Glucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	0	0	1	0	0	1	R
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	0	0	0	2	0	2	R
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	0	2	0	0	0	2	R
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	0	2	0	0	1	3	O
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza garrapatera	0	2	0	0	3	5	O
	<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde	0	1	0	0	1	2	R
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	0	0	0	0	1	1	R
	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	0	2	0	0	2	4	O
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	0	3	0	0	2	5	O
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	0	1	0	1	1	3	O
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	1	0	1	1	2	5	O
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	1	0	1	1	0	3	O
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	0	3	0	0	0	3	O
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	0	2	0	0	0	2	R
Rallidae	<i>Aramides albiventris</i>	Rascón nuca canela	0	1	0	0	1	2	R
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	0	3	0	0	5	8	F
	<i>Columbina minuta</i>	Tortolita pecho liso	2	1	1	2	2	8	F
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	0	2	2	0	1	5	O
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	3	2	2	1	2	10	F
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar turca	0	2	0	0	1	3	O
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	1	0	2	0	0	3	O
Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachetes amarillos	2	0	4	0	4	10	F
	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	5	0	3	3	18	29	AB



Familia	Especie	Nombre común	Sitios					Abund. Cuantitativa	Abund. Cualitativa
			1	2	3	4	5		
Apodidae	<i>Streptoprocne zonalis</i>	Vencejo collar blanco	1	0	0	2	1	4	O
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	3	2	3	5	3	16	AB
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	0	5	0	2	2	9	F
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina albiazul	0	4	0	0	0	4	O
Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	1	0	0	1	0	2	R
	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí cola canela	0	0	1	0	0	1	R
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	0	1	0	0	1	2	R
Picidae	<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero mexicano	2	1	0	2	1	6	F
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	0	0	2	0	0	2	R
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	2	1	0	1	1	5	O
	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	0	0	1	0	0	1	R
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared común	1	1	2	2	1	7	F
Poliopitidae	<i>Poliopitila caerulea</i>	Perlita azulgris	1	1	0	2	1	5	O
Tyrannidae	<i>Empidonax albigularis</i>	Papamoscas garganta blanca	0	0	1	0	1	2	R
	<i>Empidonax virescens</i>	Papamoscas verdoso	0	0	1	0	0	1	R
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	2	3	2	1	2	10	F
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	2	0	0	0	0	2	R
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	0	2	0	0	1	3	O
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas cardenalito	0	2	1	1	2	6	F
	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	0	0	2	1	1	4	O
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	1	3	1	1	2	8	F
Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	0	0	0	2	1	3	O
Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara pea	3	2	1	2	2	10	F
Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador cabeza negra	2	2	3	1	2	10	F
	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	4	2	1	2	2	11	AB
	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azulgris	1	0	1	2	0	4	O
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	4	3	2	3	3	15	AB
Passerellidae	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	0	2	0	0	1	3	O
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	1	1	2	1	1	6	F
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	0	2	1	1	0	4	O
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	2	0	1	2	1	6	F
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	0	3	0	0	4	7	F
	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro	1	0	0	0	1	2	R
	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	1	1	2	1	7	F
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor	1	1	0	0	1	3	O
	<i>Icterus spurius</i>	Calandria castaña	2	3	0	1	0	6	F
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	0	5	0	0	0	5	O
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	0	3	0	0	5	8	F

Familia	Especie	Nombre común	Sitios					Abund. Cuantitativa	Abund. Cualitativa
			1	2	3	4	5		
	<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortillaconchile	0	1	1	0	1	3	O
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito dominico	3	2	1	1	4	11	AB

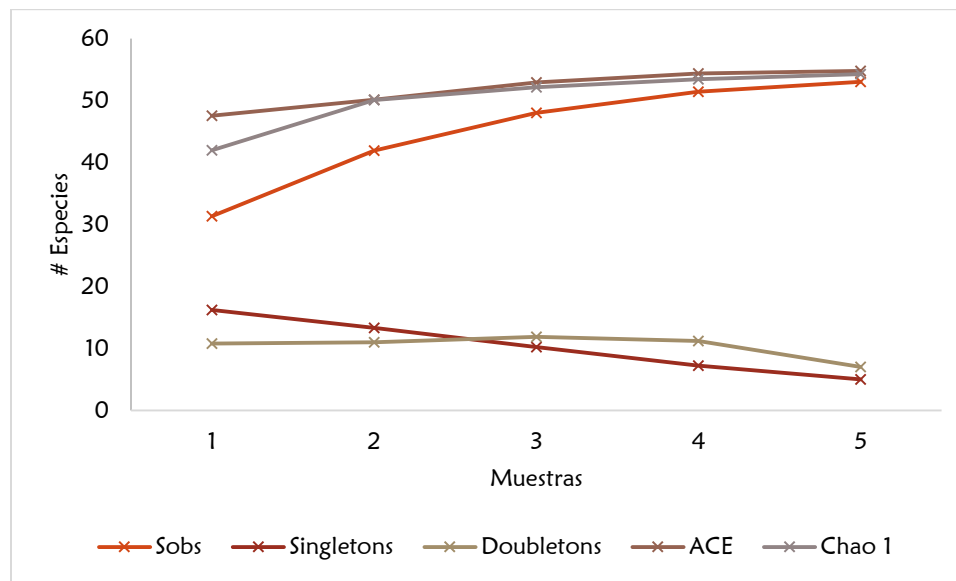
La diversidad de aves para el eje del proyecto se estima en un valor de  $H'$ : 3.72 según el índice de Shannon, equivalente a una diversidad alta, que contrasta en cierta medida con las condiciones ambientales degradadas de casi la totalidad del eje del proyecto y sus zonas aledañas inmediatas que corresponden al derecho de vía. De hecho, cabe resaltar que gran parte de las especies registradas para dicha zona son especies relativamente comunes que muestran una amplia adaptación a sitios alterados. Por su parte, el SAR obtuvo un valor de Shannon de  $H'$ : 4.02, que se traduce en una diversidad de aves alta, encontrándose más acorde con las condiciones ambientales donde se realizaron los muestreos, es decir, sitios forestales con una importante proporción de especies arbóreas y un nivel de conectividad con otras extensiones de hábitats, muy apropiado para el desplazamiento, no solo de las aves, sino de muchas otras especies de otros grupos de vertebrados terrestres.

**Tabla 58. Valores ecológicos generales para las aves registradas en el eje del proyecto y el SAR.**

Sitio	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon ( $H'$ )	Uniformidad (E)
Eje del proyecto	53	274	3.72	0.93
SAR	74	395	4.02	0.93

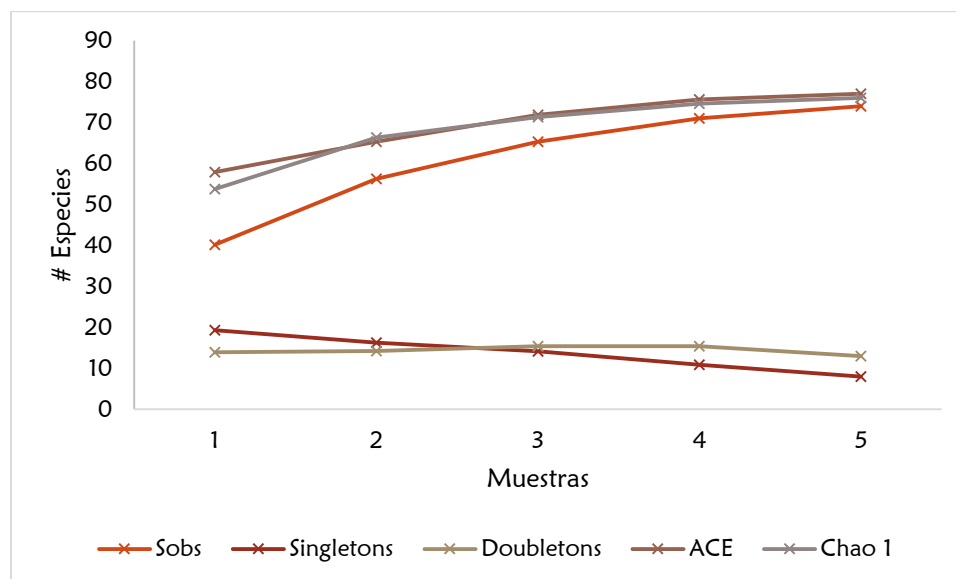
La acumulación de especies observadas muestra una buena tendencia hacia la asíntota, indicando que una gran proporción de las especies ha sido registrada durante los muestreos. Los estimadores de riqueza ACE y Chao 1 calculan riquezas de 55 y 54 especies respectivamente, de modo que las especies observadas representan más del 96% de las especies esperadas. Evidentemente, en el caso de las aves, su composición puede variar significativamente a lo largo del año debido a la presencia o ausencia de especies migratorias, además que siempre hay especies residentes raras que resulta muy difícil registrar. Este hecho está en sintonía con las curvas de las especies únicas y dobles que, aunque muestran una tendencia a la baja, aún se encuentran un tanto alejadas del valor cero (0), de tal manera que, aunque existe una buena posibilidad de hallar nuevos registros, podría tratarse de especies raras que requieren una alta inversión de recursos, situación que no siempre se cuenta con la disponibilidad de los mismos.





**Gráfica 27. Curvas de acumulación de especies de aves para el eje del proyecto. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons: especies dobles; ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.**

Para el SAR la tendencia en la acumulación de las especies observadas es muy similar a la situación del eje del proyecto, pues aunque no alcanza la asíntota, la cercanía a ésta es relativamente estrecha. Los estimadores de riqueza utilizados indican que para ACE se ha registrado el 96% de las especies esperadas, es decir, 74 de 77, mientras que para Chao 1 el porcentaje se eleva a 97.3%, que equivale a 74 de 76 especies. En ambos casos, las especies observadas se ajustan en buena medida a los estimadores, no obstante que existe la posibilidad de hallar nuevas especies, aunque fundamentalmente de presencia rara, es decir, de difícil registro. Esto se corrobora con las curvas de las especies únicas y dobles, que a pesar de tener una tendencia moderada a la baja, aún en la muestra cinco, se encuentran bastante alejadas del valor cero (0).



Gráfica 28. Curvas de acumulación de especies de aves para el SAR. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons: especies dobles; ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.

#### ♣ Mamíferos

Los mamíferos fueron el grupo menos representado entre los vertebrados terrestres durante los muestreos. Básicamente tanto en el eje del proyecto como en el SAR se registraron cinco especies de talla mediana. Ninguna especie se encuentra referida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de riesgo, y todas ellas presentan distribuciones muy amplias tanto dentro del país como fuera de este, de modo que se catalogan como especies no endémicas y bastante comunes.

Tabla 59. Listado de especies de mamíferos registrados en el eje del proyecto y el SAR. NE: No endémica.

Familia	Especie	Nombre común	Área observación		NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría de endemismo
			Proyecto	SAR		
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	x	x	---	NE
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	x	x	---	NE
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	x	x	---	NE
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	x	x	---	NE
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	x	x	---	NE

De todas las especies se pudieron obtener registros indirectos a partir de huellas o excretas, y solo de tres se pudieron encontrar especímenes, en el caso de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) se registraron algunos ejemplares activos durante el día cruzando la carretera o los amplios pastizales y fragmentos de vegetación secundaria. En el caso del tlacuache (*Didelphis marsupialis*) y el coatí (*Nasua narica*) se encontraron dos ejemplares atropellados.



Figura 78. Especies de mamíferos registrados en campo. A: *Sylvilagus floridanus*; B: *Procyon lotor*; C: *Nasua narica*; D: *Didelphis marsupialis*; E: *Urocyon cinereoargenteus*.

Para el eje del proyecto se contabilizaron 14 registros de cinco especies, donde la zorra gris fue la bastante frecuente, mientras que el tlacuache (*Didelphis marsupialis*), el coatí (*Nasua narica*) y el mapache (*Procyon lotor*) fueron especies raras. El conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*) por su parte fue una especie ocasional con tres registros obtenidos.

Tabla 60. Abundancias para las especies registradas en el eje del proyecto. F: frecuente; O: ocasional; R: rara.

Familia	Especie	Nombre común	Sitios					Abund. Cuantitativa	Abund. Cualitativa
			1	2	3	4	5		
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	0	0	1	0	0	1	R
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	2	1	2	1	7	F
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	0	0	1	0	0	1	R
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	0	0	0	1	2	R
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	0	2	0	0	1	3	O

Para el SAR el número de registros asciende a 19 repartidos en cinco especies, siendo la zorra gris la especie más numerosa con 8 registros catalogada como frecuente. Las especies restantes básicamente tienen la misma categoría de abundancia cualitativa que en el eje del proyecto, el tlacuache, el coatí y el mapache fueron especies raras y el conejo serrano fue una especie ocasional. En este caso los resultados fueron bastante similares a lo obtenido en el eje del proyecto a pesar de que hay una importante diferencia en la condición de la calidad ambiental entre un área y otra.

Tabla 61. Abundancias para las especies registradas en el SAR. F: frecuente; O: ocasional; R: rara.

Familia	Especie	Nombre común	Sitios					Abund. Cuantitativa	Abund. Cualitativa
			1	2	3	4	5		
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	0	1	0	1	0	2	R
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2	1	1	1	3	8	F
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	1	0	1	0	0	2	R
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	0	1	0	1	0	2	R

Familia	Especie	Nombre común	Sitios					Abund. Cuantitativa	Abund. Cualitativa
			1	2	3	4	5		
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	1	2	1	0	1	5	O

En términos de la diversidad de mamíferos, el índice de Shannon calculado para el eje del proyecto revela un valor de  $H'$ : 1.33 que corresponde a una diversidad francamente baja, que se encuentra acorde a juzgar por las condiciones ambientales que presenta el área donde se inserta el proyecto, incluyendo una buena proporción del derecho de vía. Por su parte, la diversidad de mamíferos para el SAR arroja un valor de  $H'$ : 1.42, equivalente a una diversidad baja. En este caso, a pesar de haber una condición ambiental considerablemente más alta en relación al eje del proyecto, la diferencia en el valor de diversidad apenas es ligeramente superior en el SAR. Este hecho se podría explicar en parte por dos razones, una que tiene que ver con la alta dificultad que representan los mamíferos para ser registrados, debido a su naturaleza huidiza y a su sigilo al desplazarse; por otro lado, está el hecho de que el paisaje del SAR se compone de una matriz de pastizales inducidos con fragmentos dispersos de vegetación forestal, donde algunas especies de mamíferos podrían estar usando solo aquellos de mayores dimensiones, mientras que las especies más comunes podrían estar presentes en toda la extensión del SAR por sus habilidades de adaptación.

**Tabla 62. Valores ecológicos generales para los mamíferos registrados en el eje del proyecto y el SAR.**

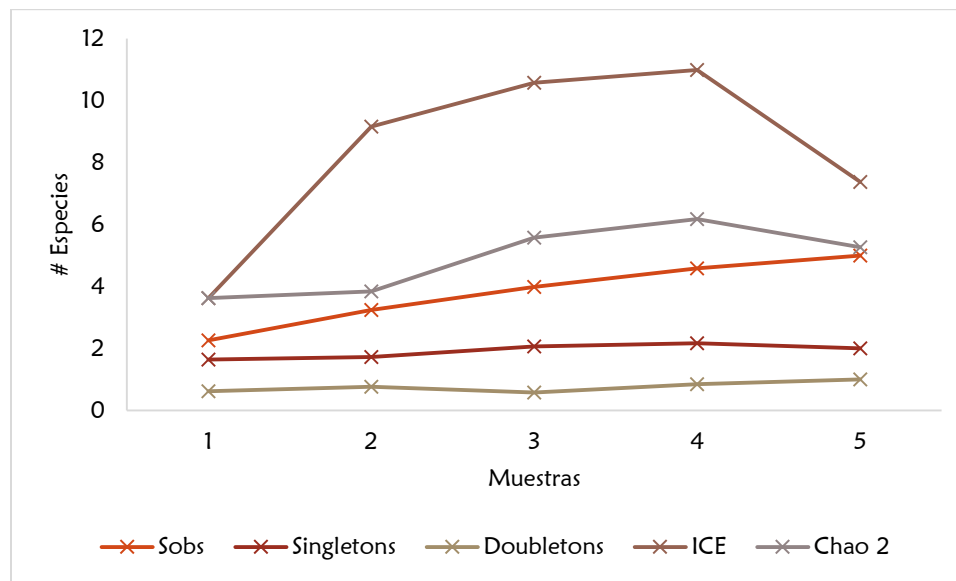
Sitio	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon ( $H'$ )	Uniformidad (E)
Eje del proyecto	5	14	1.33	0.82
SAR	5	19	1.42	0.88

La distribución espacial de las especies de mamíferos registrados se puede observar en el siguiente mapa, donde resulta claro que la mayoría de ellas estuvo presente en distintos puntos a lo largo del eje del proyecto y zonas aledañas pertenecientes al SAR. La de mayor amplitud en su distribución fue la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en contraste con el coatí (*Nasua narica*) que resultó la especie con menos registro, y por ende, con una menor distribución espacial.



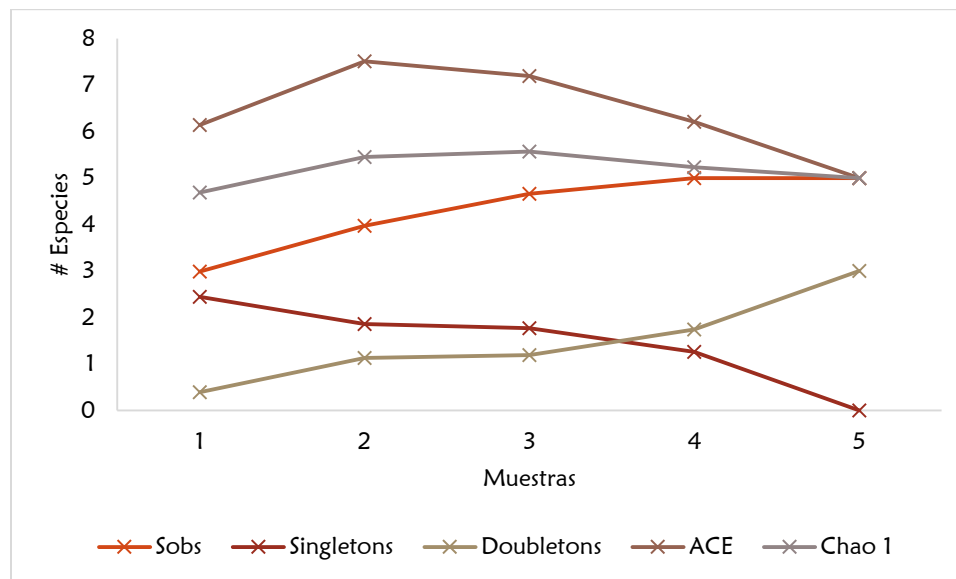
Figura 79. Distribución espacial de las especies de mamíferos registrados en campo.

La acumulación de especies observadas muestra una curva con cierta tendencia a la asíntota para los mamíferos registrados en el eje del proyecto. El estimador Chao 2 presenta una buena relación con los registros observados, donde estos representan prácticamente el 100% de las especies esperadas, de manera que hay un buen ajuste entre ellos. Por otro lado, el estimador ICE registra una riqueza de 7 especies (7.37), de modo que los registros obtenidos en campo equivalen al 67.8% de las especies esperadas. Las líneas de las especies únicas y dobles muestran la posibilidad de hallar nuevas especies ante un incremento en el nivel de esfuerzo de muestreo.



**Gráfica 29. Curvas de acumulación de especies de mamíferos para el eje del proyecto. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons: especies dobles; ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.**

Para el SAR la situación es bastante similar a lo observado para el eje del proyecto. La curva de acumulación de las especies observadas presenta cierta tendencia a la asíntota, y las curvas de los estimadores de riqueza ACE y Chao 1 registran prácticamente el mismo número de especies registradas den campo (5), de tal suerte que el esfuerzo de muestreo invertido en campo resulta altamente satisfactorio y representativo. No obstante, como se observa en la línea de las especies dobles, la cual continua con una tendencia al alza, existen altas posibilidades de hallar nuevas especies raras, las cuales implican una alta inversión de recursos, haciéndolo poco viable. Como sea, los registros obtenidos para el grupo mamíferos resultan importantes como primer acercamiento en el conocimiento de la mastofauna de la región, sobre todo en sitios altamente impactados por las actividades ganaderas.



Gráfica 30. Curvas de acumulación de especies de mamíferos para el SAR. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons: especies dobles; ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.

#### ♣ Efectos de la carretera actual sobre la fauna silvestre

El impacto que ejercen las carreteras hacia la fauna silvestre es muy variable y depende de distintos factores, por ejemplo, el flujo vehicular, la longitud y anchura del cuerpo carretero, la velocidad con la que transitan los vehículos y por supuesto la ubicación o por donde se proyecta la carretera, es decir, a través de una zona forestal o a través de campos agrícolas o pastizales inducidos.

En el caso de la carretera actual que es justamente donde se inserta el proyecto, se pudo observar un impacto considerable en el tema de los atropellamientos y colisiones a la fauna silvestre. Dentro de la extensión del proyecto, se registraron siete especies afectadas: en el grupo anfibios están el sapo costero (*Incilius valliceps*) y la rana leopardo (*Lithobates brownorum*). En el caso de las aves se hallaron dos especies colisionadas, el semillero brincador (*Volatinia jacarina*) y la perla azulgris (*Polioptila caerulea*). Para los mamíferos se registró un ejemplar de tlacuache (*Didelphis marsupialis*) y un coatí (*Nasua narica*), ambos atropellados. Finalmente, en el caso de los reptiles, si bien se detectaron numerosas lagartijas corriendo en las orillas de la carretera actual y cruzando en algunas ocasiones, no se encontraron ejemplares atropellados. Lo que si fue registrado, fue el cruce de la carretera de dos individuos de tortuga mojina de monte (*Rhinoclemys areolata*), mismas que fueron capturadas y liberadas lejos de la carpeta asfáltica. En estos casos de colisión, atropellamiento y cruce de fauna silvestre se observó que una gran mayoría se localizaban en puntos donde la vegetación herbácea o arbustiva de las orillas de la carretera era muy densa, y también en sitios asociados a corrientes de agua. En este sentido es muy importante que de ser aprobado el proyecto se apliquen de forma estricta las medidas ambientales que ayuden a mitigar y prevenir el impacto a la fauna silvestre. Por ejemplo, se considera en esta MIA-R la adecuación de algunas obras de drenaje para ser habilitadas como pasos de fauna. Esta medida ayudaría en cierto grado a reducir los atropellamientos a gremios faunísticos como anfibios y reptiles que suelen ser los más afectados.

Por otro lado, la poda periódica de la vegetación herbácea de las orillas de la carretera, debe realizarse de manera que nunca sobrepase los 30 o 50 centímetros de altura, pues especies de talla pequeña como el semillero brincador o la perлита azulgris, utilizan mucho estos ambientes en busca de alimento o para efectuar despliegues en la época reproductiva para atraer pareja. Estas dos medidas de mitigación y prevención se desarrollarán con más detalle en el programa de fauna silvestre (anexo xx).

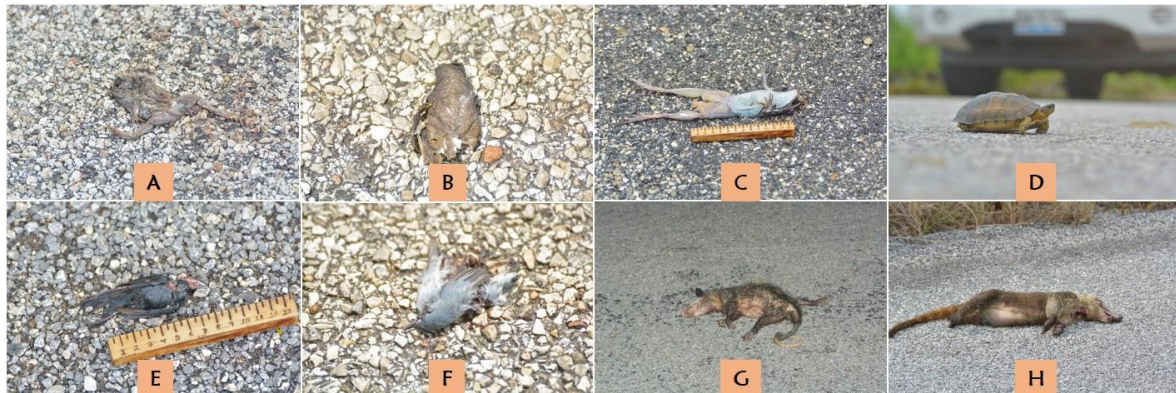


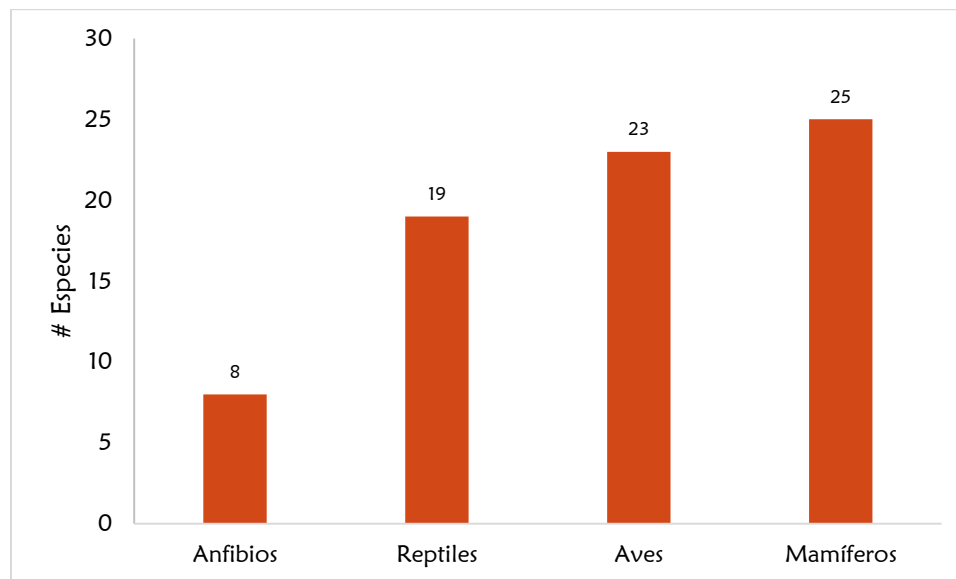
Figura 80. Registro de ejemplares de anfibios, aves y mamíferos atropellados y colisionados en la carretera actual donde se inserta el proyecto. A y B: *Incilius valliceps*; C: *Lithobates brownorum*; D: *Rhinoclemmys areolata* cruzando la carretera; E: *Volatinia jacarina*; F: *Polioptila caerulea*; G: *Didelphis marsupialis*; H: *Nasua narica*.

Otros impactos importantes de la carretera actual son la fragmentación de los ecosistemas agroecológicos y pequeños parches de vegetación forestal; la creación o incremento en la superficie con efecto de borde; la pérdida de hábitats; y la contaminación del agua y el suelo por el uso de herbicidas en los potreros por mencionar algunos.

#### ♣ Vertebrados terrestres de probable ocurrencia a nivel del SAR

Como medida complementaria a los muestreos efectuados en el eje del proyecto y el SAR, se generó un listado de especies de vertebrados terrestres de probable ocurrencia a nivel del SAR. En este sentido dicho listado se compone de 75 especies de las cuales ocho son anfibios, 19 reptiles, 23 aves y 25 mamíferos (ver anexo 8). Es fundamental hacer hincapié, que algunas especies, si bien existe la posibilidad de que estén presentes en el SAR, sería solo en aquellos sitios donde las condiciones ambientales son lo suficientemente favorables para cubrir las necesidades básicas de las especies, y por supuesto, habrá especies más generalistas que puedan ocurrir en las cercanías al eje del proyecto, ya de forma permanente o transitoria.

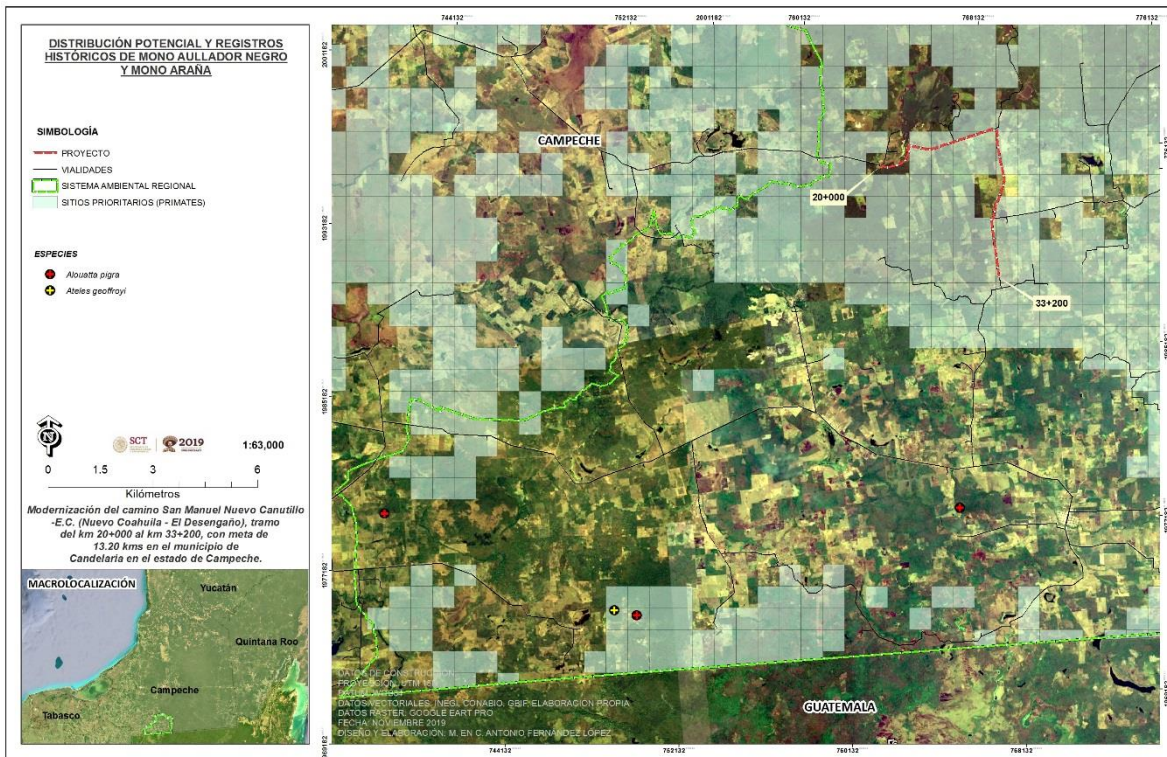




Gráfica 31. Riqueza de especies de vertebrados terrestres de probable ocurrencia a nivel del SAR.

Un ejemplo interesante que vale la pena mencionar en relación a las especies de probable ocurrencia son el mono aullador negro (*Alouatta pigra*) y el mono araña (*Ateles geoffroyi*), los cuales presentan una distribución potencial en todo o casi la totalidad el estado de Campeche, según la CONABIO. Ambas especies se encuentran referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como en Peligro de Extinción (P). La distribución que marca la CONABIO como zonas prioritarias para la conservación de primates con base en su distribución potencial dentro del SAR es hacia el sur en unos pequeños fragmentos, y hacia el norte y este como las zonas de mayor extensión. En el siguiente mapa se puede observar que casi la totalidad del eje del proyecto se encuentra inmerso en áreas prioritarias para la conservación de primates.

Una búsqueda en la base de datos en línea de GBIF (Global Biodiversity Information Facility) indica la existencia de cuatro sitios puntuales de avistamientos tanto de mono aullador negro como de mono araña. El sitio de avistamiento más cercano al eje del proyecto se localiza a poco más de 10 kilómetros al sur del punto más cercano al trazo, y el sitio más lejano, se encuentra a cerca de 30 kilómetros. A este respecto, información proporcionada por habitantes de la región, señalan que en toda la extensión del trazo y en áreas aledañas donde se desarrolla vegetación forestal, no se han realizado avistamientos de primates, pero indican que hacia el sur en colindancia con Guatemala y hacia la parte más septentrional del SAR han llegado a ver ocasionalmente mono aullador. Si bien, las condiciones de los hábitats no son del todo favorables a lo largo del eje del proyecto y sitios colindantes, en la presente MIA-R se propone la instalación de dos pasos elevados para primates en dos tramos del eje del proyecto, considerados como las áreas más idóneas y de mayor posibilidad de ocurrencia en todo el trazo. Los detalles de esta medida se desarrollarán en el programa de fauna silvestre.



**Figura 81. Distribución potencial como sitios prioritarios para primates *Alouatta pigra* y *Ateles geoffroyi* en el SAR. Se incluyen los registros históricos de ambas especies dentro del SAR. Fuente: GBIF (Global Biodiversity Information Facility) y CONABIO.**

- Información general de interés

- a) Áreas de distribución en el SAR y en específico respecto al trazo carretero

Las áreas de distribución de las especies registradas en campo tanto en el eje del proyecto como en el SAR se indican en los apartados respectivos de cada uno de los gremios faunísticos.

- b) Acciones de rescate y reubicación que puedan garantizar su protección.

Las acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre están dirigidas fundamentalmente a los grupos anfibios y reptiles. Los detalles se pueden ver en el programa de fauna silvestre.

- c) Cuando así lo amerite, alternativas para modificar el trazo de proyecto y hacer factible técnica y ambientalmente su construcción.

No se consideran cambios en la ruta del proyecto.

- d) Ubicación y número de pasos de fauna propuestos por tipo de ecosistema.

Con base en las características propias del proyecto, las condiciones ambientales observadas en campo, así como los registros de fauna silvestre obtenidos se proponen tres pasos de fauna

inferiores bajo la adecuación de tres obras de drenaje; además se proponen dos pasos elevados para primates. Los cadenamientos se indican a continuación:

Adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna

- 20+633
- 23+063
- 26+633

Tramos para pasos elevados

- 23+250 – 23+390
- 27+370 – 27+560

- e) Diseño y tipo(s) de estructura a construir como pasos de fauna terrestres o arbóreos, justificados en función de las especies faunísticas que se pretenden proteger y conservar en el SAR. Considerando en todo momento la viabilidad técnica y económica de dichas estructuras.

El diseño y otras recomendaciones para los pasos de fauna se indican en el programa de fauna silvestre.

#### 4.2.1.2.3 Ecosistemas

Los ecosistemas son el hábitat de una importante diversidad biológica; desarrollan funciones ambientales como la regulación del ciclo hidrológico, captura y almacenamiento de agua, captura de carbono, generación y conservación de suelos, refugio de fauna, entre otros, y proporcionan numerosos bienes para las poblaciones humanas, tales como alimento, madera para construcción, leña, entre otros. La vegetación representa un elemento básico de todo ecosistema, ya que éste alberga al resto de los componentes de la biodiversidad. A su vez, proporciona las condiciones ambientales para la subsistencia de otras especies, y auxilia a la generación de material orgánico para la calidad del suelo. El ecosistema es un complejo dinámico, tanto de los elementos físicos y de los organismos vivos (flora y fauna) dentro de un área en la cual ellos toman forma y lo habitan; espacio que al ser alterado se provoca un desequilibrio en su funcionalidad y estructura.

El cambio en el uso del suelo trae consigo, además de la reducción en la extensión del hábitat, un cambio marcado en la configuración espacial del paisaje, de manera que la vegetación remanente queda constituida por una serie de fragmentos más o menos aislados, inmersos en una matriz de terrenos antrópicos, lo que se conoce como fragmentación.



**Figura 82. Fragmentación del ecosistema.**

De cualquier modo, la fragmentación implica una mayor exposición a la influencia antrópica, que se manifiesta en cambios en variables físicas (p. ej., incrementos en la temperatura e incidencia del viento y disminución de la humedad relativa), biológicas (p. ej., exposición a nuevas especies competidoras o depredadoras) y humanas (p. ej., aumento en actividades antropogénicas). Es bien conocido que el impacto del cambio en dichas variables aumenta conforme la conversión del hábitat produce un contraste mayor entre las características del ambiente original y el transformado; además, se sabe que tal impacto disminuye hacia el interior del fragmento de vegetación remanente, constituyendo el llamado efecto de borde. No solo el tamaño de los fragmentos varía, sino también su forma y ubicación. La forma es importante porque influye en el grado de exposición que el interior de un fragmento tiene al efecto de borde (mientras más se aleja de la forma circular es mayor el efecto de borde); la ubicación es crítica, en particular en términos de la distancia respecto a la vegetación no fragmentada.



**Figura 83. Áreas con mayor exposición a la influencia antrópica.**

Dentro del SAR se presenta una vegetación rica y altamente variada. La uniformidad de la flora se explica por las condiciones geológicas y climáticas. Las coberturas forestales cada vez son menos; actualmente existe un predominio de vegetación secundaria y fragmentos de selvas con diverso grado de modificación en un equilibrio inestable por la intensa y continuada deforestación a que ha estado sometida la región, unido a un empobrecimiento de las áreas forestales lo que limita los aprovechamientos. Las actividades productivas que se desarrollen en estos territorios como, por ejemplo, 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, ya que actualmente están afectando drásticamente la funcionalidad y equilibrio ecológico.

En ese mismo sentido, el desplazamiento de la cobertura vegetal disminuye la calidad ambiental en ciertas superficies del SAR y consecuentemente dentro del ecosistema, en estas zonas el arribo de especies pioneras que logran colonizar rápidamente sitios perturbados llegan a desplazar a especies nativas. Con el desplazamiento de la vegetación se genera un efecto de borde que muestra cambios inmediatos y drásticos en la temperatura y humedad ambiental (microclima), en la penetración de luz y en la exposición al viento. Existen dos factores importantes en el SAR que han afectado la diversidad biológica: la pérdida de hábitats y la fragmentación. Bajo este contexto, la fragmentación se asocia con los efectos negativos derivados de las acciones antrópicas que conllevan a la modificación del territorio y que se

ve reflejado en la pérdida de hábitats naturales, en la disminución e incluso en la baja riqueza de algunas especies. Las principales causas de la fragmentación actualmente son la expansión poblacional y la ganadería.



**Figura 84.** Una de las actividades primarias en la región es la ganadería, misma que ha impactado amplias extensiones que tenían selva.

A medida que va aumentando la pérdida de superficie de hábitat, disminuye la conectividad y se hace más evidente el efecto de borde. Los procesos de fragmentación mencionados anteriormente, han provocado una disminución de las cubiertas vegetales, dejando la vegetación original de un área determinada reducida a pequeños fragmentos aislados unos de otros, con el incremento de vegetación secundaria. En paisajes transformados en la zona de estudio, donde la pérdida de cubiertas vegetales es devastadora, los efectos de esta alteración inciden principalmente sobre especies florísticas con requerimientos de hábitat muy particulares. La fragmentación del paisaje ha producido una serie de parches de vegetación remanente rodeados por una matriz de vegetación distinta y/o uso de la tierra. Los efectos primarios de esta fragmentación se reflejan en las alteraciones microclimáticas dentro y alrededor del remanente (parche) y el otro efecto es el aislamiento de cada área con respecto a otras áreas remanentes dentro del paisaje.

A lo largo del eje del proyecto y sus zonas aledañas se pudo observar un alto deterioro en sus componentes naturales, dándole características propias de un paisaje agropastoril con una dominante matriz de pastizales inducidos para las actividades ganaderas, que es una de las principales fuentes de ingresos en la región. Por su parte, las áreas forestales se dejan ver a manera de fragmentos aislados, provocando una baja en el nivel de conectividad entre fragmentos de hábitats adecuados, situación que sin duda afecta a las especies de fauna

silvestre de baja movilidad o poco tolerantes al cruce de una matriz relativamente inhóspita, como es el caso de anfibios y reptiles.



Figura 85. Ejemplo de dos sitios importantes en las cercanías al inicio del eje del proyecto y al final de este.

A través de los muestreos se puso en evidencia la diferencia en la riqueza y diversidad de los distintos gremios faunísticos, siendo más elevados los valores obtenidos para el SAR que para el eje del proyecto. La razón principal de que en el eje del proyecto se obtuviera una menor riqueza y diversidad de fauna silvestre, se debe a que existe en la actualidad una carretera bordeada principalmente por vegetación herbácea de tipo ruderal, que además de generar microambientes homogéneos, resultan poco atractivos para muchas especies de fauna. Sin embargo, se logró registrar una riqueza de vertebrados compuesta por 65 especies divididas en dos anfibios, cinco reptiles, 53 aves y cinco mamíferos.

La vialidad actual donde se inserta el proyecto, además de generar fragmentación, pérdida de hábitats y efecto barrera, genera impactos a la fauna silvestre que se traducen en atropellamientos y colisiones, bastante frecuentes a lo largo de toda la extensión de la carretera según lo observado durante los recorridos. Resulta evidente que se trata de un problema serio que debe mitigarse y prevenirse a la brevedad. En este sentido, para el presente proyecto se considera la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna silvestre, la instalación de pasos elevados para primates, la agregación de señalética de presencia y cruce de fauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos y la poda periódica de la vegetación de borde a orillas de la carretera entre otras medidas. De este modo se esperaría una baja considerable en la incidencia de los atropellamientos y colisiones.

Durante los muestreos fue evidente la diferencia en la riqueza y diversidad de los distintos gremios florísticos y faunísticos, siendo más elevados los valores obtenidos para el SAR que para las AP. La razón de que en el eje del proyecto se obtuviera una menor representatividad de fauna silvestre, se debe fundamentalmente a que existe en la actualidad una carretera bordeada principalmente por vegetación herbácea de tipo ruderal, que genera un microambiente homogéneo poco atractivo para la fauna. No obstante, se logró registrar una riqueza de vertebrados terrestres compuesta por 42 especies divididas en un anfibio, cuatro reptiles, 36 aves y un mamífero.

La carretera actual además de provocar fragmentación, pérdida de hábitats y efecto barrera, genera impactos a la fauna silvestre que se traducen en atropellamientos y colisiones, aparentemente frecuentes a lo largo de toda la extensión de la carretera donde se inserta el proyecto. Durante los muestreos fue evidente que se trata de un problema presente que debe mitigarse y prevenirse. En este contexto, para el presente proyecto se considera la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna silvestre, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos y la poda periódica de la vegetación de borde a orillas de la carretera. Con estas medidas se esperaría una baja considerable en la incidencia de los atropellamientos y colisiones.

Otro impacto importante, además de los ya mencionados, se refiere al derribo y quema de vegetación forestal para crear nuevos pastizales, en una región donde parece haber un exceso de territorio destinado a esta actividad en relación al ganado observado durante los recorridos. Este hecho se evidenció en las cercanías a lo largo del eje del proyecto, y en otros puntos del SAR, dejando ver un paisaje dominado por el deterioro, que demuestra una pésima gestión de los recursos naturales por parte de los pobladores.





Figura 86. Desplazamiento de la selva para dar paso a pastizales cultivados.



Figura 87. Imágenes de impactos negativos ambientales en el eje del proyecto y en áreas aledañas.

♣ Ecosistemas ambientalmente sensibles

De manera directa no se afectarán ecosistemas ambientalmente sensibles, ya que únicamente el proyecto pretende modernizar la carretera actual, por lo que los impactos ambientales se sumarán a los ya existentes; sin embargo, directamente se afectarán algunas coberturas de vegetación forestal, aunque muy mínimas; sin embargo, deberá llevarse a cabo un proyecto sustentable que promueva la protección y conservación de ecosistemas.

#### 4.2.1.4 Medio socioeconómico

##### ♣ Generalidades

Campeche abarca un territorio de 51, 833 km<sup>2</sup>, de los cuales el municipio de Candelaria ocupa un 9.8%, es decir, una extensión de 5, 643 km<sup>2</sup> de superficie. Una parte considerablemente grande teniendo en cuenta que el estado de Campeche se divide en 11 municipios. Campeche forma parte de la península de Yucatán, una de las formaciones geológicas más recientes del relieve mexicano. El municipio de Candelaria, según sus coordenadas geográficas se encuentra ubicado en 17°49'00' y 18°30'39" de latitud norte y los meridianos 91°14'00" y 91°19'42' de longitud oeste. Colinda con los municipios de Carmen y Escárcega al norte, al este con los municipios de Escárcega y Calakmul, al oeste con el municipio de Carmen, se encuentra rodeado por la República de Guatemala de sur a este por el estado de Tabasco de sur a Oeste.

El municipio queda dividido en dos regiones por el clima que se presenta. Por el norte podemos encontrar un clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano y humedad media que comprende el 51.20% del territorio. Hacia el sur, en la región restante encontramos un clima subhúmedo tropical lluvioso, con lluvias monzónicas, en verano. Las temperaturas oscilan entre el mínimo de 24° C y el máximo de 28°C

La región que comprende Candelaria cuenta con un rango de precipitación entre 1200 y 2000 mm. Abarcando el periodo Mayo-Diciembre, siendo Septiembre y Octubre los meses con mayor precipitación.

##### ♣ Demografía

En el año 2015 se registró una población de 43,879 individuos, este año la diferencia entre la cantidad de habitantes masculinos se vio reducida, con una diferencia de 273 hombres por encima del total de mujeres. Siendo las mujeres 21,803 (49.68%) y 22,076 los hombres (50.325%)

En la siguiente tabla puede observarse la distribución de la población en grupos de edad entre el 2005 y el 2010:

**Tabla 63. Distribución de la población en grupos de edad entre el 2005 y el 2010**

Grupos de edad	Población (2005)	Población (2010)
0 a 5 años	5205	5424
6 a 14 años	9540	9002
15 a 17 años	2848	3107
18 a 24 años	4005	5013
25 a 59 años	12525	15149
60 años y mas	2675	3280

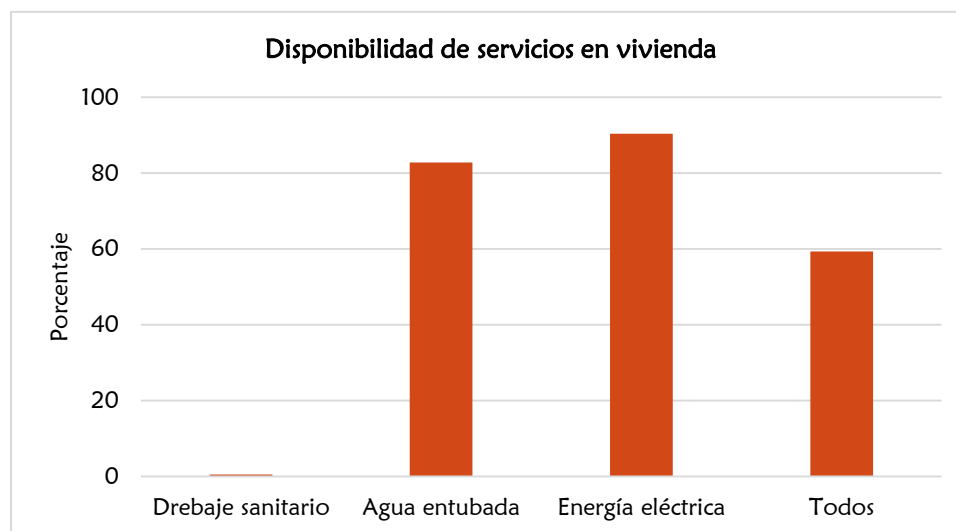
En el año 2015 la población se compuso un 36% de menores de 14 años, 26% se encontraban entre los 15 y 29 años, el 30% estaba entre los 30 y los 59 años y sólo un 8% era mayor de 60 años. La población que se encontraba en sus primeros 14 años de edad en el 2015 fue conocida como la “*generación crucial*” debido a que en un corto periodo de tiempo se

convertirán en un grupo de padres jóvenes, la existencia de dicho grupo representa una llamada de atención para el aumento de servicios públicos de educación, salud, nutrición y equipamiento urbano, ya que aunado al notable crecimiento de la población juvenil viene el aumento de la población de la tercera edad.

#### ♣ Vivienda

De acuerdo al Anuario Estadístico de Campeche del año 2017 para marzo del 2015 se censaron 11,556 viviendas particulares habitadas, distribuidas de en las siguientes categorías: 96.49 % eran casas, 1.84 % cuartos o viviendas en vecindad, 0.31 % otro tipo de vivienda y 1.36 % no especificado. El 72.91% de estas viviendas cuentan con piso de cemento o firme, el 97.18 % cuentan con paredes de tabique, ladrillo o similar, y el 87.42% cuenta con techo de lámina, paja, palma o madera.

En cuanto a los servicios básicos se tienen que alrededor del 59% de las viviendas cuenta con los servicios básicos, a excepción del drenaje sanitario donde se observa un 0.45 % de disponibilidad. De acuerdo al Anuario Estadístico de Campeche, para el año 2015 el 99% de las viviendas utiliza fosa o tanque séptico para la disposición de residuos de drenaje sanitario.



Gráfica 32. Disponibilidad de servicios básicos

#### ♣ Salud

Según datos del SNIM se tiene que en el 2010 la población derechohabiente era de 31,465 habitantes, 9,480 No derechohabientes y 249 no especificados. El conjunto de población derechohabiente se conforma por aquellos habitantes que tienen acceso a algún tipo de servicio médico sea IMSS, ISSSTE, ISSSTE estatal, Seguro popular, Pemex u otra.

Las unidades médicas en el municipio eran 34 (10.2% del total de unidades médicas del estado).

El personal médico era de 63 personas (2.9% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 1.9, frente a la razón de 6.5 en todo el estado.

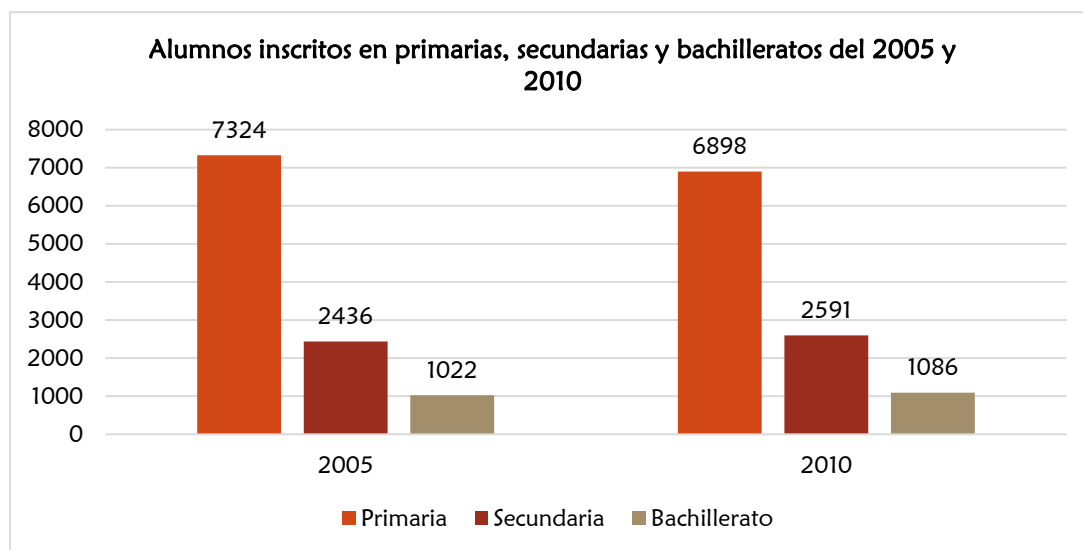
### ♣ Educación

Se tiene registrado que en el año 2005 el grupo de infantes de entre 6 y 14 años mostró la mayor asistencia en el año con un total de 8,824 estudiantes. Es preocupante ver que su grupo de edad contiguo decae de forma drástica a 1,568 estudiantes de entre 15 y 17 años, lamentablemente el tercer grupo de edad de entre 18 y 24 años contó con 558 alumnos.

Para el año 2010, el que había sido el grupo de edad con mayor alumnado ostentaba aún el amargo título, el alumnado decayó a 8,342 estudiantes, es decir, la pérdida de 482 estudiantes en 5 años. El segundo grupo de estudiantes formado por adolescentes de entre 15 y 17 años contaba con solo 1,818 estudiantes. Los estudiantes de entre 18 y 24 años de edad eran únicamente 700 y los estudiantes que estaban entre los 25 y los 30 años de edad eran la mínima cantidad de 68, este grupo se redujo casi en un 60%

En el año 2005 no habían escuelas privadas en el municipio de Candelaria, se contaba únicamente con 275 instalaciones educativas de gobierno, 95 preescolares, 141 primarias, 34 secundarias y 4 bachilleratos. Con 107, 340, 102 y 31 aulas en uso, respectivamente. Un total de 580 aulas en uso. Dichas aulas fueron atendidas por 601 docentes, 94 en preescolar, 346 en primaria, 121 en secundaria y 40 en bachillerato.

Para el año 2010 se abrieron 2 escuelas privadas, 1 preescolar y 1 escuela primaria.



Gráfica 33. Alumnos inscritos en educación básica

### ♣ Economía

El municipio de Candelaria cuenta con una economía que durante 300 años se enfocó en la explotación del palo de tinte, en dicha época se destacó como lugar de abastecimiento del colorante negro que se usaba para teñir las telas. Cabe señalar que cuando los ingleses descubrieron la anilina provocaron que la explotación del palo tinte declinara totalmente como producto de exportación. La economía se ha beneficiado con el tiempo porque después, sus habitantes decidieron explotar lo que su territorio les ofrecía, siendo el árbol de

chico zapote uno de los que más abundan en Candelaria, del cual se extrae el chicle. El nuevo rubro económico no tuvo el impacto deseado debido a la comercialización de la goma de mascar en otros lugares en el país.

Tiempo después, sus habitantes se dieron cuenta de lo importante que era optar por otras actividades que les permitieran una mayor recaudación financiera, por lo que se enfocaron en actividades agropecuarias y forestales, además de que se dieron cuenta de que la maravillosa naturaleza de la región, era un punto importante de atracción turística, siendo así el comienzo de la publicidad turística de Candelaria y otras partes del estado de Campeche.

Para el año 2015 se tuvo que la PEO fue de 14,274 habitantes, distribuidos de manera que 59.35% de ellos se centraban en el sector primario, 8.88% trabajaban en el sector secundario, 9.28% se dedicaban a actividades relacionadas con el sector primario, 22.26% ostentaban un empleo en el sector de servicios y solo el 0.24% se encontraba en una actividad económica no identificada.

#### **4.2.1.5 Paisaje**

Muchas veces hemos leído que el paisaje natural es aquel que no ha sido modificado por el trabajo del hombre; mientras que el que si lo ha sido es humanizado para diferenciarlo del primero. El paisaje adquiere la dimensión de recurso en la medida en que es percibido por la población, gracias a su concepción como bien o como elemento destinado a satisfacer una necesidad.

El paisaje es un bien perceptible por parte de la sociedad, pero además es un recurso, en la medida en que es utilizable. El paisaje ha sido considerado en ocasiones como un recurso de carácter ambiental (Daniel y Boster 1976; Delgado 2003; García Moruno 1998), y esto ha determinado su inclusión en los instrumentos de gestión y protección ambiental, debido a su componente territorial (Muñoz-Pedreras 2004) o visual (Lapka et ál. 2008).

Los paisajes, ya sean naturales o modificados, han formado parte de la vida diaria del hombre. Sin embargo, es el hombre mismo el responsable de la disminución, amenaza y extinción de numerosas especies y por el deterioro generalizado de la calidad del agua, aire y suelos, que constituyen los recursos básicos de los que depende la vida (Bennet, 1998).

Poco se ha hecho para mejorar o revertir el deterioro de los paisajes. La poca intervención para analizar y actuar ante esta problemática, se ha llevado a cabo mayormente por la sociedad científica. En 1984 apareció por primera vez el término “Ciencia del Paisaje”, y este estaba enfocado principalmente para desiertos y glaciares con un interés particular en los procesos físicos. Sin embargo, al paso del tiempo el concepto se fue ampliando cada vez más, llegándose a crear una compleja jerarquía de unidades de paisaje de diversas dimensiones, que van desde grandes unidades como fajas de paisajes que atraviesan un continente, hasta pequeñas unidades como fragmentos de roca diminutos (Troll, 2003).

La primera recomendación práctica que surge de los estudios de fragmentación, es la de conservar aquellos fragmentos que presenten hábitats adecuados o que se encuentren enlazados con otros fragmentos, antes que considerar pequeños parches aislados. Dicha recomendación se basa principalmente en la Teoría sobre la Biogeografía de Islas (Bennet, 1998).

## ♣ Evaluación del paisaje visual

### ○ Método

Una forma de evaluar la calidad del paisaje es a través de un análisis visual de ciertos elementos compositivos del entorno. A este respecto se seleccionaron ocho factores representativos del paisaje que pueden ser evaluados fácilmente desde cualquier ubicación, aunque preferentemente desde un terreno alto para tener un mayor rango de visión. Los factores considerados en este análisis son los siguientes:

1. Geomorfología
2. Vegetación
3. Fauna silvestre
4. Agua
5. Color
6. Fondo escénico
7. Singularidad o rareza
8. Actuaciones humanas

Previamente a la salida de campo se elaboró una matriz paisajístico-descriptiva compuesta por los ocho factores antes mencionados y cinco alternativas de calidad del paisaje, cada cual con una breve descripción de las condiciones esperadas y su valor cuantitativo para fines evaluativos (asignación de valores).

**Tabla 64. Matriz de evaluación del paisaje visual.**

FACTORES	CALIDAD DE PAISAJE				
	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
<b>GEOMORFOLOGÍA</b>	Relieve muy montañoso marcado y prominente, con riscos, cañadas, cañones, o bien, relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular.	Relieve suave, pero sin formar un valle en toda su extensión. Se muestran algunas depresiones o formaciones rocosas esporádicamente.	Relieve muy bajo formando extensas planicies, pero sin depresiones, cañones o cañadas que le agreguen un mayor atractivo visual.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
<b>VEGETACIÓN</b>	Gran variedad de ecosistemas con especies altamente llamativas, formas, textura y coloración interesantes. Cubierta vegetal sin alteración antrópica.	Uno o más ecosistemas, pero con especies vegetales interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra aparentemente inalterada.	Solo un tipo de comunidad vegetal, pero con formaciones y crecimiento de las especies vegetales que resultan interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra ligeramente alterada.	Presencia de uno o varios tipos de ecosistemas con o sin formaciones interesantes en sus especies vegetales, pero con su cubierta vegetal considerablemente alterada.	Ausencia de vegetación autóctona o una gran parte de la superficie visual se encuentra desprovista de vegetación restándole casi en su totalidad la calidad del paisaje.

FACTORES	CALIDAD DE PAISAJE				
	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
FAUNA	Presencia visual o auditiva de fauna de forma permanente en el lugar. Especies altamente llamativas. Alta riqueza de especies.	Mediana presencia de fauna con valor visual y auditivo que aumenta la calidad del paisaje	Baja abundancia (aunque constante) de fauna llamativa visual o auditivamente.	Presencia esporádica de fauna en el lugar. Especies poco vistosas, o baja riqueza de especies.	Ausencia visual o auditiva de fauna de importancia paisajística.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
AGUA	Elemento que realiza considerablemente la calidad visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, lagos, ríos, arroyos, cascadas, etc. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	Elemento que realiza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	Corrientes o cuerpos de agua de bajo orden (pequeños) que contrastan ligeramente con el paisaje. El agua se muestra limpia.	Corrientes y/o cuerpos de agua poco contrastantes. Sus aguas se muestran con elementos contaminantes que deterioran la calidad visual y olfativa del paisaje.	Corrientes o cuerpos de agua ausentes o poco perceptibles. Las aguas se encuentran altamente contaminadas restándole significativamente la calidad visual y olfativa al paisaje.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
COLOR	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje.	Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante.	Mediana variedad de colores que contrastan armoniosamente en el paisaje.	Colores medianamente contrastantes, aunque con poca variedad.	Pocos colores presentes y de tonalidades apagadas. Muy bajo contraste entre colores.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
FONDO ESCÉNICO	El paisaje circundante ejerce una muy alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una mediana influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una baja influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce muy baja influencia positiva a la calidad visual.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
SINGULARIDAD O RAREZA	Alta singularidad y rareza a nivel regional. Hay una alta armonía y contraste entre los distintos elementos distintivos del paisaje.	Algo común en la región. Los elementos característicos del paisaje se tornan medianamente armoniosos.	Bastante común en la región, aunque a nivel local suele tornarse ligeramente heterogéneo.	Presenta singularidad solamente a nivel de algunos elementos que componen el paisaje inmediato, pero a nivel regional resulta casi como un paisaje homogéneo.	No presenta rareza o singularidad a nivel regional
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
ACTUACIONES HUMANAS	Libre de intervención o modificación humana	La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista	La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente	Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.

FACTORES	CALIDAD DE PAISAJE				
	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
			negativos a la calidad visual.		
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1

Este procedimiento se llevó a cabo en seis sitios de muestreo distribuidos a lo largo del eje del proyecto, de manera que fuera representativo del mismo. La ubicación espacial de los sitios de evaluación se puede observar en la siguiente imagen:

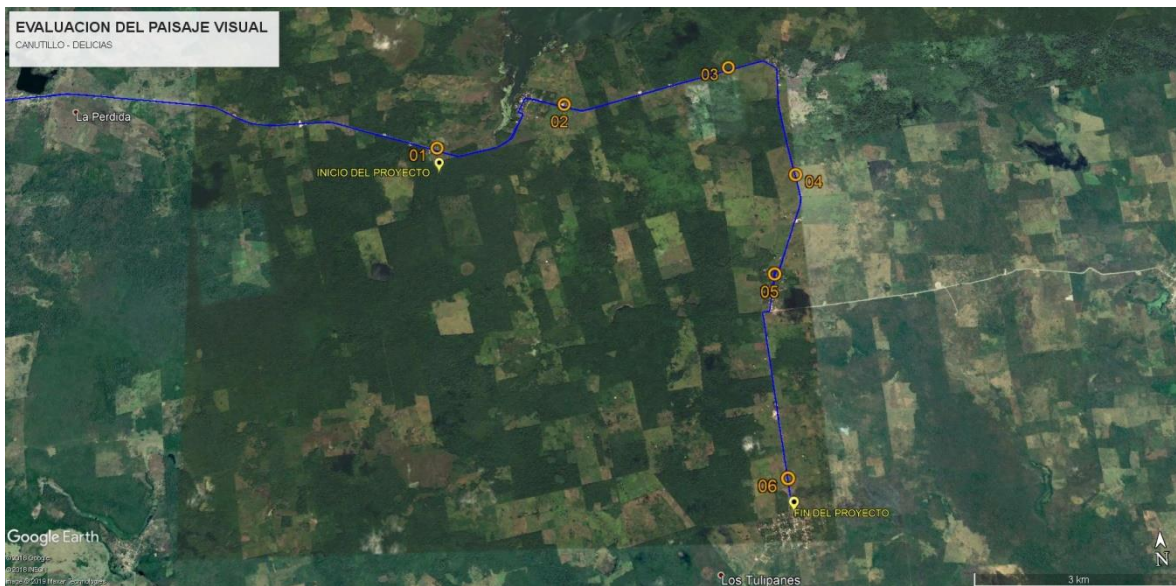


Figura 88. Localización espacial de los sitios de evaluación del paisaje.

Tabla 65. Coordenadas UTM de los sitios de evaluación para la evaluación del paisaje visual

Sitio	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	15 763187.5	1994174.4
2	15 765225.8	1994830.4
3	15 767894.3	1995364.7
4	15 768821.6	1993503.7
5	15 768365.9	1991922.4
6	15 768326.2	1988641.0

Para conocer los resultados de los análisis realizados durante las observaciones en campo y que estos fueran confiables, fueron analizados por un grupo multidisciplinario. Así mismo, se insistió para el grupo evaluador, mantener un alto grado de objetividad y análisis durante la



asignación de los valores a cada uno de los factores evaluados. Por otro lado, se definió un radio de evaluación para cada sitio de muestreo que puede ir entre 200 y 500 metros según las condiciones de cada sitio, exceptuando para el factor Fondo Escénico que la evaluación se considera básicamente hasta el infinito u horizonte.

Como procedimiento final, se generó una escala de calidad paisajística para asignar los valores a los diferentes factores del paisaje. Dicha escala se presenta tanto en términos cualitativos como en términos cuantitativos según los rangos mínimo (8) y máximo (40) de calidad de acuerdo a un paisaje en total deterioro y uno en óptimas condiciones respectivamente.

**Tabla 66. Escala de calidad paisajística.**

Calidad paisajística	Rangos de valores
Muy alta	33.6 - 40
Alta	27.2 - 33.5
Media	20.8 - 27.1
Baja	14.4 - 20.7
Muy baja	8 - 14.3

#### ♣ Resultados

De acuerdo a los estudios realizados y al análisis de los datos obtenidos en campo, se considera que, en la zona del proyecto, principalmente la vía de comunicación y zonas adyacentes, se encuentra impactada de forma un tanto homogénea, es decir, la calidad visual del paisaje se observa similar a lo largo del trazo. Se obtuvieron valores que van desde los 17 puntos, equivalentes a una calidad baja, hasta valores de 24 puntos que representan una calidad media. El valor promedio para el área total de estudio se estima en 19 puntos, lo cual lo ubica en una calidad visual baja con una ligera tendencia a la calidad media según la escala planteada.

Básicamente a lo largo del proyecto se pueden apreciar sitios altamente impactados o modificados por efecto de las actividades del hombre principalmente por actividades relacionadas con la ganadería. No obstante, es posible también observar algunas pequeñas superficies aceptablemente conservadas de vegetación natural.

**Tabla 67. Valores asignados para los factores paisajísticos en cada sitio de muestreo.**

FACTOR	SITIOS DE MUESTREO						CALIDAD PAISAJÍSTICA PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	
Geoformas	3	3	3	3	3	3	3.0
Vegetación	3	2	3	2	2	2	2.3
Fauna	4	3	3	2	2	3	2.8
Agua	2	1	2	1	1	2	1.5
Color	3	2	2	2	2	3	2.3
Fondo escénico	3	2	2	2	2	3	2.3
Singularidad o rareza	3	3	3	3	3	3	3.0

FACTOR	SITIOS DE MUESTREO						CALIDAD PAISAJÍSTICA PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	
Actuaciones humanas	3	2	3	2	2	3	2.5
<i>Calidad del paisaje por sitio</i>	24	18	21	17	17	22	<u>19 CP: Media</u>
Valor absoluto							

De los seis sitios evaluados se puede destacar que los sitios 2, 4 y 5, son los que presentan los puntajes más bajos dentro de los muestreos, ubicándolos en la escala de calidad baja de acuerdo a la escala planteada anteriormente. Esto se debe a que los sitios presentan un alto grado de impacto debido al desmonte de zonas para la ganadería, así como para la siembra de pastizales inducidos para la misma actividad, al fondo se pudieron apreciar manchones de vegetación forestal nativa, tanto en estado primario como secundario.

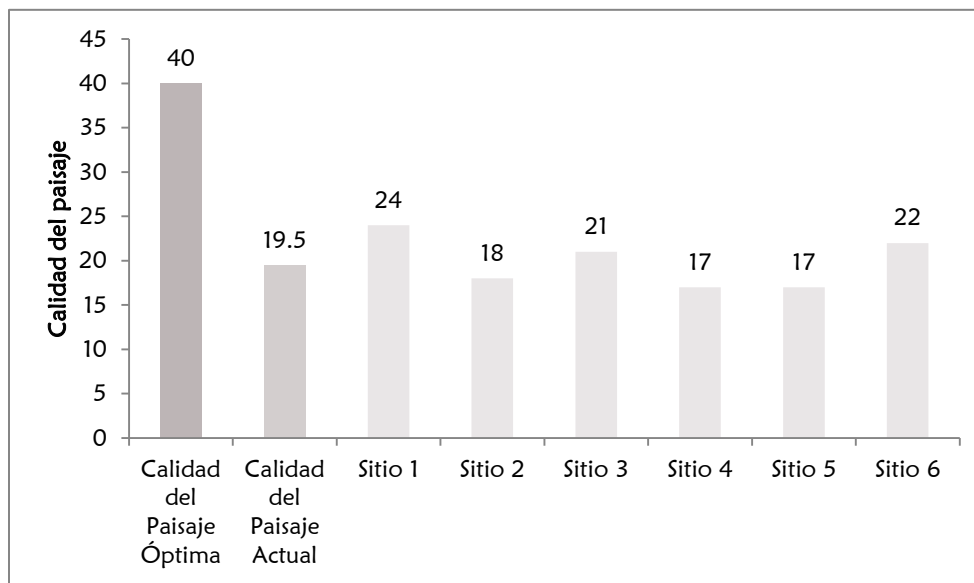


**Figura 89. Sitios degradados en las orillas de la carretera actual, donde se observan grandes extensiones de pastizales inducidos.**

Respecto a los sitios 1, 3 y 6, se puede observar un incremento en la calidad paisajística de acuerdo a la escala de evaluación planteada, ubicándolos en el rango de calidad paisajística media. A pesar de que en un panorama general, a lo largo del trazo del proyecto se puede observar una calidad paisajística homogénea debido a las actividades ganaderas propias de la región, en estos sitios se observaron zonas donde la vegetación forestal relativamente conservadas, las cuales también pueden ser localizadas a los lardo de la vía de comunicación en una menor proporción, sin embargo, gran parte de estas zonas se encuentran fuera del derecho de vía señalado, por lo que una modernización no causaría efectos de alto impacto sobre estas zonas semi-conservadas.

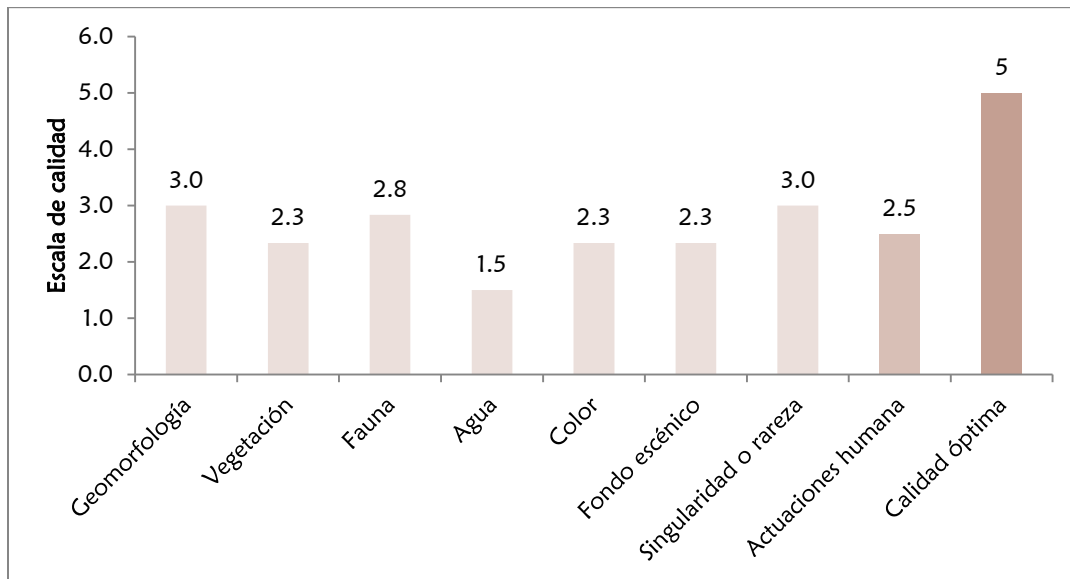


Figura 90. Sitios con cierto grado de conservación en las orillas de la carretera actual.



Gráfica 34. Valores comparativos de la calidad del paisaje en los sitios del proyecto.

Dentro de los ocho factores evaluados para determinar la calidad visual, el agua fue el que tuvo la representación más baja con 1.5 puntos en un máximo de 5, esto debido a su baja presencia en los sitios de muestreo. Por su parte la geomorfología y la singularidad o rareza presentó un valor promedio de 3 puntos en un máximo de 5, ubicándolos como los factores mejor representados en el paisaje. El factor agua lo encontramos en un rango de representación bajo en los sitios de muestreos, se pudieron observar algunos cuerpos de agua semi-conservados a lo largo del trazo algunos de ellos no presentaban características o signos visibles de contaminación, mientras que otros presentaban tonalidades propias de deterioro por contaminación orgánica, en este caso, por agregación de heces del ganado.



Gráfica 35. Valores comparativos para los diferentes factores paisajísticos.



Figura 91. Cuerpos de agua registrados en las orillas de la carretera actual durante los recorridos.

En general, la situación actual del paisaje visual a nivel del eje del proyecto y zonas aledañas, muestra un paisaje fragmentado con aspectos homogéneos de conservación y deterioro. A lo largo del proyecto, el eje cruza a través de zonas de origen antropogénico como son las tierras de cultivo y asentamientos humanos dispersos, pastizales inducidos, terrenos desprovistos de vegetación y vegetación secundaria.

Básicamente, en términos paisajísticos, la ejecución del proyecto no representa mayor impacto respecto a problemas ambientales, tanto por la dimensión en el ancho de la carretera existente como por el derecho de vía delimitado a lo largo de todo el trazo. Sin embargo, es fundamental la aplicación de todas las medidas de prevención, mitigación y compensación que se proponen en esta MIA-R para garantizar la conservación de las áreas naturales y la viabilidad ambiental del presente proyecto.

## 4.3 Diagnóstico ambiental

Para determinar el estado de vulnerabilidad en el que se encuentra una región o zona en específico, es necesario aplicar diferentes técnicas y metodologías de muestreo, para obtener datos significativos y poder cuantificar y cualificar el estado en el que se encuentren.

Estas metodologías deben conllevar a propuestas que den la pauta para garantizar la conservación, protección, recuperación o rehabilitación de los recursos naturales en un sistema ambiental, sin intervenir con el desarrollo propio de una región.

La ubicación geográfica de México, su variedad de climas, topografía e historia geológica han producido una gran diversidad biológica. Esta diversidad se muestra en la riqueza de especies de flora y fauna, en la gran diversidad genética que los acompaña, y a su vez que integran a una gran variedad de comunidades en el territorio continental e insular, sin embargo, debido a diferentes fenómenos sociales y económicos, ha sufrido de un proceso sostenido a otro de degradación y pérdida de sus ecosistemas terrestres. Una proporción muy importante de su territorio se ha transformado en campos agrícolas, pastizales inducidos y zonas urbanas. (INFORME DE LA SITUACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO, SEMARNAT, 2015).

Las secuelas que puede dejar la construcción de infraestructura, así como la mala gestión de las tierras son muy variadas de acuerdo a la obra de la que se trate, no obstante, se pueden citar los siguientes (SEMARNAT, 2012):

1. Pérdida de la diversidad biológica
2. Fragmentación y pérdida de hábitats
3. formación de obstáculos para la migración de algunas especies de fauna silvestre con una alta susceptibilidad de atropellamientos.
4. Incremento en los niveles de erosión (principalmente hídrica)
5. Problemas de desertificación
6. Alteración de los caudales y riberas de arroyos y ríos
7. Contaminación de las aguas superficiales y freáticas
8. Contaminación del aire y los suelos

Bajo este contexto, para determinar el estado en que se encuentra el eje del proyecto, se llevó a cabo una metodología la cual se basa en la ponderación *in situ* de ocho factores ambientales representativos del entorno inmediato al ponderador.

### 4.3.1 Ponderación de factores ambientales.

#### 4.3.1.1 Metodología

Con la finalidad de determinar la calidad ambiental se llevó a cabo un procedimiento de ponderación *in situ* de ocho factores ambientales seleccionados de manera tal, que representaran las condiciones actuales en que se encuentra el área del proyecto a lo largo de la vía de comunicación.

Previamente a la salida de campo se generó una matriz de evaluación con el objetivo de guiar al ponderador durante el proceso de evaluación y obtener resultados más confiables. La matriz está compuesta por los ocho factores ambientales con una breve descripción sobre las características o condiciones que se sugiere evaluar, además incluye un rango de cinco niveles de calidad ambiental con los que finalmente se asignan los valores a cada factor en cada punto de muestreo.

**Tabla 68. Matriz para la evaluación ambiental en los sitios de muestreo.**

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
<b>Geoformas</b> <i>Características o condición a evaluar:</i> Cortes en el terreno, terraplenes, extracción o agregación de material, túneles, minería subterránea y a cielo abierto, etc.	Original	5
	Escasamente modificadas	4
	Moderadamente modificadas	3
	Altamente modificadas	2
	Totalmente modificada	1
<b>Suelo</b> <i>Características o condición a evaluar:</i> Evidencias de erosión laminar, surcos, cárcavas, suelos desnudos por efecto de desmontes o incendios, pastoreo, etc.	Sin erosión aparente	5
	Escasa erosión	4
	Moderadamente erosionado	3
	Altamente erosionado	2
	Extremadamente erosionado	1
<b>Calidad del agua</b> <i>Características o condición a evaluar:</i> Evaluar visual y olfativamente cuerpos y corrientes de agua. Poner atención en el crecimiento excesivo de plantas o algas acuáticas. De no existir cuerpos o corrientes de agua se evalúan posibles elementos que pudieran contaminar las aguas superficiales o subterráneas en época de lluvias.	Sin contaminación aparente	5
	Ligera contaminación	4
	Moderada contaminación	3
	Alta contaminación	2
	Extrema contaminación	1
<b>Cubierta vegetal</b> <i>Características o condición a evaluar:</i> Evaluar visualmente el porcentaje aproximado que cubre la vegetación leñosa en una superficie determinada, siempre en relación al tipo de vegetación que se trate. Los valores porcentuales varían mucho en ecosistemas áridos y pastizales naturales. En ecosistemas tropicales o bosques templados el porcentaje de cobertura suele superar naturalmente el 100%, mientras que en matorrales naturales el porcentaje máximo puede llegar apenas al 50%. Los valores serán relativos.	Mayor al 100 %	5
	75 – 100 %	4
	50 – 75 %	3
	25 – 50 %	2
	Menor al 25 %	1
<b>Naturalidad de la vegetación</b> <i>Características o condición a evaluar:</i> Buscar evidencias de desmontes, incendios, crecimiento de vegetación secundaria, malezas o plantaciones con estructura antinatural, monosiembras o reforestaciones con especies alóctonas.	Vegetación original	5
	Domina la vegetación natural sobre la secundaria	4
	Igual vegetación natural que la secundaria	3
	Domina la vegetación secundaria sobre la natural	2
	Solo vegetación secundaria	1
	Potencial muy alto	5

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
<b>Calidad y cantidad de hábitats para la fauna silvestre</b> <b>Características o condición a evaluar:</b> Analizar el estado de conservación en que se encuentran las comunidades vegetales como estructura, composición, configuración, etc., además de elementos abióticos como cursos y cuerpos de agua, cañadas y potenciales refugios.	Potencial alto	4
	Potencial medio	3
	Potencial bajo	2
	Potencial muy bajo	1
<b>Diversidad biológica observable</b> <b>Características o condición a evaluar:</b> De acuerdo al tipo y condición de los ecosistemas se evaluarán en función de lo observable en términos de la cantidad de especies de flora, fauna y otros grupos biológicos.	Alta diversidad	5
	Moderada diversidad	4
	Baja diversidad	3
	Muy baja diversidad	2
	Diversidad casi o aparentemente nula	1
<b>Evidencia de penetración antropogénica</b> <b>Características o condición a evaluar:</b> Presencia de asentamientos humanos, caminos, brechas, basura, actividades de aprovechamiento de recursos naturales, pastoreo, agricultura, etc.	Nula	5
	Escasa	4
	Media	3
	Alta	2
	Muy alta	1

Se seleccionaron 6 sitios de muestreo de forma aleatoria a lo largo de la vía de comunicación y se tomaron las coordenadas geográficas para una mejor ubicación y representación cartográfica.

En cada sitio se evaluaron las condiciones actuales de los ocho factores ambientales considerando un radio de muestreo de alrededor de 50 metros analizando con detalle las características del lugar, poniendo particular atención en todos los elementos de degradación que repercuten en la calidad original de los componentes naturales.

Durante el procedimiento de evaluación se mantuvo un alto nivel de objetividad con el fin de obtener resultados confiables.

**Tabla 69. Coordenadas UTM de los sitios de evaluación para el diagnóstico ambiental *in situ*.**

Sitio	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	15 763187.5	1994174.4
2	15 765225.8	1994830.4
3	15 767894.3	1995364.7
4	15 768821.6	1993503.7
5	15 768365.9	1991922.4
6	15 768326.2	1988641.0

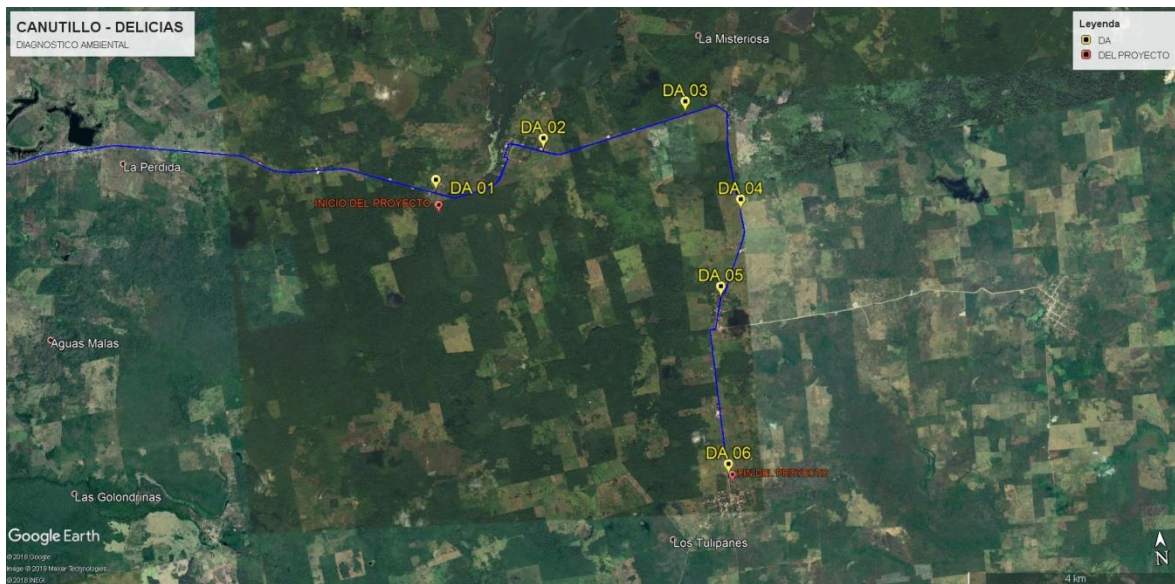


Figura 92. Ubicación espacial de los sitios de evaluación para el diagnóstico ambiental.

La evaluación y procesamiento de los datos obtenidos en cada uno de los muestreos fue realizado una vez terminado los trabajos de campo, para así diagnosticar el estado ambiental en el que se encontraba la zona cercana a la vía de comunicación.

El procedimiento realizado consistió en generar una escala de calidad ambiental basada en el número de factores ambientales utilizados y en la escala numérica de calidad según la matriz diseñada.

A través de la escala de calidad ambiental se procedió a la interpretación de los datos obtenidos en campo dando como resultado las condiciones ambientales de cada uno de los sitios de muestro y de la vía de comunicación en su totalidad.

Tabla 70. Escala de calidad ambiental y rango de valores

Calidad ambiental	Rango de valores
Muy alta	33.7 -- 40
Alta	27.3 -- 33.6
Media	20.9 -- 27.2
Baja	14.5 -- 20.8
Muy baja	8 -- 14.4

#### 4.3.1.2 Resultados

De acuerdo a los datos obtenidos en campo y al análisis posterior realizado, se refleja una importante homogeneidad de los componentes del entorno a lo largo del eje del proyecto.

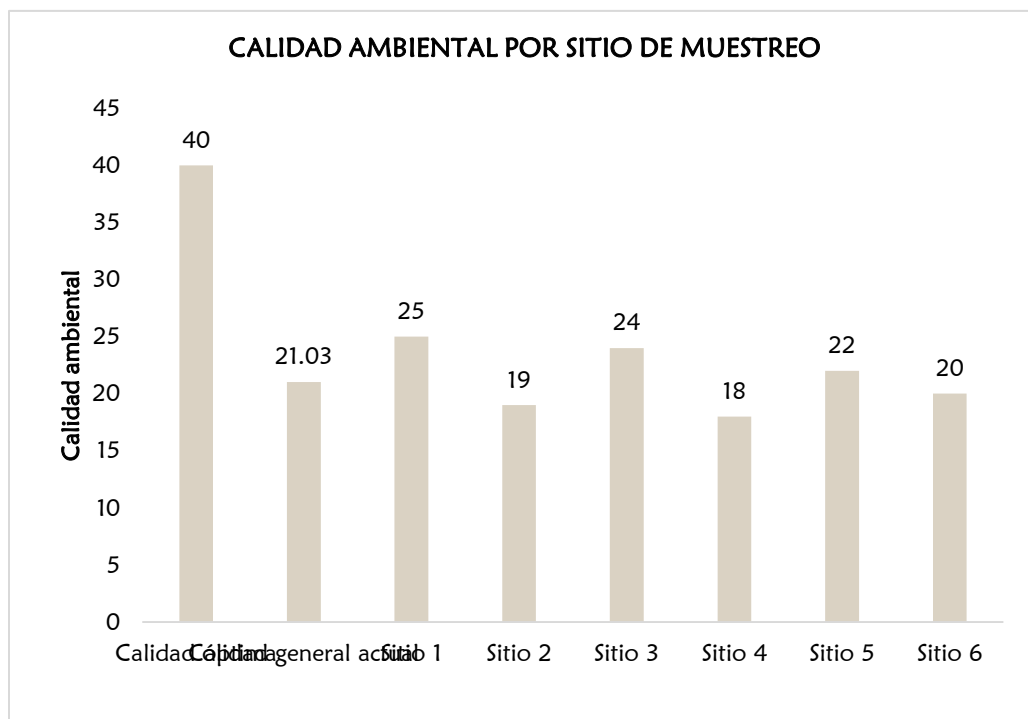


Con base en los resultados obtenidos se estima que la calidad ambiental promedio para el eje del proyecto es de 21.03 puntos equivalentes a una calidad media según la escala de calidad establecida. Se pueden observar niveles de calidad por sitio de muestreo que van desde los 18 puntos (calidad baja) hasta valores de 24 puntos que equivalen a una calidad media.

Respecto a la tabla de datos obtenidos, el estado de conservación en el que se encuentra la zona del proyecto corresponde a un estado medio-bajo relativamente homogéneo a lo largo de toda la vía de comunicación siendo la calidad del agua el factor con mayor grado de conservación, mientras que las actividades antropogénicas son las de mayor afectación en la zona del proyecto, fundamentalmente la generación de pastizales para fines ganaderos y la apertura de vías de comunicación.

**Tabla 71. Valores asignados en la evaluación de los factores ambientales por sitio de muestreo**

Factor	Sitios de muestreo						Calidad ambiental por factor
	1	2	3	4	5	6	
Geoformas	4	3	4	4	4	4	<b>3.83</b>
Suelo	4	3	4	3	4	3	<b>3.50</b>
Calidad del agua	5	4	4	3	5	4	<b>4.17</b>
Cubierta vegetal	2	2	2	1	2	2	<b>1.83</b>
Naturalidad de la vegetación	2	2	2	2	2	2	<b>2.00</b>
Calidad y cantidad de hábitats para la fauna silvestre	3	2	3	2	2	2	<b>2.33</b>
Diversidad biológica observable	3	2	3	2	2	2	<b>2.33</b>
Evidencia de penetración antropogénica	2	1	2	1	1	1	<b>1.33</b>
<b>Calidad ambiental por sitio</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>CA: Media (21.03)</b>



**Gráfica 36. Comparativa de la calidad ambiental por sitio de muestreo.**

La homogeneidad representada en la mayor parte de los factores analizados durante el recorrido de campo se deriva principalmente a la actividad ganadera propia de la región. Esta actividad representa el desplazamiento de la vegetación nativa para ampliar la productividad de las zonas de pastoreo y siembra de forrajes.

A lo largo del trazo se pudieron observar algunas áreas forestales, las de mayor tamaño, un tanto alejadas del eje del proyecto, mientras que otras de reducida superficie se encontraban ligadas a las orillas de la carretera. Por otro lado, las zonas para el pastoreo y siembra de forraje se ubicaban al costado de la carretera existente.

En las siguientes imágenes se puede observar que algunos tramos de las orillas de la carretera actual presentan una importante cobertura vegetal, aunque no muestran una continuidad de un lado a otro de la carretera, de modo que se pierde la conectividad de tipo corredor entre fragmentos forestales.



**Figura 93. Áreas con una importante cubierta vegetal a orillas de la carretera actual.**

En el caso opuesto, y que fue mucho más dominante, están las áreas abiertas para fines ganaderos, donde es posible ver especies de aves ampliamente adaptadas a ambientes modificados por el hombre. Por supuesto la calidad ambiental en estos sitios es pobre desde el punto de vista de la funcionalidad de los ecosistemas.



**Figura 94. Áreas modificadas para actividades agropecuarias a orillas de la carretera actual.**

Con base en estos resultados se puede inferir que las afectaciones ambientales que se generarían en caso de aprobarse el presente proyecto, serían afectaciones parciales a los elementos naturales no significativas dadas las condiciones actuales en las que se encuentra dicha zona.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el proyecto se considera viable en términos ecológicos, siempre y cuando se apliquen y respeten las medidas de mitigación y/o compensación propuestas en el presente estudio.

#### ***4.3.1.3 Conclusión***

Dada la homogeneidad del área de estudio, podemos describir la zona del proyecto como una superficie con gran afectación por factores de origen antropogénico, donde dominan los pastizales para fines ganaderos, de modo que la posible modernización del actual camino no generaría afectaciones importantes a los factores evaluados.

## CAPITULO 5. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 2

5.1 Metodologías para identificar y evaluar los impactos ambientales	3
5.1.1 Matriz de identificación de impactos	3
5.1.2 Matriz de evaluación de impactos	4
5.2 Identificación de impactos	7
5.3 Valoración de los impactos	11
5.3.1 Valoración con proyecto y sin medidas de mitigación	11
5.3.2 Valoración con proyecto y con medidas de mitigación	21
5.3.3 Impactos residuales	29
5.4 Resultados	29

### *Índice de gráficas*

Gráfica 1. Distribución de impactos por subcategoría	10
Gráfica 2. Distribución de impactos por etapa de generación.	10
Gráfica 3. Comparación de escenarios en la etapa de preparación del sitio	30
Gráfica 4. Comparación de escenarios para la etapa de construcción.	31
Gráfica 5. Comparación de escenarios para la etapa de operación y mantenimiento.	31

### *Índice de tablas*

Tabla 1. Componentes e indicadores	3
Tabla 2. Etapas y actividades del proyecto.	4
Tabla 3. Clasificación de la significancia.	6
Tabla 4. Escala de evaluación para los criterios seleccionados.	6
Tabla 5. Escala de evaluación para el criterio de mitigación.	7
Tabla 6. Matriz de identificación de impactos	8
Tabla 7. Valoración sin medidas al medio biótico – Preparación del sitio	12
Tabla 8. Valoración sin medidas al medio abiótico – Preparación del sitio	13
Tabla 9. Valoración sin medidas al medio social – Preparación del sitio	14
Tabla 10. Valoración sin medidas al medio biótico – Construcción	15
Tabla 11. Valoración sin medidas al medio abiótico – Construcción	16
Tabla 12. Valoración sin medidas al medio social – Construcción	17
Tabla 13. Valoración sin medidas al medio biótico – Operación y mantenimiento	18
Tabla 14. Valoración sin medidas al medio abiótico – Operación y mantenimiento	19
Tabla 15. Valoración sin medidas al medio social – Operación y mantenimiento	20
Tabla 16. Valoración con medidas al medio biótico – Preparación del sitio	21
Tabla 17. Valoración con medidas al medio abiótico – Preparación del sitio	22
Tabla 18. Valoración con medidas al medio social – Preparación del sitio	23
Tabla 19. Valoración con medidas al medio biótico – Construcción	24
Tabla 20. Valoración con medidas al medio abiótico – Construcción	24
Tabla 21. Valoración con medidas al medio social – Construcción	26
Tabla 22. Valoración con medidas al medio biótico – Operación y mantenimiento	27
Tabla 23. Valoración con medidas al medio abiótico – Operación y mantenimiento	27
Tabla 24. Valoración con medidas al medio social – Operación y mantenimiento	29

## CAPITULO 5. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

### 5.1 Metodologías para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para identificar y valorar los impactos ambientales tanto benéficos como adversos, se utilizaron dos métodos de matrices complementarias entre sí. La primera es una matriz de interacción con la que únicamente se identifican los impactos probables; la segunda matriz evalúa dichos impactos y los caracteriza de acuerdo al beneficio o perjuicio ejercido tanto sobre el área de influencia como el SAR del proyecto.

#### 5.1.1 Matriz de identificación de impactos

Con esta matriz se identifican los impactos en base a la interacción entre componentes del sistema ambiental regional, para los cuales se eligen elementos indicadores de la calidad ambiental del lugar, así como indicadores de la calidad de vida (elementos básicos para conocer el estado de desarrollo de una comunidad) y las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto. Los pasos seguidos fueron los siguientes:

- ❖ Se definen los elementos indicadores para cada categoría a evaluar: Medio biótico y servicios ambientales, Medio abiótico y Medio social.
- ❖ Se enlistan las actividades a realizar para el proyecto de acuerdo al programa de trabajo presentado en el capítulo 2 y a la información proporcionada por el promotor.

La matriz quedó integrada por las categorías, 20 componentes, 31 indicadores; y las actividades, mostrados en las tablas siguientes:

**Tabla 1. Componentes e indicadores**

Medio biótico		
Subcategoría	Componente	Indicador
Vegetación	Forestal	Afectación a la cobertura
	No forestal	
Fauna	Herpetofauna	Calidad de hábitat
	Ornitofauna	
	Mastofauna	
Servicios ambientales	Captura de carbono	Afectación a la cobertura vegetal Afectación al suelo por erosión e Intemperismo
	Regulación climática	
	Protección de la biodiversidad y ecosistemas	
	Protección del suelo	
Medio abiótico		
Agua	Cauces	Modificación de cauces Arrastre de sólidos Filtración de sustancias
	Calidad del agua	

Suelo	Degradación Calidad del suelo	Modificación del relieve Estabilidad de taludes Erosión Generación de RSU Generación de RME Generación de RP´s
Atmósfera	Calidad perceptible del aire Ruido	Emisión de polvo Emisión de GEI Intrusión lumínica Emisión de ruido diurno Emisión de ruido nocturno
<b>Medio social</b>		
Paisaje	Elementos bióticos Elementos abióticos Elementos humanos	Flora Fauna Agua y suelo Color Actuaciones humanas
Socioeconómico	Social	Disponibilidad de servicios urbanos Seguridad de los trabajadores Seguridad de los usuarios
	Economía	Actividades comerciales Generación de empleos

**Tabla 2. Etapas y actividades del proyecto.**

Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
Instalación de obras provisionales	Excavación para OD menor Instalación de OD menor	
Desmonte	Acarreos	Operación
Despalme (áreas de modernización)	Alineaciones Terracerías Pavimentación Limpieza general	Conservación rutinaria Conservación periódica

### 5.1.2 Matriz de evaluación de impactos

La metodología de evaluación de impactos es denominada Criterios Relevantes Integrados (Buroz, 1990) está basada en un análisis multicriterio, partiendo de la idea de que un impacto ambiental se puede estimar a partir de la discusión y análisis de criterios con valoración ambiental.

Este método considera que el valor del impacto ambiental (VIA), generado por una acción es producto de las siguientes variables:

Tipo de actividad que genera el cambio.

Carácter del impacto. Se establece si el cambio en relación al estado previo de cada actividad del proyecto es positivo o negativo.

Intensidad. Se refiere al vigor con que se manifiesta el cambio por las acciones del proyecto. Basado en una calificación subjetiva se estableció la predicción del cambio neto entre las condiciones con y sin proyecto.

Extensión o influencia espacial. Es la superficie afectada por las actividades del proyecto tanto directa como indirectamente o el alcance global sobre el componente ambiental.

Duración del cambio. Establece el período de tiempo durante el cual las actividades propuestas involucran cambios ambientales.

Magnitud. Es un indicador que sintetiza la intensidad, duración e influencia espacial. Es un criterio integrado, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$M_i = \sum [(I_i * W_I) + (E_i * W_E) + (D_i * W_D)]$$

Dónde:

$M_i$  = índice de magnitud del efecto o impacto  $i$

$I_i$  = intensidad del efecto o impacto  $i$ ;  $W_I$  = peso del criterio intensidad

$E_i$  = extensión del efecto o impacto  $i$ ;  $W_E$  = peso del criterio extensión

$D_i$  = duración del efecto o impacto  $i$ ;  $W_D$  = peso del criterio duración

Peso de los criterios:  $W_I + W_E + W_D = 1$

Reversibilidad. Capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial.

Riesgo. Se refiere a la probabilidad de ocurrencia del efecto sobre el componente.

El índice integral de impacto ambiental (VIA). El desarrollo del índice de impacto se logra a través de un proceso de amalgamiento, mediante una expresión matemática que integra los criterios anteriormente explicados. Su formulación es la siguiente:

$$VIA_i = (R_i * W_R) + (Rg_i * W_{Rg}) + (M_i * W_M)$$

Dónde:

$VIA_i$  = Índice integral de impacto ambiental para el componente o variable  $i$ .

$R_i$  = reversibilidad del efecto o impacto  $i$ ;  $W_R$  = peso del criterio reversibilidad

$Rg_i$  = riesgo del efecto o impacto  $i$ ;  $W_{Rg}$  = peso del criterio riesgo

$M_i$  = índice de magnitud del efecto o impacto  $i$ ;  $W_M$  = peso del criterio magnitud

Además:  $W_R + W_{Rg} + W_M = 1$








Los pesos relativos asignados a cada uno de los criterios corresponden a los siguientes:

- $W$  intensidad ( $W_I$ ) = 0.40
- $W$  extensión ( $W_E$ ) = 0.40
- $W$  duración ( $W_D$ ) = 0.20
- $W$  magnitud ( $W_M$ ) = 0.61
- $W$  reversibilidad ( $W_R$ ) = 0,22
- $W$  riesgo ( $W_{Rg}$ ) = 0.17

**Significado.** Se refiere a la importancia relativa o al sistema de referencia utilizado para evaluar el impacto. Consiste en clasificar el VIA obtenido, según las siguientes categorías:

**Tabla 3. Clasificación de la significancia.**

Índice (VIA)	Nivel o significado
> 8,0	Muy alto 
6,0 - 8,0	Alto 
4,0 - 6,0	Medio 
2,0 - 4,0	Bajo 
< 2,0	Muy bajo 

**Tabla 4. Escala de evaluación para los criterios seleccionados.**

Criterios	Nivel de impacto				Peso (W)
	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
<b>Intensidad</b>	Baja La afectación cubre menos del 10% de los recursos existentes	Media La afectación cubre del 10% al 30% de los recursos existentes	Alta La afectación cubre del 30% al 60% de los recursos existentes	Muy alta La afectación cubre más del 60% de los recursos existentes	$W_I$
<b>I</b>	1 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 10	0.40
<b>Extensión</b>	Puntual, , afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta una distancia de 100 m.	Parcial, si el efecto ocurre a una distancia entre los 100 m y los límites de la unidad ecológica	Extenso, efecto que se extiende hacia el AI	Generalizado o total	$W_E$
<b>E</b>	1 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 10	0.40
<b>Duración</b>	Fugaz (< 1 año)	Temporal (1 - 2 años)	Persistente (2 - 5 años)	Permanente (> 5 años)	$W_D$
<b>D</b>	1 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 10	0.20
<b>Magnitud</b>	$M_i = \sum [(I_i * W_I) + (E_i * W_E) + (D_i + W_D)]$				$W_M$

Criterios	Nivel de impacto				Peso (W)
	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
<b>M</b>					0.61
<b>Reversibilidad</b>	Corto plazo (< 1 año)	Mediano plazo (1 - 5 años)	Largo plazo (5 - 10 años)	Irreversible (> 10 años)	$W_R$
<b>R</b>	1 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 10	0.22
<b>Riesgo</b>	10 %	10% - 30%	30% - 60%	>60%	$W_{Rg}$
<b>Rg</b>	1 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 10	0.17
<b>Índice integral de impacto ambiental</b>	$VIA_i = (R_i * W_R) + (R_{g_i} * W_{Rg}) + (M_i * W_M)$				
<b>VIA</b>					

Finalmente, es importante poder contar con un escenario que represente el índice de impacto ambiental que puede obtener cada componente considerando la aplicación y efectividad de las actividades de prevención y mitigación. De esta forma se tendrán dos escenarios para el proyecto uno con valores de impactos ambientales calculados “sin medidas” y otro “con medidas”.

Para obtener este último escenario se considera al criterio de Reversibilidad como una capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial, pero con ayuda de la intervención humana, es decir con ayuda de las actividades de mitigación. Por lo tanto, para este escenario con medidas, se sustituye el criterio de Reversibilidad por el de Mitigación (Mi), considerando la siguiente escala.

**Tabla 5. Escala de evaluación para el criterio de mitigación.**

Criterios	Nivel de impacto				Peso (W)
	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
<b>Mitigación</b>	No hay medida de mitigación aplicable, o ésta mitiga hasta un 10% del impacto ambiental identificado.	Existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) del 10 al 30% del impacto ambiental identificado.	Existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) del 30 al 60% del impacto ambiental identificado.	Existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) más del 60% del impacto ambiental identificado.	$W_{Mi}$
<b>Mi</b>	1 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 10	0.22

## 5.2 Identificación de impactos

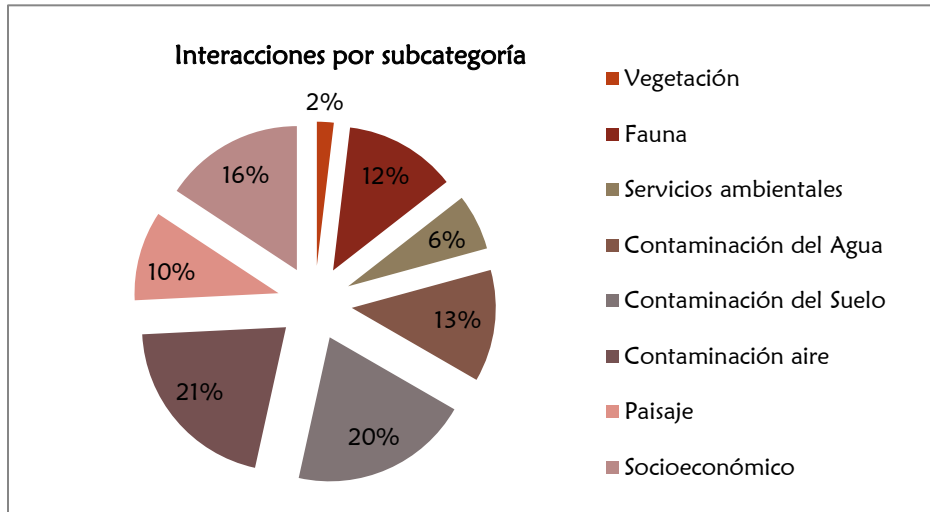
Se observa que, de los 31 indicadores utilizados en la matriz de identificación, 29 de ellos serán afectados por el proyecto en cierta forma y magnitud, lo cual se determinará con la metodología complementaria desarrollada en el inciso siguiente. De estos 29 indicadores afectados, se desprende un total de 155 interacciones o impactos, los cuales se identifican con un “1” en la tabla mostrada a continuación.

Tabla 6. Matriz de identificación de impactos

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS				ACTIVIDADES DE INSTALACIÓN DEL PROYECTO													
CATEGORIAS	SUB CATEGORIA	COMPONENTES	INDICADOR	PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN							OP Y MTO			
				Obras provisionales	Desmonte	Despalme	Excavaciones para OD menor	Instalación de OD menor	Excavaciones en cortes	Acarreos	Alineaciones	Terracerías	Pavimentación	Limpieza general	Operación	Conservación rutinaria	Conservación periódica
MEDIO BIOTICO	VEGETACIÓN	Vegetación forestal	Afectación a la cobertura	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Vegetación forestal no	Afectación a la cobertura	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FAUNA	Herpetofauna	Modificación de la calidad del hábitat	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
		Ornitofauna	Modificación de la calidad del hábitat	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
		Mastofauna	Modificación de la calidad del hábitat	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
	SERVICIOS AMBIENTALES	Captura de carbono	Afectación a la cobertura vegetal	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Regulación climática	Afectación a la cobertura vegetal	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		Protección de biodiversidad y ecosistemas	Afectación la cobertura vegetal	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Protección del suelo	Afectación por erosión e Intemperismo	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	MEDIO ABIOTICO	AGUA	Cauces	Modificación al cauce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calidad del agua			Arrastre de sólidos	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	
			Filtración de sustancias	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1
SUELO		Degradación	Compactación	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
			Erosión	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	
			Estabilidad de taludes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Calidad del suelo	Generación de RSU	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	

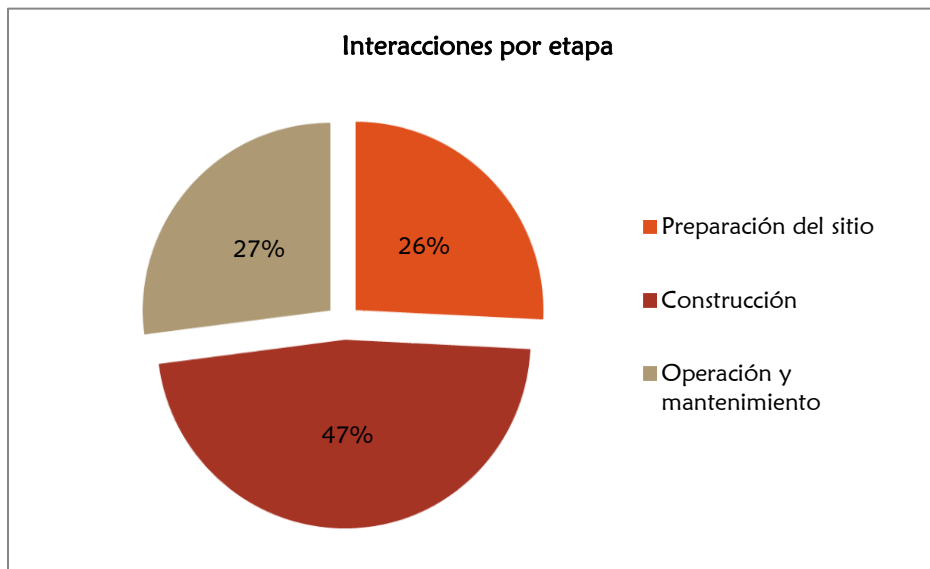
IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS				ACTIVIDADES DE INSTALACIÓN DEL PROYECTO													
CATEGORIAS	SUB CATEGORIA	COMPONENTES	INDICADOR	PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN							OP Y MTTTO			
				Obras provisionales	Desmonte	Despalme	Excavaciones para OD menor	Instalación de OD menor	Excavaciones en cortes	Acarreos	Alineaciones	Terracerías	Pavimentación	Limpieza general	Operación	Conservación rutinaria	Conservación periódica
			Generación de RP´s	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
			Generación de RME	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1
	ATMÓSFERA	Calidad perceptible	Emisión de polvo	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
			Emisión de GEI	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	Ruido	Emisión de ruido diurno	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	
Emisión de ruido nocturno		0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1		
MEDIO SOCIAL	PAISAJE	Elementos bióticos	Flora y fauna	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Elementos abióticos	Calidad de agua y suelo	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
		Elementos humanos	Actuaciones humanas	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
			Color	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
	SICIO ECONOMICO	Elementos sociales	Disponibilidad de servicios urbanos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
			Seguridad de los trabajadores	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
			Seguridad de los usuarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		Elementos económicos	Actividades comerciales	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1
			Generación de empleo	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1

Los 155 impactos identificados, se grafican en base a la subcategoría en la que se presentan, obteniendo que la mayor parte se presentará en la subcategoría de Atmósfera (21 %), Suelo (20%), Agua (13 %), Fauna (12 %) donde en general se puede considerar que los impactos serán negativos; por otra parte, los elementos Socioeconómicos (16%) es unas subcategorías donde se esperan generalmente impactos positivos.



Gráfica 1. Distribución de impactos por subcategoría

Si se agrupan los impactos identificados de acuerdo a la etapa en que se espera su generación, la distribución queda de la forma siguiente:



Gráfica 2. Distribución de impactos por etapa de generación.

Al agruparlos por etapa se observa que durante todas ellas pueden ser esperados impactos de diferente naturaleza, cabe señalar que su carácter y significancia será evaluada en el siguiente inciso, sin embargo, en esta primera identificación se puede observar que la etapa de

Preparación del sitio genera el 26 % de los impactos: desde la generación de empleos temporales hasta la modificación del hábitat para la fauna debido a las actividades de desmonte y despalme.

En la etapa de Construcción se prevén la mayor parte de los impactos (47 %), asociados a la generación de residuos tanto urbanos como peligrosos (contenedores de aceite, gasolina, pintura, piezas mecánicas, etc.), a la emisión de gases de combustión y de ruido, movimiento de material, polvo, etc.

La etapa de Operación y mantenimiento generará el 27 % de los impactos esperados, tanto positivos como negativos. Entre los primeros se encuentra la generación de empleos temporales, una vía de comunicación adecuada a la topografía de la zona, segura para sus usuarios, mientras que entre los segundos se puede considerar la generación de residuos urbanos durante su operación y conservación, así como los efectos en la fauna silvestre al convertirse en una barrera física para su desplazamiento natural en busca de refugio y alimento, por mencionar algunos.

## 5.3 Valoración de los impactos

### 5.3.1 Valoración con proyecto y sin medidas de mitigación

#### 5.3.1.1 Preparación del sitio

##### 5.3.1.1.1 Medio biótico

Durante la preparación del sitio y sin considerar las medidas de mitigación adecuadas, se observa que los impactos identificados presentan un Significado Alto. En esta etapa se realizan las actividades básicas para la modernización del camino, las cuales implican la remoción de vegetación en las superficies de ampliación y cortes para las alineaciones, así como el movimiento de material para precisamente realizar las alineaciones pertinentes. Si bien las actividades de desmonte y despalme, se realizan únicamente en las superficies de ampliación y se llevan a cabo en unos cuantos meses, su efecto es carácter permanente, aunado a ello se considera la cantidad y tipo de vegetación a afectar para dichas ampliaciones.

En este caso se verá afectada una superficie de 0.330 ha con vocación forestal dentro de la Línea de ceros establecida para el proyecto, compuesta por vegetación secundaria de selva mediana subperenifolia, esta superficie representa el 2% del total ocupado por la LC. Las 0.330 ha nuevas requeridas se componen por un conjunto de 31 polígonos forestales ubicados a lo largo del proyecto, en donde se observan diversas especies (Ver anexo 7).

La pérdida de cobertura vegetal para las áreas de modernización, implica la pérdida de fuentes de alimento y refugio, y en general una modificación del hábitat de la fauna presente en el Área de influencia del proyecto, por lo que se observan impactos altos y medios dependiendo del grupo faunístico considerado. Dentro del área de proyecto se observaron 65 especies, algunas de ellas ciertas especies con algún estatus de protección como son: *Lithobates brownorum* (Rana leopardo), *Rhinoclemmys areolata* (Tortuga mojina de monte) a nivel del SAR se encuentra la Iguana verde (*Iguana iguana*); en el caso de aves dentro del AP se encuentran *Cathartes burrovianus* (Zopilote sabanero), *Eupsittula nana* (Perico pecho sucio) y se suman a nivel de SAR *Geranospiza caerulescens* (Gavilán zancón), *Leptodon cayanensis* (Gavilán cabeza gris), *Rostrhamus sociabilis* (Gavilán caracolero), *Mycteria americana*

(Cigüeña americana). Del grupo de los mamíferos se identificaron tanto a nivel de AP como del SAR sólo cinco especies y ninguna de ellas con algún estatus de protección.

Es importante considerar a las especies de probable ocurrencia dentro del SAR donde el conteo llega a 75 especies de las cuales ocho son anfibios, 19 reptiles, 23 aves y 25 mamíferos; donde destaca el mono aullador negro (*Alouatta pigra*) y el mono araña (*Ateles geoffroyi*), los cuales presentan una distribución potencial en todo o casi la totalidad el estado de Campeche, según la CONABIO.

**Tabla 7. Valoración sin medidas al medio biótico – Preparación del sitio**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Vegetación forestal	Afectación a la cobertura	Desmonte	-	2	4	9	4.2	9	10	6.04	Alto
Vegetación no forestal	Afectación a la cobertura	Inst. de obra provisionales	-	3	2	5	3	9	10	5.51	Medio
		Desmonte	-	3	3	8	4	9	10	6.12	Alto
Herpetofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Desmonte	-	7	5	8	6.4	9	9	7.41	Alto
		Despalme	-	6	5	8	6	9	9	7.17	Alto
Ornitofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Obras provisionales	-	5	4	5	4.6	5	8	5.27	Medio
		Desmonte	-	6	5	8	6	7	8	6.56	Alto
		Despalme	-	6	5	8	6	7	8	6.56	Alto
Mastofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Desmonte	-	6	5	8	6	8	9	6.95	Alto
		Despalme	-	7	6	8	6.8	8	9	7.44	Alto
Captura de carbono	Afectación a la cobertura vegetal	Desmonte	-	6	6	8	6.4	9	9	7.41	Alto
Regulación climática	Afectación a la cobertura vegetal	Desmonte	-	6	6	8	6.4	9	8	7.24	Alto
Protección de la biodiversidad	Afectación a la cobertura vegetal	Desmonte	-	5	5	9	5.8	9	9	7.05	Alto
Protección del suelo	Afectación por erosión e Intemperismo	Desmonte	-	5	5	5	5	9	9	6.56	Alto
		Despalme	-	6	5	9	6.2	9	9	7.29	Alto

### 5.3.1.1.2 Medio abiótico

La tabla siguiente muestra la valorización de los componentes del medio abiótico, en un escenario sin medidas de mitigación. En este caso los componentes son afectados de forma negativa y con significado Medio, en la mayor parte de los casos; los impactos para el medio abiótico se deben a las emisiones que las actividades de preparación del sitio puedan generar al agua, aire y suelo.

En el caso el agua se contempla cualquier tipo de residuos sólido, (material de despalle o de instalación de obras provisionales) que pueda ser arrastrado a los escurrimientos cercanos.

Para el suelo se considera la erosión temporal al perder la protección de la cubierta vegetal, por viento o lluvia, lo cual se vincula con la emisión de polvo a la atmósfera y el mencionado arrastre de material a los escurrimientos. Así también se contempla la generación de residuos

sólidos urbanos generados por los trabajadores, y residuos peligrosos (de ser requeridos aceites y combustibles para el equipo para desmonte y despalme).

La calidad perceptible de la atmósfera se verá afectada por la emisión de gases de efecto invernadero, ya que podrá ser utilizado equipo a diésel o gasolina para la remoción de la vegetación, así como para el transporte de personal y materiales. De igual forma se contempla la generación de ruido y el uso de luminarias en las áreas de almacenes y frentes de trabajo.

**Tabla 8. Valoración sin medidas al medio abiótico – Preparación del sitio**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Calidad del agua	Arrastre de sólidos	Desmonte	-	5	4	4	4.4	8	8	5.80	Medio
		Despalme	-	5	4	4	4.4	8	8	5.80	Medio
	Filtración de sustancias	Instalación de obras provisionales	-	2	2	5	2.6	5	8	4.05	Medio
Degradación	Compactación	Instalación de obras provisionales	-	3	2	5	3	5	8	4.29	Medio
		Despalme	-	3	5	5	4.2	8	9	5.85	Medio
	Erosión	Despalme	-	4	5	5	4.6	6	9	5.66	Medio
Calidad del suelo	Generación de RSU	Instalación de obras provisionales	-	2	3	5	3	7	9	4.90	Medio
	Generación de RP's	Instalación de obras provisionales	-	2	3	5	3	7	8	4.73	Medio
		Despalme	-	4	4	5	4.2	7	8	5.46	Medio
	Generación de RME	Instalación de obras provisionales	-	3	4	5	3.8	6	7	4.83	Medio
		Despalme	-	4	4	5	3.8	6	7	4.83	Medio
Calidad perceptible	Emisión de polvo	Desmonte	-	5	4	5	4.6	5	8	5.27	Medio
		Despalme	-	2	2	4	2.4	4	8	3.70	Bajo
	Emisión de GEI	Desmonte	-	5	5	9	5.8	9	9	7.05	Alto
		Despalme	-	5	5	5	5	9	9	6.56	Alto
Ruido	Emisión de ruido diurno	Despalme	-	2	2	5	2.6	5	8	4.05	Medio
	Emisión de ruido nocturno	Despalme	-	5	5	5	5	9	9	6.56	Alto

### 5.3.1.1.3 Medio social

El área del proyecto se encuentra modificada previamente por la presencia del camino actual, áreas de cultivo, zonas urbanas, etc., por lo que las actividades de preparación del sitio sólo generan dos impactos Altos mientras que el resto es catalogado como Medios.



Como impacto con Significado Alto se encuentra la modificación de elementos bióticos y abióticos del paisaje visual como la vegetación (la cual aporta elementos de color), al agua y suelo por medio de las emisiones como residuos y gases de combustión. Así como la instalación de las obras provisionales.

En esta etapa se observan impactos de carácter positivo para los elementos económicos del Medio social, ya que se prevé la generación de actividades comerciales dentro de la región por la compra-venta de materiales e insumos, así como renta de servicios. De igual manera se promueve el empleo temporal para estas actividades.

**Tabla 9. Valoración sin medidas al medio social – Preparación del sitio**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Elementos bióticos	Flora y fauna	Desmante	-	4	5	9	5.4	7	9	6.30	Alto
Elementos abióticos	Agua y suelo	Despalme	-	5	9	3	6.2	6	8	6.40	Alto
Elementos humanos	Actuaciones humanas	Instalación de obras provisionales	-	5	9	3	6.2	3	8	5.80	Medio
		Desmante	-	5	2	5	3.8	5	9	4.95	Medio
	Color	Desmante	-	2	5	8	4.4	7	8	5.58	Medio
Elementos sociales	Seguridad de los trabajadores	Desmante	-	2	2	5	2.6	8	8	4.71	Medio
Elementos económicos	Actividades comerciales	Instalación de obras provisionales	+	2	5	5	3.8	7	9	5.39	Medio
	Generación de empleos	Desmante	+	2	5	5	3.8	7	9	5.39	Medio

### 5.3.1.2 Construcción

#### 5.3.1.2.1 Medio biótico

Cuando se consideran los efectos generados en esta etapa, se debe tomar en cuenta que las modificaciones a la vegetación ya se han realizado, por lo que no se observa en la tabla como componente a afectar, situación similar se presenta con los servicios ambientales asociados a la cubierta vegetal.

En un escenario sin aplicar las medidas de mitigación adecuadas, se observa una modificación de hábitat para la herpetofauna al realizar las actividades que implican movimiento de material como las excavaciones para la instalación de obras de drenaje menor. Dentro de este grupo faunístico se ubicaron especies asociadas a los cuerpos de agua como la rana leopardo (*Lithobates brownorum*) y la tortuga mojina de monte (*Rhinoclemys areolata*) por mencionar algunos, este grupo faunístico además acostumbra permanecer enterrados como forma de sobrevivencia a las perturbaciones, lo que los hace especialmente vulnerables a los movimientos de material y construcción en las zonas de escurrimientos (ubicación de las OD menor) e incluso las áreas de alineaciones, terracerías y tránsito de maquinaria y equipo dentro de la LC del camino.

Para la ornitofauna y mastofauna también se contempla que la presencia de maquinaria y ruido ahuyentaría a las poblaciones obligándolos a buscar otros sitios de refugio.

**Tabla 10. Valoración sin medidas al medio biótico – Construcción**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Herpetofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Excavaciones para OD	-	5	2	6	4	9	10	6.12	Alto
		Excavaciones en cortes	-	5	2	5	3.8	9	9	5.83	Medio
		Acarreos	-	5	5	6	5.2	8	9	6.46	Alto
		Alineaciones	-	5	2	6	4	8	9	5.73	Medio
		Terracerías	-	5	2	5	3.8	8	9	5.61	Medio
Ornitofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Acarreos	-	5	5	5	3.8	8	9	5.61	Medio
Mastofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Acarreos	-	4	5	5	5	8	8	5.81	Medio
		Terracerías	-	4	5	5	5	9	6	5.81	Medio
Regulación climática	Afectación a la cobertura vegetal	Pavimentación	-	5	2	5	3.8	8	9	5.61	Medio
Protección del suelo	Afectación por erosión e intemperismo	Excavaciones para OD	-	6	2	5	4.2	8	9	5.85	Medio
		Excavaciones en cortes	-	6	2	5	4.2	8	9	5.85	Medio
		Acarreos	-	5	5	5	5	8	9	6.34	Alto

### 5.3.1.2.2 Medio abiótico

Para el medio abiótico se consideran todas las emisiones contaminantes que puedan ser generadas por las actividades de construcción hacia el agua, suelo o aire.

Como emisiones al agua se contempla cualquier tipo de material o residuos sólido que pueda ser arrastrado a los escurrimientos cercanos. Además de considerar la posibilidad de derrames accidentales (fugas) de aceites o combustibles por parte de la maquinaria o equipo utilizado, e incluso un manejo inadecuado de las aguas residuales provenientes de los servicios sanitarios portátiles que deben estar instalados para el personal de la obra

Para el suelo se considera, que las actividades que involucran el movimiento de material dejarán el suelo expuesto al intemperismo y erosión por la acción de viento y lluvia, provocando arrastre a los cuerpos de agua y/o generación de polvo. Por otra parte, se tiene la generación de residuos sólidos urbanos por los trabajadores, restos de material de construcción, material de embalaje, etc., y la generación de residuos peligrosos entre los que se contempla, estopa o trapo impregnado con aceite lubricante, contenedores y piezas de refacción impregnadas con aceite lubricante o combustible.

La contaminación que se puede identificar al componente de la calidad del aire y ruido incluyen la ya mencionada generación de polvo, gases de combustión y ruido originados por

la maquinaria y equipo utilizado para las diferentes actividades. Finalmente se considera el uso de luminarias para la ejecución de ciertas actividades durante la noche, afectando a la fauna cercana al sitio, e implicando una gestión inadecuada de la energía y combustibles.

**Tabla 11. Valoración sin medidas al medio abiótico – Construcción**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Calidad del agua	Arrastre de sólidos	Excavaciones para OD	-	2	2	10	3.6	8	9	5.49	Medio
		Excavaciones en cortes	-	4	4	5	4.2	7	9	5.63	Medio
		Acarreos	-	3	5	5	4.2	7	9	5.63	Medio
		Alineaciones	-	3	5	5	4.2	7	9	5.63	Medio
		Terracerías	-	4	3	5	3.8	6	9	5.17	Medio
		Pavimentación	-	3	4	5	3.8	6	9	5.17	Medio
	Filtración de sustancias	Limpieza general	-	4	4	5	4.2	6	9	5.41	Medio
		Excavaciones para OD	-	5	6	5	5.4	7	9	6.36	Alto
		Acarreos	-	6	5	5	5.4	7	9	6.36	Alto
		Alineaciones	-	6	5	5	5.4	8	9	6.58	Alto
Terracerías		-	3	4	5	3.8	8	9	5.61	Medio	
Degradación del suelo	Compactación	Limpieza general	-	5	5	5	5	8	9	6.34	Alto
		Acarreos	-	5	5	5	5	8	9	6.34	Alto
	Erosión	Terracerías	-	3	5	5	4.2	6	9	5.41	Medio
		Excavaciones para OD	-	3	4	5	3.8	6	9	5.17	Medio
Calidad del suelo	Generación de RSU	Excavaciones en cortes	-	3	5	5	4.2	6	9	5.41	Medio
		Alineaciones	-	3	5	5	4.2	6	9	5.41	Medio
		Acarreos	-	4	5	5	4.6	7	9	5.88	Medio
		Terracerías	-	4	4	5	4.2	7	9	5.63	Medio
	Generación de RP's	Pavimentación	-	3	3	4	3.2	2	9	3.92	Bajo
		Limpieza general	-	3	3	4	3.2	2	9	3.92	Bajo
		Acarreos	-	3	5	4	4	2	9	4.41	Bajo
		Alineaciones	-	4	3	4	3.6	2	9	4.17	Medio
	Generación de RME	Pavimentación	-	4	3	4	3.6	2	9	4.17	Medio
		Limpieza general	-	4	3	4	3.6	2	9	4.17	Medio
		Acarreos	-	4	5	3	4.2	8	9	5.85	Medio
	Calidad perceptible del aire	Emisión de polvo	Terracerías	-	5	5	9	5.8	9	9	7.05
Excavación en cortes			-	9	5	9	7.4	9	9	8.02	Alto
Emisión de GEI		Excavación en cortes	-	7	2	9	5.4	9	9	6.80	Alto

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
		Acarreos	-	9	5	9	7.4	9	9	8.02	Alto
		Alineaciones	-	5	3	9	5	9	9	6.56	Alto
		Terracerías	-	6	5	9	6.2	9	9	7.29	Alto
		Pavimentación	-	5	5	4	4.8	8	9	6.22	Alto
Ruido	Emisión de ruido diurno	Acarreos	-	7	5	9	6.6	9	9	7.54	Alto
		Alineaciones	-	3	6	5	4.6	8	9	6.10	Alto
		Terracerías	-	3	6	5	4.6	8	9	6.10	Alto
		Pavimentación	-	3	6	5	4.6	9	9	6.32	Alto
	Emisión de ruido nocturno	Excavación en cortes	-	3	6	5	4.6	9	9	6.32	Alto
		Acarreos	-	3	5	5	4.2	8	9	5.85	Medio
		Alineaciones	-	3	6	5	4.6	8	9	6.10	Alto
		Terracerías	-	3	5	5	4.2	8	8	5.68	Medio

### 5.3.1.2.3 Medio social

Como se menciona para el apastado referente a la Preparación del sitio, la región donde se encuentra el tramo a modernizar está compuesta por grandes áreas de pastizales dedicadas a la ganadería, así como otros usos humanos previos incluido el camino actual, por lo tanto, la calidad paisajística actual del sitio se clasifica como media de acuerdo a la evaluación presentada en el capítulo IV. Considerando esto como línea base de comparación, la modificación al paisaje que genera el proyecto es clasificada como Media, ya que durante esta etapa de Construcción se realizarán actividades que marcan la ampliación de esta actuación humana; localmente y temporalmente se contempla la presencia de maquinaria, material de construcción, instalaciones temporales e incluso la generación de residuos temporal que afectaría el paisaje visual inmediato.

En esta etapa los efectos en la subcategoría socioeconómica son similares a los observados en la etapa de preparación del sitio, es decir se generarán actividades económicas en la región y empleo temporal. En el primer caso se requerirán insumos o servicios que podrán ser provistos en localidades cercanas, en el segundo caso se apoya fuertemente el contrato de trabajadores locales. Este impacto, aunque temporal, es positivo y se valora como medio y alto. También se observa el impacto positivo de contar con un camino en mejores condiciones para la seguridad y confort de los usuarios.

Por último, se considera la seguridad de los trabajadores al realizar actividades propias de la construcción, ya que se contempla que pueda permanecer un carril en funcionamiento mientras se realizan las actividades de modernización.

**Tabla 12. Valoración sin medidas al medio social – Construcción**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Elementos bióticos del paisaje	Fauna y flora	Excavaciones para OD	-	3	5	5	4.2	8	8	5.68	Medio

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Elementos abióticos del paisaje	Calidad del agua y suelo	Excavaciones para OD	-	4	3	5	3.8	8	8	5.44	Medio
		Acarreos	-	4	5	5	4.6	8	8	5.93	Medio
		Terracerías	-	3	4	5	3.8	8	9	5.60	Medio
Elementos humanos del paisaje	Actuaciones humanas	Pavimentación	-	3	4	6	4.6	9	9	5.87	Medio
	Color	Acarreos	-	3	5	5	4.2	8	9	5.85	Medio
		Pavimentación	-	3	4	4	4.6	9	8	5.56	Medio
Elementos sociales	Disponibilidad de servicios	Pavimentación	+	3	4	9	4.6	9	9	6.31	Alto
	Seguridad de los trabajadores	Excavaciones en cortes	-	3	4	5	3.8	8	9	5.60	Medio
		Acarreos	-	4	5	5	4.6	8	9	6.09	Alto
		Terracerías	-	3	4	5	3.8	8	9	5.60	Medio
Elementos económicos	Actividades comerciales	Acarreos	+	3	5	5	4.2	8	9	5.85	Medio
		Terracerías	+	3	6	5	4.6	8	9	6.09	Alto
		Pavimentación	+	3	6	9	5.4	9	9	6.80	Alto
	Generación de empleo	Excavaciones	+	3	6	5	4.6	8	9	6.09	Alto
		Acarreos	+	3	6	5	4.6	8	9	6.09	Alto

### 5.3.1.3 Operación y mantenimiento

#### 5.3.1.3.1 Medio biótico

Durante la visita de campo se observó un impacto considerable por atropello de fauna y colisiones desde aves hasta mamíferos, por lo que, al aumentar el ancho del camino y velocidad permitida, es de esperar un incremento en los atropellos o colisiones.

Otros efectos importantes que ocurren previamente y que serán aumentados en cierta forma por la modernización del camino son la fragmentación de los ecosistemas agroecológicos y creación de pequeños parches de vegetación forestal; la creación o incremento en la superficie con efecto de borde y la pérdida de hábitats

**Tabla 13. Valoración sin medidas al medio biótico – Operación y mantenimiento**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Herpetofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Operación	-	4	5	9	5.4	9	8	6.63	Alto
Ornitofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Operación	-	4	5	9	5.4	9	8	6.63	Alto
Mastofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Operación	-	3	6	9	5.4	9	9	6.80	Alto

### 5.3.1.3.2 Medio abiótico

También en esta etapa se espera la generación de residuos o emisiones al agua, aire o suelo. Por una parte, se esperan residuos sólidos urbanos generados por los usuarios del camino (plástico, papel, aluminio, etc.) y por otra será material pétreo erosionado de la carpeta asfáltica, así como polvo o piedras arrastrados por los vehículos o el viento.

Con las actividades de conservación se podrán generar residuos sólidos como embalaje de material de construcción utilizado, pedacería de cartón, de madera, etc., así como residuos urbanos generados por los trabajadores, e incluso residuos de manejo especial, en el caso de reparaciones mayores de la superficie de rodamiento, señalamientos, u obras de drenaje. En esta actividad de conservación se contempla cualquier derrame de combustible, los cuales eventualmente siguen el camino de las obras de drenaje menor, hasta los escurrimientos naturales. En el caso de la atmósfera se considera el ruido emitido por los vehículos usuarios del camino tanto en horario diurno como nocturno, así también se considera el ruido emitido por la maquinaria y equipo utilizado en las actividades de conservación.

Como se observa en la tabla la mayor parte de los impactos se clasifican con un Significado Alto debido a la duración de las actividades, por ejemplo, en el caso de la conservación periódica realizada durante un lapso de tiempo de 30 años o más.

**Tabla 14. Valoración sin medidas al medio abiótico – Operación y mantenimiento**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Calidad del agua	Arrastre de sólidos	Conservación rutinaria	-	5	6	9	6.2	9	9	7.29	Alto
		Conservación periódica	-	5	6	9	6.2	9	9	7.29	Alto
	Filtración de sustancias	Conservación rutinaria	-	5	6	9	6.2	9	9	7.29	Alto
		Conservación periódica	-	4	5	9	5.4	9	8	6.63	Alto
Calidad del suelo	Generación de RSU	Operación	-	6	5	9	6.2	9	8	7.12	Alto
		Conservación rutinaria	-	5	5	9	5.8	9	9	7.05	Alto
		Conservación periódica	-	5	5	9	5.8	9	9	7.05	Alto
	Generación de RPs	Operación	-	3	5	9	5	9	9	6.56	Alto
		Conservación rutinaria	-	3	5	9	5	9	9	6.56	Alto
		Conservación periódica	-	3	5	9	5	9	9	6.56	Alto
	Generación de RME	Conservación rutinaria	-	5	4	9	5.4	8	9	6.58	Alto
		Conservación periódica	-	5	2	9	4.6	9	8	6.14	Alto
Calidad perceptible del aire	Emisión de polvo	Operación	-	3	2	9	3.8	9	8	5.65	Medio
		Conservación rutinaria	-	3	2	9	3.8	9	7	5.48	Medio
		Conservación periódica	-	3	2	9	3.8	9	7	5.48	Medio
	Operación	-	5	5	9	5.8	8	9	6.82	Alto	

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
	Emisión de GEI	Conservación rutinaria	-	4	2	9	4.2	8	9	5.85	Medio
		Conservación periódica	-	4	2	9	4.2	8	9	5.85	Medio
Ruido	Emisión de ruido diurno	Operación	-	5	2	9	4.6	8	9	6.09	Alto
		Conservación rutinaria	-	4	2	9	4.2	8	9	5.85	Medio
		Conservación periódica	-	4	2	9	4.2	8	9	5.85	Medio
	Emisión de ruido nocturno	Operación	-	3	6	9	5.4	8	9	6.58	Alto
		Conservación rutinaria	-	3	5	9	5	8	9	6.34	Alto
		Conservación periódica	-	3	5	9	5	8	9	6.34	Alto

### 5.3.1.3.3 Medio social

Una vez modernizado, el camino representa una ampliación de la actuación humana lineal, que como se menciona antes, se ubica en una zona donde se observa previamente la evidencia humana, lo que en conjunto representa un efecto visual negativo de significancia o índice.

Por otro lado, se observan impactos de carácter positivo en la subcategoría socioeconómica, ya que la modernización del camino cumple con el objetivo de lograr una vía de comunicación que cuente con las características adecuadas para la seguridad del usuario. Como consecuencia se contará directamente con una mejor disponibilidad de servicios de infraestructura, y a mediano y largo plazo las localidades cercanas observarán una mejor interconexión para el acceso a servicios comerciales, educativos y de salud. En la línea de los beneficios se observa la generación de empleo para las actividades de conservación, que serán requeridas durante toda la vida útil de proyecto, logrando un valor Alto

Como parte de la seguridad de los trabajadores se considera que, al requerirse las actividades de conservación, los trabajadores deberán realizar sus actividades mientras el camino sigue en operación, por lo que no se descartan los riesgos de trabajar en estas condiciones, aunado a cualquier riesgo vinculado a utilizar maquinaria y/o equipo para realizar estas reparaciones.

**Tabla 15. Valoración sin medidas al medio social – Operación y mantenimiento**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado	
Elementos humanos	Actuaciones humanas	Operación	-	4	6	9	6.2	8	9	5.07	Medio	
Elementos sociales	Disponibilidad de servicios	Operación	+	7	5	9	6.6	9	9	7.53	Alto	
		Conservación rutinaria	+	5	5	9	5.8	7	9	6.60	Alto	
		Conservación periódica	Conservación rutinaria	+	5	5	9	5.8	7	9	6.60	Alto
			Conservación rutinaria	-	7	5	9	6.6	8	9	7.31	Alto

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
	Seguridad de los trabajadores	Conservación periódica	-	5	5	9	5.8	8	9	6.82	Alto
	Seguridad de los usuarios	Operación	+	5	5	9	5.8	8	9	6.828	Alto
		Conservación rutinaria	+	5	3	9	5	8	9	6.34	Alto
		Conservación periódica	+	5	3	9	5	8	9	6.34	Alto
Elementos económicos	Actividades comerciales	Operación	+	5	6	9	6.2	8	9	7.072	Alto
		Conservación rutinaria	+	5	6	9	6.2	8	9	7.072	Alto
		Conservación periódica	+	5	6	9	6.2	8	9	7.072	Alto
	Generación de empleo	Conservación periódica	+	5	6	9	6.2	8	9	7.072	Alto

### 5.3.2 Valoración con proyecto y con medidas de mitigación

En esta valoración se contempla el criterio de Mitigación (Mi) el cual indica la existencia y eficiencia de las medidas de mitigación, por lo que los resultados obtenidos son los impactos residuales provocados por el proyecto, dentro de un escenario “Con medidas de mitigación”.

#### 5.3.2.1 Preparación del sitio con medidas de mitigación

##### 5.3.2.1.1 Medio biótico

Como se puede observar en la tabla, todos los componentes muestran impactos residuales de significado Medio y Bajo, cuando en un escenario “sin medidas” eran Altos y medios. Este escenario se logra siempre que las medidas de prevención y mitigación propuestas en el capítulo VI sean aplicadas en tiempo y forma.

Entre las medidas propuestas se tiene: el rescate de germoplasma forestal de cedro, así como una reforestación funcional con especies nativas considerando una proporción de 3:1, y rescate y reubicación de herpetofauna, entre otras.

Tabla 16. Valoración con medidas al medio biótico – Preparación del sitio

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Vegetación forestal	Afectación a la cobertura	Desmonte	-	2	4	9	4.2	7	10	4.64	Medio
Vegetación no forestal	Afectación a la cobertura	Inst de obra provisionales	-	3	2	5	3	6	10	3.99	Bajo
		Desmonte	-	3	3	8	4	6	10	4.62	Medio
Herpetofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Desmonte	-	7	5	8	6.4	9	9	5.56	Medio
		Despalme	-	6	5	8	6	9	9	5.31	Medio
Ornitofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Obras provisionales	-	5	4	5	4.6	7	8	4.35	Medio
		Desmonte	-	6	5	8	6	7	8	5.24	Medio
		Despalme	-	6	5	8	6	7	8	5.24	Medio



Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Mastofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Desmante	-	6	5	8	6	9	9	5.31	Medio
		Despalme	-	7	6	8	6.8	9	9	5.81	Medio
Captura de carbono	Afectación a la cobertura vegetal	Desmante	-	6	6	8	6.4	7	9	5.76	Medio
Regulación climática	Afectación a la cobertura vegetal	Desmante	-	6	6	8	6.4	7	8	5.49	Medio
Protección de la biodiversidad	Afectación a la cobertura vegetal	Desmante	-	5	5	9	5.8	7	9	5.38	Medio
Protección del suelo	Afectación por erosión e intemperismo	Desmante	-	5	5	5	5	7	9	4.88	Medio
		Despalme	-	6	5	9	6.2	7	9	4.51	Medio

### 5.3.2.1.2 Medio abiótico

En el caso de las emisiones identificadas en esta etapa, una vez ubicado el origen de la generación es posible proponer medidas preventivas y de mitigación efectivas; si además son ejecutadas en tiempo y forma, se logrará un escenario como el que se muestra en la tabla, donde los impactos negativos tienen un valor Bajo o Muy bajo. Entre las actividades propuestas se encuentra el correcto y estricto manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU) peligrosos (RP's) y de manejo especial (RME), evitando dispersión o arrastre a cuerpos de agua, control de polvo, mantenimiento de maquinaria y equipo, etc.

**Tabla 17. Valoración con medidas al medio abiótico – Preparación del sitio**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Calidad del agua	Arrastre de sólidos	Desmante	-	5	4	4	4.4	8	8	3.012	Bajo
		Despalme	-	5	4	4	4.4	8	8	3.012	Bajo
	Filtración de sustancias	Instalación de obras provisionales	-	2	2	5	2.6	8	8	1.878	Muy bajo
Degradación	Compactación	Instalación de obras provisionales	-	3	2	5	3	9	8	1.96	Muy bajo
		Despalme	-	3	5	5	4.2	9	9	2.916	Bajo
	Erosión	Despalme	-	4	5	5	4.6	9	9	3.168	Bajo
Calidad del suelo	Generación de RSU	Instalación de obras provisionales	-	2	3	5	3	9	9	2.16	Bajo
	Generación de RP's	Instalación de obras provisionales	-	2	3	5	3	9	8	1.96	Muy bajo
		Despalme	-	4	4	5	4.2	9	8	2.716	Bajo
	Generación de RME	Instalación de obras provisionales	-	3	4	5	3.8	9	7	2.264	Bajo
		Despalme	-	3	4	5	3.8	9	7	2.264	Bajo

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Calidad perceptible	Emisión de polvo	Desmonte	-	5	4	5	4.6	9	8	2.968	Bajo
		Despalme	-	2	2	4	2.4	9	8	1.582	Muy bajo
	Emisión de GEI	Desmonte	-	5	5	9	5.8	9	9	3.924	Bajo
		Despalme	-	5	5	5	5	9	9	3.42	Bajo
Ruido	Emisión de ruido diurno	Despalme	-	2	2	5	2.6	9	8	1.708	Muy bajo
	Emisión de ruido nocturno	Despalme	-	5	5	5	5	9	9	3.42	Bajo

### 5.3.2.1.3 Medio social

En esta categoría, las medidas de mitigación y prevención enfocada a la vegetación y fauna, colaboran en el control del impacto general al paisaje; cabe considerar que la modernización de proyecto en su etapa de preparación no genera impactos al paisaje que se consideren permanentes aún, de esta forma las medidas propuestas pueden lograr un escenario con impactos Medios y Bajos en esta etapa.

En cuanto a la subcategoría socioeconómica, sólo se encuentra un impacto negativo, que es la seguridad de los trabajadores, por una parte, contemplando que el camino continúe en operación mientras se realizan las actividades de modernización, y por otra debido al propio riesgo de trabajo en este tipo de actividades constructivas. Considerando las medidas preventivas necesarias (ver capítulo VI) este impacto queda valorado como Muy bajo. Los elementos económicos no requieren medidas de mitigación por lo que los valores no cambian.

**Tabla 18. Valoración con medidas al medio social – Preparación del sitio**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Elementos bióticos del paisaje	Flora y fauna	Desmonte	-	4	5	9	5.4	7	9	4.01	Medio
Elementos abióticos del paisaje	Agua y suelo	Despalme	-	5	9	3	6.2	7	8	4.31	Medio
Elementos humanos del paisaje	Actuaciones humanas	Instalación de obras provisionales	-	5	9	3	6.2	3	8	4.99	Medio
		Desmonte	-	5	2	5	3.8	3	9	3.68	Bajo
	Color	Desmonte	-	2	5	8	4.4	3	8	3.86	Bajo
Elementos sociales	Seguridad de los trabajadores	Desmonte	-	2	2	5	2.6	8	8	1.87	Muy bajo
Elementos económicos	Actividades comerciales	Instalación de obras provisionales	+	2	5	5	3.8	7	9	3.00	Bajo
	Generación de empleos	Desmonte	+	2	5	5	3.8	7	9	3.00	Bajo

### 5.3.2.2 Construcción con medidas de mitigación

#### 5.3.2.2.1 Medio biótico

Como menciona anteriormente, la supervisión para lograr el rescate y reubicación de cualquier individuo de herpetofauna que se llegue a encontrar se debe realizar en todas las etapas de la modernización. Esta actividad junto con el acondicionamiento de obras de drenaje como pasos de fauna logra reducir el índice el impacto. Algunas otras medidas que aportan mejoras en esta categoría son la reforestación y la programación de actividades de movimientos de material, a manera de evitar que el suelo permanezca expuesto por periodos largos.

**Tabla 19. Valoración con medidas al medio biótico – Construcción**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Herpetofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Excavaciones para OD	-	5	2	6	4	9	10	4.32	Medio
		Excavaciones en cortes	-	5	2	5	3.8	9	9	3.92	Bajo
		Acarreos	-	5	5	6	5.2	8	9	4.90	Medio
		Alineaciones	-	5	2	6	4	7	9	4.25	Medio
		Terracerías	-	5	2	5	3.8	7	9	4.12	Medio
Ornitofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Acarreos	-	6	5	5	5.4	7	9	5.13	Medio
Mastofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Acarreos	-	5	5	5	5	8	9	4.78	Medio
		Terracerías	-	5	5	5	5	8	6	3.97	Bajo
Regulación climática	Afectación a la cobertura vegetal	Pavimentación	-	5	2	5	3.8	7	9	4.12	Medio
Protección del suelo	Afectación por erosión e intemperismo	Excavaciones para OD	-	6	2	5	4.2	7	9	4.37	Medio
		Excavaciones en cortes	-	6	2	5	4.2	7	9	4.37	Medio
		Acarreos	-	5	5	5	5	7	9	4.88	Medio

#### 5.3.2.2.2 Medio abiótico

Como se menciona en párrafos anteriores, las emisiones o generación de residuos son puntuales en los frentes de trabajo y son temporales, por lo que, al aplicar las medidas de mitigación propuestas en tiempo y forma, se espera que estos impactos reduzcan su valor hasta ser identificados como Bajos o Medios en este escenario.

**Tabla 20. Valoración con medidas al medio abiótico – Construcción**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Calidad del agua	Arrastre de sólidos	Excavaciones para OD	-	2	2	10	3.6	9	9	3.13	Bajo
		Excavaciones en cortes	-	4	4	5	4.2	9	9	3.50	Bajo
		Acarreos	-	3	5	5	4.2	9	9	3.50	Bajo

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
		Alineaciones	-	3	5	5	4.2	9	9	3.50	Bajo
		Terracerías	-	4	3	5	3.8	9	9	3.25	Bajo
		Pavimentación	-	3	4	5	3.8	9	9	3.25	Bajo
		Limpieza general	-	4	4	5	4.2	9	9	3.50	Bajo
	Filtración de sustancias	Excavaciones para OD	-	5	6	5	5.4	9	9	4.24	Medio
		Acarreos	-	6	5	5	5.4	9	9	4.24	Medio
		Alineaciones	-	6	5	5	5.4	9	9	4.24	Medio
		Terracerías	-	3	4	5	3.8	9	9	3.25	Bajo
Degradación del suelo	Compactación	Acarreos	-	5	5	5	5	9	9	4.00	Medio
		Terracerías	-	3	5	5	4.2	9	9	3.50	Bajo
	Erosión	Excavaciones para OD	-	3	4	5	3.8	9	9	3.25	Bajo
		Excavaciones en cortes	-	3	5	5	4.2	9	9	3.50	Bajo
Calidad del suelo	Generación de RSU	Acarreos	-	4	5	5	4.6	9	9	3.75	Bajo
		Terracerías	-	4	4	5	4.2	9	9	3.50	Bajo
		Pavimentación	-	3	3	4	3.2	9	9	2.88	Bajo
		Limpieza general	-	3	3	4	3.2	9	9	2.88	Bajo
	Generación de RP's	Acarreos	-	3	5	4	4	9	9	3.38	Bajo
		Alineaciones	-	4	3	4	3.6	9	9	3.13	Bajo
		Pavimentación	-	4	3	4	3.6	9	9	3.13	Bajo
		Limpieza general	-	4	3	4	3.6	9	9	3.13	Bajo
	Generación de RME	Acarreos	-	4	5	3	4.2	9	9	3.50	Bajo
		Terracerías	-	5	5	3	4.6	9	9	3.75	Bajo
		Pavimentación	-	5	5	4	4.8	9	9	3.87	Bajo
	Calidad perceptible del aire	Emisión de polvo	Acarreos	-	5	5	9	5.8	9	9	4.49
Terracerías			-	9	5	9	7.4	9	9	5.48	Medio
Emisión de GEI		Excavación en cortes	-	7	2	9	5.4	9	9	4.24	Medio
		Acarreos	-	9	5	9	7.4	9	9	5.48	Medio
		Alineaciones	-	5	3	9	5	9	9	4.00	Medio
		Terracerías	-	6	5	9	6.2	9	9	4.74	Medio
		Pavimentación	-	5	5	4	4.8	8	9	4.00	Medio
		Excavación en cortes	-	3	6	5	4.6	9	9	3.72	Bajo
Ruido	Emisión de ruido diurno	Acarreos	-	7	5	9	6.6	9	9	4.99	Medio
		Alineaciones	-	3	6	5	4.6	8	9	3.82	Bajo
		Terracerías	-	3	6	5	4.6	8	9	3.82	Bajo
		Pavimentación	-	3	6	5	4.6	9	9	3.72	Bajo
	Excavación en cortes	-	3	6	5	4.6	9	9	3.72	Bajo	

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
	Emisión de ruido nocturno	Acarreos	-	3	5	5	4.2	9	9	3.54	Bajo
		Alineaciones	-	3	6	5	4.6	9	9	3.72	Bajo
		Terracerías	-	3	5	5	4.2	9	8	3.24	Bajo

### 5.3.2.2.3 Medio social

Para los efectos al Paisaje por las actividades de construcción se considera que las medidas de prevención y mitigación sugeridas como correcto manejo de los residuos, minimizar o acotar la afectación a la vegetación sólo a las áreas requeridas por el proyecto, el rescate de herpetofauna, la reforestación, etc., tendrán un efecto positivo en los componentes visuales del paisaje.

En la parte económica los impactos son positivos por lo que no requieren medidas de mitigación; mientras que en la parte social se plantean impactos negativos hacia la seguridad de los trabajadores. Sin embargo, este riesgo es prevenible con la capacitación y supervisión del uso de equipo de protección personal para las diferentes actividades de construcción.

**Tabla 21. Valoración con medidas al medio social – Construcción**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Elementos bióticos del paisaje	Fauna y flora	Excavaciones para OD	-	3	5	5	4.2	7	8	3.54	Bajo
Elementos abióticos del paisaje	Calidad del agua y suelo	Excavaciones para OD	-	4	3	5	3.8	7	8	3.26	Bajo
		Acarreos	-	4	5	5	4.6	7	8	3.72	Bajo
		Terracerías	-	3	4	5	3.8	7	9	3.56	Bajo
Elementos humanos del paisaje	Actuaciones humanas	Pavimentación	-	3	4	9	4.6	7	9	4.02	Medio
	Color	Acarreos	-	3	5	5	4.2	7	9	3.74	Bajo
		Pavimentación	-	3	4	9	4.6	7	9	4.02	Medio
Elementos sociales	Disponibilidad de servicios	Pavimentación	+	3	4	9	4.6	9	9	3.72	Bajo
	Seguridad de los trabajadores	Excavaciones en cortes	-	3	4	5	3.8	8	9	3.36	Bajo
		Acarreos	-	4	5	5	4.6	8	9	3.82	Bajo
Elementos económicos	Actividades comerciales	Terracerías	-	3	4	5	3.8	8	9	3.36	Bajo
		Acarreos	+	3	5	5	4.2	8	9	3.64	Bajo
		Terracerías	+	3	6	5	4.6	8	9	3.82	Bajo
	Generación de empleo	Pavimentación	+	3	6	9	5.4	9	9	4.28	Medio
		Excavaciones	+	3	6	5	4.6	8	9	3.82	Bajo
		Acarreos	+	3	6	5	4.6	8	9	3.88	Bajo

### 5.3.2.3 Operación y mantenimiento con medidas de mitigación

#### 5.3.2.3.1 Medio biótico

Durante la etapa de operación se buscará prevenir los impactos a la fauna por medio el acondicionamiento de obras de tres drenaje menor como pasos, así como dos pasos elevados para primates, además de la poda periódica de la vegetación herbácea de las orillas de la carretera, debe realizarse de manera que nunca sobrepase los 30 o 50 cm de altura pues especies de talla pequeña como el semillero brincador o la perlita azulgris, utilizan mucho estos ambientes en busca de alimento o para efectuar despliegues en la época reproductiva para atraer pareja; mantener esta altura para los pastos y maleza puede evitar que otras especies de fauna se acerquen al camino e intenten cruzarlo.

A pesar de lo anterior, no se puede descartar por completo el atropello de fauna con la operación del camino, pero se espera una reducción en la incidencia como se muestra en la tabla.

**Tabla 22. Valoración con medidas al medio biótico – Operación y mantenimiento**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Herpetofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Operación	-	4	5	9	5.4	9	8	5.1	Medio
Ornitofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Operación	-	4	5	9	5.4	9	8	5.1	Medio
Mastofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Operación	-	3	6	9	5.4	9	9	5.21	Medio

#### 5.3.2.3.2 Medio abiótico

En la etapa de operación se considera que la emisión de residuos que puedan afectar a los escurrimientos de agua, suelo e incluso a la atmósfera depende del tránsito y de los usuarios; por lo que además de seguir las actividades de conservación rutinaria, es importante contar con un programa de limpieza permanente del camino.

En el caso de las actividades de conservación se plantean actividades de prevención y mitigación similares a las propuestas en la etapa de construcción: correcto manejo de residuos, mantenimiento de maquinaria y equipo, prohibir trabajos en horario nocturno, etc.

**Tabla 23. Valoración con medidas al medio abiótico – Operación y mantenimiento**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Calidad del agua	Arrastre de sólidos	Conservación rutinaria	-	5	6	9	6.2	9	9	5.39	Medio
		Conservación periódica	-	5	6	9	6.2	9	9	5.39	Medio
	Filtración de sustancias	Conservación rutinaria	-	5	6	9	6.2	9	9	5.39	Medio
		Conservación periódica	-	4	5	9	5.4	9	8	4.80	Medio
Calidad del suelo	Generación de RSU	Operación	-	6	5	9	6.2	8	8	5.06	Medio
		Conservación rutinaria	-	5	5	9	5.8	9	9	5.15	Medio

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado	
	Generación de RPs	Conservación periódica	-	5	5	9	5.8	9	9	5.15	Medio	
		Operación	-	3	5	9	5	8	9	4.45	Medio	
		Conservación rutinaria	-	3	5	9	5	9	9	4.67	Medio	
		Conservación periódica	-	3	5	9	5	9	9	4.67	Medio	
		Generación de RME	Conservación rutinaria	-	5	4	9	5.4	8	9	4.69	Medio
			Conservación periódica	-	5	2	9	4.6	9	8	4.32	Medio
Calidad perceptible	Emisión de polvo	Operación	-	3	2	9	3.8	8	8	3.62	Bajo	
		Conservación rutinaria	-	3	2	9	3.8	9	7	3.73	Bajo	
		Conservación periódica	-	3	2	9	3.8	9	7	3.73	Bajo	
	Emisión de GEI	Operación	-	5	5	9	5.8	8	9	4.93	Medio	
		Conservación rutinaria	-	4	2	9	4.2	9	9	4.19	Medio	
		Conservación periódica	-	4	2	9	4.2	9	9	4.19	Medio	
Ruido	Emisión de ruido diurno	Operación	-	5	2	9	4.6	8	9	5.51	Medio	
		Conservación rutinaria	-	4	2	9	4.2	9	9	5.49	Medio	
		Conservación periódica	-	4	2	9	4.2	9	9	5.49	Medio	
	Emisión de ruido nocturno	Operación	-	3	6	9	5.4	8	9	5.99	Medio	
		Conservación rutinaria	-	3	5	9	5	9	9	5.97	Medio	
		Conservación periódica	-	3	5	9	5	9	9	5.97	Medio	

### 5.3.2.3.3 Medio social

A lo largo de las etapas de instalación se han propuesto medidas preventivas para elementos que forman parte de un paisaje y que en conjunto podrán mitigar en cierta forma el efecto visual de la modernización en cada una de ellas, en esta etapa se toman en cuenta las actividades de conservación, donde se incluye la limpieza (recolecta de RSU) a manera de mejorar un paisaje ya urbanizado.

De igual forma que en la etapa de Construcción, se contempla que el camino siga en operación mientras se realizan las actividades de conservación tanto rutinaria como periódica, por lo que se prevé un riesgo tanto para los usuarios como para los trabajadores. Las medidas preventivas propuestas en el capítulo VI comprenden: señalamiento adecuado para indicar que se están realizando obras y límites de velocidad adecuados; por su parte para los trabajadores se indica capacitación y vigilancia de las medidas de seguridad e higiene.

Se observa que en el elemento de Economía no se requieren de medidas pues los impactos son de tipo positivo, y se refieren a la generación de actividades económicas, empleos temporales y a la disponibilidad y mejora de los servicios urbanos.

**Tabla 24. Valoración con medidas al medio social – Operación y mantenimiento**

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Elementos humanos del paisaje	Actuaciones humanas	Operación	-	4	6	9	6.2	8	9	5.47	Medio
		Operación	+	7	5	9	6.6	9	9	7.47	Alto
Elementos sociales	Disponibilidad de servicios	Conservación rutinaria	+	5	5	9	5.8	7	9	6.55	Alto
		Conservación periódica	+	5	5	9	5.8	7	9	6.55	Alto
		Conservación rutinaria	-	7	5	9	6.6	9	9	4.93	Medio
	Seguridad de los trabajadores	Conservación periódica	-	5	5	9	5.8	9	9	4.45	Medio
		Operación	+	5	5	9	5.8	8	9	6.77	Alto
	Seguridad de los usuarios	Conservación rutinaria	+	5	3	9	5	8	9	6.29	Alto
		Conservación periódica	+	5	3	9	5	8	9	6.29	Alto
		Operación	+	5	6	9	6.2	8	9	7.01	Alto
Elementos económicos	Actividades comerciales	Conservación rutinaria	+	5	6	9	6.2	8	9	7.01	Alto
		Conservación periódica	+	5	6	9	6.2	8	9	7.01	Alto
		Conservación periódica	+	5	6	9	6.2	8	9	7.01	Alto
	Generación de empleo	Conservación periódica	+	5	6	9	6.2	8	9	7.01	Alto

### 5.3.3 Impactos residuales

De acuerdo a la metodología aplicada, el escenario Con proyecto y con medidas de mitigación presenta los impactos residuales esperados por el proyecto de modernización y, como se ha observado en las tablas anteriores los impactos residuales son valorados como Medios, Bajos y hasta Muy bajo. Por lo anterior no se considera necesario incluir otras medidas de mitigación y prevención adicionales a las ya mencionadas en el capítulo VI.

### 5.4 Resultados

De los 31 elementos indicadores considerados para el SAR, son 29 los que se identifica que, sin implementar medidas de ningún tipo, serán afectados por el proyecto, generando un total de 155 impactos ambientales.

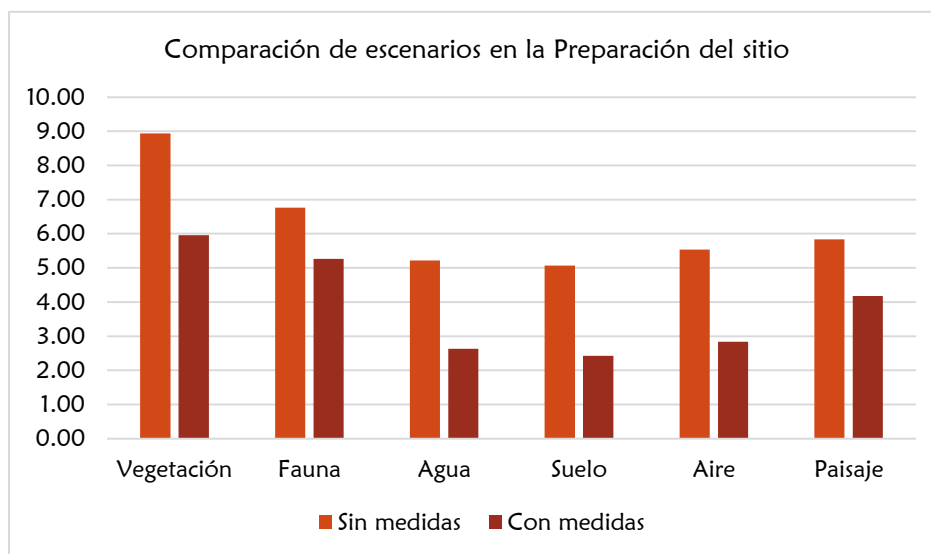
Los impactos negativos en un escenario sin medidas de mitigación de ningún tipo, se valoran en general como medio y Altos, y se esperan en todas las etapas del proyecto, afectando a casi todos los indicadores. Por su parte, los impactos positivos identificados en un escenario “sin medidas” se ubican en la categoría social y económica, ya que el mismo proyecto promueve el desarrollo de la región; en este caso se espera un incremento temporal de



actividades económicas (compra/venta y renta de material y equipos) y generación de empleos.

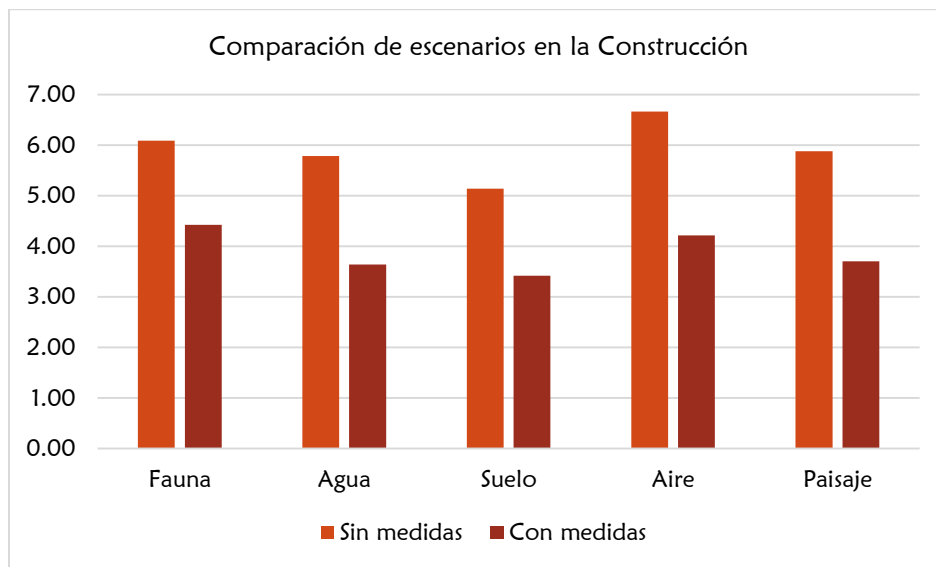
Cuando se considera en la evaluación de los impactos las medidas preventivas y de mitigación propuestas en el capítulo VI, se logra reducir el valor de todos los impactos negativos, lo cual se muestra en la gráfica siguiente donde se seleccionan algunas subcategorías afectadas negativamente para mostrar la reducción de la magnitud al contemplar las medidas de mitigación.

En la gráfica se puede observar que los impactos negativos que en un escenario “sin medidas” obtuvieron un índice de impacto de Medio a Alto, dentro de un escenario “con medidas” obtienen valores de Bajo y Medio.



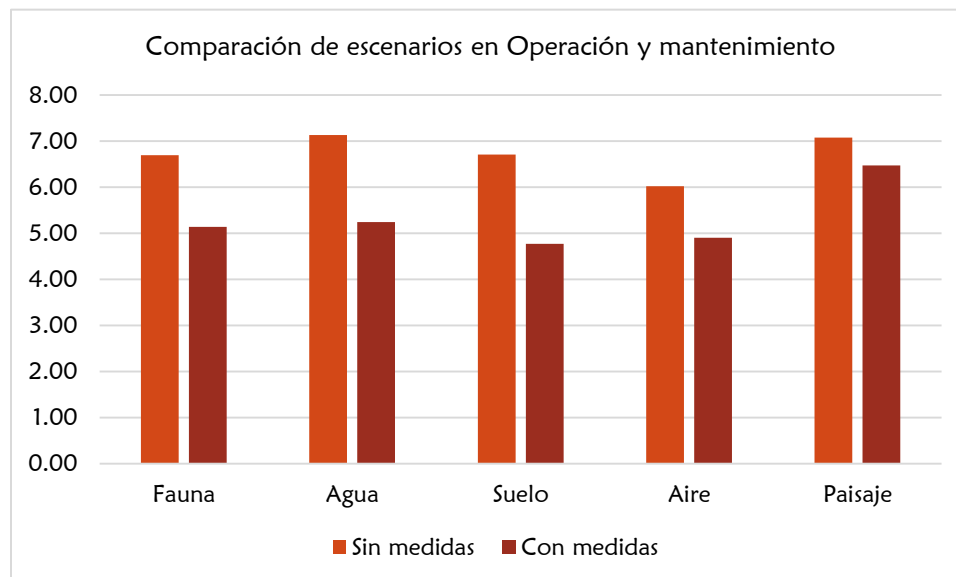
**Gráfica 3. Comparación de escenarios en la etapa de preparación del sitio**

La siguiente gráfica, referente a la etapa de construcción, presenta una situación similar, donde se puede observar la reducción del índice de impacto al considerar las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI de la presente MIA-R.



Gráfica 4. Comparación de escenarios para la etapa de construcción.

Finalmente, el comportamiento del índice de impacto para la etapa de operación y mantenimiento considerando las medidas de mitigación, es similar a los casos anteriores, con una reducción en el significado del impacto.



Gráfica 5. Comparación de escenarios para la etapa de operación y mantenimiento.

## CAPITULO 6. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 2

6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental	3
6.1.1 Medio biótico	4
6.1.2 Medio abiótico	8
6.1.3 Medio social	12
6.2 Programa de vigilancia ambiental	14
6.2.1 Cronograma	15
6.2.1 Responsables	18
6.2.3 Seguimiento y monitoreo	19
6.2.4 Plan de contingencia	21
6.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas	26

### *Índice de tablas*

Tabla 1. Acciones de mitigación para la subcategoría de Vegetación	4
Tabla 2. Acciones de mitigación para la subcategoría de Fauna.	6
Tabla 3. Medidas de mitigación para el Agua	8
Tabla 4. Medidas de mitigación para la Atmósfera.	9
Tabla 5. Medidas de mitigación para el Suelo.	10
Tabla 6. Actividades de mitigación para elementos de Paisaje	12
Tabla 7. Medidas de mitigación para elementos socioeconómicos	13
Tabla 8. Cronograma general para la vigilancia ambiental	15
Tabla 9. Calendario de trabajo para el rescate de germoplasma.	17
Tabla 10. Calendario de actividades para a reforestación.	18
Tabla 11. Personal requerido.	19
Tabla 12. Lista de chequeo para Seguimiento y monitoreo.	20
Tabla 13. Resumen de las actividades y costo estimado.	26
Tabla 14. Resumen de las actividades y costo estimado en la reforestación.	26
Tabla 15. Resumen de actividades y costo estimado para la protección de la fauna	27
Tabla 16. Costo estimado para el programa de vigilancia ambiental.	27
Tabla 17. Información para fijar montos de fianza.	28

## CAPITULO 6. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

### 6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se producirán en las diferentes etapas del proyecto para la modernización del camino, realizado en el capítulo V, en este capítulo se presentan las medidas y acciones a seguir para prevenir, mitigar o compensarlos.

Las medidas propuestas a continuación, se basan en el diagnóstico ambiental realizado en el capítulo IV y en la identificación y evaluación de impactos realizada en el capítulo V; donde se obtuvieron impactos negativos para el suelo, la fauna, la vegetación, y el paisaje. Además, se verificó que estas actividades fueran compatibles con criterio y lineamientos de los instrumentos de planeación aplicables y vigentes, como son Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, Plan Estatal de Desarrollo 2019-2021 Gobierno del Estado de Campeche y en Plan municipal de Desarrollo de Candelaria, entre otros.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, define en el artículo 3, dos tipos de medidas: las de prevención y las de mitigación:

*XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente;*

*XIV. Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas;*

Por su parte la Guía para la presentación de la MIA Regional de la SEMARNAT utiliza cuatro categorías:

- *Medidas correctivas: el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.*
- *Medidas de mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.*
- *Medidas de compensación: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere*

*compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.*

- *Medida de prevención: son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.*

De lo anterior se eligen los siguientes criterios para darle una clasificación a las actividades propuestas como medidas de mitigación o correctivas:

- ♣ Medida de prevención: son aquellas encaminadas a evitar que un impacto ambiental previsible se presente.
- ♣ Medida de compensación: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor.
- ♣ Medida de restablecimiento o rehabilitación: Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto para conservar la estructura y funcionalidad del SAR.

### 6.1.1 Medio biótico

Se recomienda realizar las siguientes acciones durante el desarrollo y operación del camino.

**Tabla 1. Acciones de mitigación para la subcategoría de Vegetación**

Vegetación
<p><u>Indicador:</u> Afectación a la cobertura forestal.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> No se deberán afectar áreas fuera de la LC del proyecto, evitando también afectar directa e indirectamente áreas aledañas, estableciendo claramente los límites de las áreas requeridas para la modernización del camino.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno.</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Afectación a la cobertura forestal.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> La vegetación deberá ser retirada preferentemente en épocas de secas, esto con el fin de evitar el arrastre de suelo por lluvias.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno.</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Afectación a la cobertura forestal.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Rehabilitación.</p>

Vegetación
<p><b>Actividad:</b> Rescate de germoplasma forestal de cedro. Para mayor detalle consultar el anexo 11 correspondiente al capítulo 8 de la MIA-R.</p> <p><b>Etapas del proyecto:</b> Esta actividad podrá realizarse antes o durante las primeras actividades de Preparación del sitio.</p> <p><b>Responsable:</b> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><b>Recursos:</b> Material para manejo de especies a recolectar (ver anexo 11).</p> <p><b>Vinculación:</b> --</p>
<p><b>Indicador:</b> Afectación a la cobertura forestal.</p> <p><b>Tipo de medida:</b> Rehabilitación.</p> <p><b>Actividad:</b> Programa de reforestación. Para mayor detalle consultar el anexo 12 correspondiente al capítulo 8 de la MIA-R.</p> <p><b>Etapas del proyecto:</b> Esta actividad podrá realizarse antes o durante las primeras actividades de Preparación del sitio.</p> <p><b>Responsable:</b> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><b>Recursos:</b> Material, equipo y mano de obra (Ver anexo 12).</p> <p><b>Vinculación:</b> --</p>
<p><b>Indicador:</b> Afectación a la cobertura forestal.</p> <p><b>Tipo de medida:</b> Prevención.</p> <p><b>Actividad:</b> Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la LC establecida para el proyecto.</p> <p><b>Etapas del proyecto:</b> Todas las etapas.</p> <p><b>Responsable:</b> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><b>Recursos:</b> ninguno.</p> <p><b>Vinculación:</b> --</p>
<p><b>Indicador:</b> Afectación a la cobertura forestal.</p> <p><b>Tipo de medida:</b> Prevención.</p> <p><b>Actividad:</b> Utilizar áreas sin vegetación para las instalaciones provisionales.</p> <p><b>Etapas del proyecto:</b> Todas las etapas.</p> <p><b>Responsable:</b> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><b>Recursos:</b> ninguno.</p> <p><b>Vinculación:</b> --</p>
<p><b>Indicador:</b> Afectación a la cobertura forestal.</p> <p><b>Tipo de medida:</b> Preventiva.</p> <p><b>Actividad:</b> Pláticas ambientales. Sensibilizar al personal que laborará en la obra por medio de pláticas a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna y en general. Dicha sensibilización se realizará difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra.</p> <p><b>Etapas del proyecto:</b> Todas las etapas.</p> <p><b>Responsable:</b> Supervisor ambiental (Biólogo), residente de obra.</p> <p><b>Recursos:</b> Material para capacitación.</p> <p><b>Vinculación:</b> --</p>
<p><b>Indicador:</b> Afectación a la cobertura forestal.</p> <p><b>Tipo de medida:</b> Preventiva.</p>

Vegetación
<p><b>Actividad:</b> Se instruirá al personal a pie de obra para que evite en todo momento encender fogatas o quemar basura o vegetación. El uso del fuego quedará prohibido para el personal y no se utilizará para ninguna etapa ni actividad del proyecto.</p> <p><b>Etapas del proyecto:</b> Todas las etapas del proyecto.</p> <p><b>Responsable:</b> Supervisor ambiental (Biólogo), residente de obra.</p> <p><b>Recursos:</b> Material para la capacitación.</p> <p><b>Vinculación:</b> --</p>
<p><b>Indicador:</b> Afectación a la cobertura forestal.</p> <p><b>Tipo de medida:</b> Preventiva.</p> <p><b>Actividad:</b> Se instruirá al personal a pie de obra indicando como actividad no permitida en el proyecto la colecta o introducción de cualquier tipo de espécimen vegetal o animal.</p> <p><b>Etapas del proyecto:</b> Todas las etapas.</p> <p><b>Responsables:</b> Supervisor ambiental.</p> <p><b>Recursos:</b> Material para capacitación.</p> <p><b>Vinculación:</b> ---</p>

**Tabla 2. Acciones de mitigación para la subcategoría de Fauna.**

Fauna
<p><b>Indicador:</b> Modificación del hábitat para la fauna.</p> <p><b>Tipo de medida:</b> Prevención</p> <p><b>Actividad:</b> Adaptación de obras de drenaje como pasos de fauna.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. OD 20+633</li> <li>2. OD 23+063</li> <li>3. OD 26+633</li> </ol> <p>La adaptación consiste en la creación de refugios en los alrededores de las obras, instalación de vallas y realizar una plantación con especies de la región en los alrededores de las obras de drenaje para favorecer la creación de las condiciones microambientales, sin embargo, no se debe olvidar la principal función de las obras de drenaje, conducir el agua de los escurrimientos de forma rápida y controlada hasta su disposición final, por lo tanto, se debe realizar un mantenimiento periódico para evitar que plantas o materiales orgánicos e inorgánicos reduzcan el diámetro de las obras de drenaje. (Ver anexo 13).</p> <p><b>Etapas del proyecto:</b> Esta actividad puede emprenderse a finales de la etapa de construcción, una vez instalas las OD menor.</p> <p><b>Responsable:</b> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><b>Recursos:</b> Material y equipo para monitoreo de fauna, material y equipo para mantenimiento de las obras de drenaje, material y especies a sembrar. (Ver anexo 13).</p> <p><b>Vinculación:</b> LGVS.</p>
<p><b>Indicador:</b> Modificación del hábitat para la fauna.</p> <p><b>Tipo de medida:</b> Prevención y compensación</p> <p><b>Actividad:</b> Instalación de pasos elevados para primates. (Ver anexo 13).</p> <p>Esta medida se considera ante la posible ocurrencia de primates como el mono aullador negro (<i>Alouatta pigra</i>) y el mono araña (<i>Ateles geoffroyi</i>) en las áreas forestales colindantes a la carretera.</p>



Fauna
<p>Consisten en la instalación de puentes de malla o la suspensión de cables, que permite el paso de los animales entre las ramas o postes situados a ambos lados de la carretera. Se detectan dos tramos como factibles para la instalación de dos pasos de fauna elevados: 23+250 – 23+390 y 27+370 – 27+560.</p> <p><u>Etapa del proyecto:</u> Esta actividad puede emprenderse a finales de la etapa de construcción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><u>Recursos:</u> Material y equipo para instalación de los pasos.</p> <p><u>Vinculación:</u> LGVS.</p>
<p><u>Indicador:</u> Modificación de hábitat para la herpetofauna.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Rescate y reubicación de herpetofauna (Ver anexo 13).</p> <p><u>Etapa del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><u>Recursos:</u> Material y equipo para manejo y transporte de herpetofauna.</p> <p><u>Vinculación:</u> LGVS.</p>
<p><u>Indicador:</u> Modificación de hábitat para la fauna.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Poda periódica de la vegetación de borde (Ver anexo 13). La poda periódica podría persuadir a algunas especies a no cruzar el asfalto, al percibir como muy amplia la distancia abierta entre una orilla y otra de la carretera.</p> <p><u>Etapa del proyecto:</u> Operación y mantenimiento.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><u>Recursos:</u> Material y equipo para poda de herbáceas.</p> <p><u>Vinculación:</u> LGVS.</p>
<p><u>Indicador:</u> Modificación de hábitat para la fauna.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Capacitación del personal involucrado en la construcción del proyecto en todas sus fases, para que dicho personal conozca la importancia y la responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando los actos que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla.</p> <p><u>Etapa del proyecto:</u> Todas las etapas del proyecto.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><u>Recursos:</u> Capacitación ambiental, material para la capacitación.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>
<p><u>Indicador:</u> Modificación de hábitat para la fauna.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Los vehículos automotores y maquinaria en general, circularán a baja velocidad (30 km/h) con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que llegara a transitar por el sitio del proyecto, y aminorar el ruido que provoca el funcionamiento de los motores.</p> <p><u>Etapa del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo), residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Capacitación ambiental (material para la capacitación), señalética y supervisión.</p> <p><u>Vinculación:</u> LGVS.</p>
<p><u>Indicador:</u> Modificación de hábitat para la fauna.</p>

Fauna
<p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Colocación de señalética ambiental de presencia y cruce de fauna silvestre, así como reductores de velocidad en los tramos cercanos a los pasos propuestos para fauna, (Ver anexo XX).</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo), residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Señalética requerida.</p> <p><u>Vinculación:</u> LGVS.</p>

## 6.1.2 Medio abiótico

**Tabla 3. Medidas de mitigación para el Agua**

Agua
<p><u>Indicador:</u> Arrastre de sólidos.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a escurrimientos cercanos.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> programación previa al inicio de obras.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno.</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Arrastre de sólidos.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Almacenar el material producto del despalme en áreas sin vegetación nativa, sin pendiente y lejanas a escurrimientos naturales a fin de evitar arrastre a corrientes de agua.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Durante la actividad de retiro de vegetación y despalme.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno.</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Filtración de sustancias.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Instalar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Contratación de empresa arrendadora de sanitarios.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-001-SEMARNAT-1996.</p>
<p><u>Indicador:</u> Arrastre de sólidos.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Capacitación al personal involucrado en el proyecto respecto a la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, lodos, residuos o desechos en el suelo, así como en cualquier lugar no autorizado para ello. Lo anterior para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos o residuos contaminen algún cauce o cuerpo de agua en la zona.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Todas las etapas del proyecto.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><u>Recursos:</u> Capacitación ambiental.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>
<p><u>Indicador:</u> Arrastre de sólidos.</p>

Agua
<p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.  <u>Actividad:</u> Mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas  <u>Etapas del proyecto:</u> Todas las etapas del proyecto.  <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).  <u>Recursos:</u> Capacitación ambiental.  <u>Vinculación:</u>--</p>
<p><u>Indicador:</u> Calidad general.  <u>Tipo de medida:</u> Prevención.  <u>Actividad:</u> Durante la ejecución del proyecto se instruirá al personal involucrado, para que observe una conducta de ahorro y uso eficiente del agua en los procesos en los que ésta sea necesaria  <u>Etapas del proyecto:</u> Todas las etapas del proyecto.  <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).  <u>Recursos:</u> Capacitación ambiental.  <u>Vinculación:</u>--</p>

**Tabla 4. Medidas de mitigación para la Atmósfera.**

Calidad de la atmósfera
<p><u>Indicador:</u> Emisión de GEI.  <u>Tipo de medida:</u> Prevención.  <u>Actividad:</u> Toda vez que la ejecución del proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen.  <u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.  <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.  <u>Recursos:</u> Ninguno.  <u>Vinculación:</u> Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018 y NOM-167-SEMARNAT-2017.</p>
<p><u>Indicador:</u> Emisión de polvo.  <u>Tipo de medida:</u> Prevención.  <u>Actividad:</u> Evitar llenar los camiones de acarreo de material hasta su máxima capacidad y de ser necesario cubrirlos con lona y humedecer el material.  <u>Etapas del proyecto:</u> Construcción, durante las actividades de movimiento de material.  <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.  <u>Recursos:</u> Ninguno.  <u>Vinculación:</u> ---</p>
<p><u>Indicador:</u> Emisión de ruido diurno.  <u>Tipo de medida:</u> Prevención.  <u>Actividad:</u> Realizar mantenimiento preventivo vehículos de acarreo, para reducir la emisión de ruido mayor a los límites permitidos en la normatividad correspondiente; en caso de otra maquinaria o equipo se tomaría como base esta misma normatividad.  <u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.  <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental, residente de maquinaria.  <u>Recursos:</u> Ninguno.</p>

Calidad de la atmósfera
<p><b>Vinculación:</b> NOM-080-SEMARNAT-1994.</p> <p><b>Indicador:</b> Emisión de ruido nocturno.</p> <p><b>Tipo de medida:</b> Prevención.</p> <p><b>Actividad:</b> Prohibir realizar cualquier tipo de actividad de las etapas de preparación del sitio y construcción horario nocturno (22:00 p. m. a 6:00 a. m.).</p> <p><b>Etapas del proyecto:</b> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><b>Responsable:</b> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><b>Recursos:</b> Ninguno.</p> <p><b>Vinculación:</b> Cap. VIII de la LGEEPA.</p>
<p><b>Indicador:</b> Intrusión lumínica.</p> <p><b>Tipo de medida:</b> Prevención.</p> <p><b>Actividad:</b> De ser requerida la iluminación en las áreas de instalaciones provisionales se recomienda la iluminación localizada, evitando la intrusión lumínica.</p> <p><b>Etapas del proyecto:</b> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><b>Responsable:</b> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><b>Recursos:</b> Ninguno.</p> <p><b>Vinculación:</b> Cap. VIII de la LGEEPA.</p>

**Tabla 5. Medidas de mitigación para el Suelo.**

Suelo
<p><b>Indicador:</b> Erosión.</p> <p><b>Tipo de medida:</b> Prevención.</p> <p><b>Actividad:</b> Realizar despalme únicamente en la superficie requerida para la modernización del camino.</p> <p><b>Etapas del proyecto:</b> Preparación del sitio. Actividad de despalme.</p> <p><b>Responsable:</b> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><b>Recursos:</b> Ninguno.</p> <p><b>Vinculación:</b> --</p>
<p><b>Indicador:</b> Erosión.</p> <p><b>Tipo de medida:</b> Prevención.</p> <p><b>Actividad:</b> Limitar el área de tránsito de la maquinaria y vehículos al ancho de la Línea de ceros a fin de evitar un aumento en el área afectada por compactación y erosión por desgaste.</p> <p><b>Etapas del proyecto:</b> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><b>Responsable:</b> Supervisor ambiental.</p> <p><b>Recursos:</b> Ninguno.</p> <p><b>Vinculación:</b> ---</p>
<p><b>Indicador:</b> Generación de RP´s.</p> <p><b>Tipo de medida:</b> Prevención.</p> <p><b>Actividad:</b> Las instalaciones para el almacén de combustibles, lubricantes y residuos peligrosos deben contar con piso impermeable y extintor. Colocar estas instalaciones en áreas sin vegetación, se sugiere localizar espacios para este fin en las áreas con asentamiento humanos cercanos.</p> <p><b>Etapas del proyecto:</b> Preparación del sitio y construcción.</p>

Suelo
<p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno.</p> <p><u>Vinculación:</u> Art 82 del Reglamento de la LGPGIR.</p>
<p><u>Indicador:</u> Generación de RSU.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Colocar contenedores con tapa y rotulados para la disposición separada de residuos urbanos en los frentes de trabajo, área de oficinas y almacenes; estos residuos deben ser llevados al sitio de disposición final autorizados por el municipio. Se recomienda la separación de los residuos reciclables, de forma que se facilite su disposición final.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.</p> <p><u>Recursos:</u> Contenedores con tapa para residuos urbanos.</p> <p><u>Vinculación:</u> LGPGIR.</p>
<p><u>Indicador:</u> Generación de RP´s.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Para la disposición temporal de los residuos peligrosos se debe contar con un almacén temporal que tenga las características indicadas en el art. 83 del Reglamento de la LGPGIR, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Los recipientes o tambos para su almacén deberán estar rotulados y su transporte y disposición final será realizado a través de una empresa autorizada por la SEMARNAT.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.</p> <p><u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo.</p> <p><u>Vinculación:</u> art. 82 del Reglamento de la LGPGIR.</p>
<p><u>Indicador:</u> Generación de RP´s.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Los RP´s como estopas impregnadas, envases de lubricantes, suelo impregnado, aceite quemado, etc., deberán ser depositados en los recipientes indicados en el almacén temporal por un periodo menor a 6 meses, y entregados posteriormente a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su manejo y disposición.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.</p> <p><u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor, la contratación de una empresa autorizada para su manejo.</p> <p><u>Vinculación:</u> art 83 del Reglamento de la LGPGIR, NOM-054-SEMARNAT-1993.</p>
<p><u>Indicador:</u> Generación de RME.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> En relación con los residuos de manejo especial, quedará prohibida la disposición de este tipo de residuos sobre la vegetación o en lugares donde pudieran obstruir algún flujo hidrológico superficial. Los residuos de manejo especial que se generen y que no puedan ser reutilizados en el proyecto, deberán ser debidamente transportados a un sitio de disposición autorizado para tal efecto.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p>

Suelo
<p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.</p> <p><u>Recursos:</u> contratación de empresa autorizada para su transporte y disposición final.</p> <p><u>Vinculación:</u> LGPGIR.</p>
<p><u>Indicador:</u> Generación de RP´s.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Evitar realizar reparaciones mayores de maquinaria y vehículos en el área del proyecto, para esto se recomienda localizar talleres mecánicos propiamente instalados en las localidades cercanas a los frentes de trabajo.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno.</p> <p><u>Vinculación:</u> Art. 69 LGPGIR, NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.</p>

### 6.1.3 Medio social

**Tabla 6. Actividades de mitigación para elementos de Paisaje**

Paisaje
<p><u>Indicador:</u> Agua y suelo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y los vehículos de acarreo, para evitar emisión de gases contaminantes mayores a los límites permitidos en la normatividad correspondiente.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> supervisión de las actividades ya que el mantenimiento mayor debe ser realizado en talleres establecidos en las localidades cercanas y no en el sitio del proyecto.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006.</p>
<p><u>Indicador:</u> Agua y suelo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Rehabilitación.</p> <p><u>Actividad:</u> En la etapa de limpieza del sitio se deberá descompactar el suelo donde se ubicaron las obras provisionales.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Construcción (limpieza general).</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Herramienta menor (palas, carretilla).</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Agua y suelo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Manejo adecuado de residuos urbanos y residuos peligrosos (sólidos y líquidos).</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Herramienta menor, contenedores, almacenes.</p> <p><u>Vinculación:</u> Art. 69 LGPGIR.</p>

Paisaje
<p><u>Indicador:</u> Agua y suelo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Instalar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Contratación de empresa arrendadora de sanitarios.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-001-SEMARNAT-1996.</p>
<p><u>Indicador:</u> Flora.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Rehabilitación</p> <p><u>Actividad:</u> Rescate de germoplasma forestal de árboles de cedro que serán afectados dentro de la LC.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.</p> <p><u>Recursos:</u> Material para manejo de germoplasma e individuos a sembrar.</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Fauna.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Rescate y reubicación de herpetofauna, adaptación de OD como pasos de fauna, capacitación al personal sobre el cuidado y respeto a flora y fauna.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> material para capacitación, material y equipo para rescate.</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>

**Tabla 7. Medidas de mitigación para elementos socioeconómicos**

Socioeconómico
<p><u>Indicador:</u> Seguridad de los trabajadores.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Contar con un botiquín de emergencias con el material necesario e indispensable para la protección y curación del personal; identificar el centro de salud más cercano a los frentes de obra, así como las rutas de más accesibles a él o ellos.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Recursos:</u> Botiquín, teléfonos de emergencia.</p> <p><u>Vinculación:</u> Reglamento federal de seguridad e higiene y medio ambiente del trabajo.</p>
<p><u>Indicador:</u> Seguridad de los trabajadores.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Proveer al personal con equipo de protección personal.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> cascos, guantes, tapones para oídos, casacas, etc., dependiendo de la actividad a realizar.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-017-STPS-2001.</p>

Socioeconómico
<p><u>Indicador:</u> Seguridad de los trabajadores.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Instalación de sanitarios portátiles.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Contratación de empresa local para este servicio.</p> <p><u>Vinculación:</u> Reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente del trabajo.</p>
<p><u>Indicador:</u> Seguridad de los trabajadores y de los usuarios.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Colocar señalamientos preventivos, indicando que se están desarrollando trabajos de construcción (modernización), ya que se contempla que el camino actual siga en uso mientras sean ejecutadas las actividades de modernización.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Material para instalación de señales.</p> <p><u>Vinculación:</u> NCSB.CAR.1.07.016/00 Señalamientos y dispositivos para protección en obras.</p>
<p><u>Indicador:</u> Seguridad de los trabajadores y de los usuarios.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Establecer un sistema de seguridad en las zonas de los frentes de trabajo, para evitar el paso de personas ajenas al proyecto.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Material para instalación de señales.</p> <p><u>Vinculación:</u> ---</p>

## 6.2 Programa de vigilancia ambiental

Dentro de las estrategias de mitigación y prevención de impactos, se considera indispensable que durante la ejecución del proyecto se cuente con por lo menos un profesional especialista como supervisor ambiental que a su vez cuente con el apoyo de profesionales sectoriales: asesor en manejo de fauna, flora y asesor en aspectos socioeconómicos con el fin de supervisar que las actividades propuestas como medidas de mitigación sean llevadas a cabo correctamente y en los tiempos planeados, que se coordinen de las acciones del personal que participa en la construcción, así como su capacitación, desde la óptica ambiental; y en su momento se tenga la capacidad de toma de decisiones en caso de que las medidas propuestas no funcionen como se han previsto y/o que se detecten impactos que por su naturaleza no sean perceptibles en etapas previas.

Por lo tanto, el equipo de profesionales será responsable de la vigilancia y seguimiento del desarrollo de las diferentes actividades contempladas en las acciones de rescate de germoplasma forestal (frutos y semillas), reforestación, actividades de rescate y reubicación de herpetofauna, de proporcionar capacitación ambiental y de seguridad e higiene, lo cual está diseñado para mitigar o prevenir los impactos identificados en diversos factores



ambientales previendo un pronóstico ambiental amigable hacia el SAR en estudio, tal y como se describe en el capítulo 7.

Será necesario que dicho equipo realice sus trabajos con la suficiente antelación a la ejecución de las tareas por parte del contratista, a fin de controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación, así como facilitar la evaluación de los impactos reales, para adoptar y de ser necesario modificar las medidas de mitigación propuestas para el proyecto.

### 6.2.1 Cronograma

La siguiente tabla, pretende proporcionar una base para la organización de actividades a realizar de acuerdo a la calendarización de la instalación del proyecto y de acuerdo a lo establecido en las diferentes actividades de mitigación propuestas. Sin embargo, el supervisor ambiental debe analizar el conjunto de actividades a realizar y modificar o ajustar la programación presentada.

**Tabla 8. Cronograma general para la vigilancia ambiental**

<i>PERIODOS DE ACUERDO A LAS ESTAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS</i>	Preparación del sitio			Construcción						Operación y mantenimiento		
	Instalación de obras provisionales	Desmante	Despalme	Excavación (OD y alineaciones)	Instalación de OD menor	Acarreos	Alineaciones	Terracerías	Pavimentación	Limpieza general	Operación	Conservación rutinaria
<b>Medio biótico</b>												
Evitar afectar áreas fuera de la LC del proyecto												
Realizar el desmante en época de secas												
Rescate de germoplasma de cedro	Ver calendario específico											
Programa de Reforestación	Ver calendario específico											
Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la LC												
Utilizar áreas sin vegetación para las instalaciones provisionales												
El uso del fuego quedará prohibido												
Capacitación ambiental para el personal de la obra												
Adaptación de obras de drenaje como pasos de fauna												
Instalación de pasos elevados para primates												
Rescate y reubicación de herpetofauna												
Colocación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre, así como reductores de velocidad												
<b>Medio abiótico</b>												

<p><i>PERIODOS DE ACUERDO A LAS ETAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS</i></p>	Preparación del sitio			Construcción						Operación y mantenimiento			
	Instalación de obras provisionales	Desmonte	Despalme	Excavación (OD y alineaciones)	Instalación de OD menor	Acarreos	Alineaciones	Terracerías	Pavimentación	Limpieza general	Operación	Conservación rutinaria	Conservación periódica
Almacenar el material producto del despalme en áreas sin vegetación nativa, sin pendiente y lejanas a escurrimientos naturales													
Instalar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.													
Capacitación al personal respecto a la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes													
Mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para los vehículos y maquinaria													
Evitar llenar los camiones de acarreo de material hasta su máxima capacidad, de ser necesario cubrirlos con lona y humedecer el material													
Prohibir realizar cualquier tipo de actividad de las etapas de preparación del sitio y construcción durante la noche													
De ser requerida la iluminación en las áreas de instalaciones provisionales se recomienda la iluminación localizada													
Realizar despalme únicamente en la superficie requerida para la modernización													
Limitar el área de tránsito de la maquinaria y vehículos al ancho de la Línea de ceros													
Colocar contenedores para la disposición separada de residuos urbanos en los frentes de trabajo													
Se debe contar con un almacén temporal que tenga las características indicadas en el art. 83 del Reglamento de la LGPGIR.													
Los RP's como estopas impregnadas, envases de lubricantes, suelo impregnado, aceite quemado, etc., deberán ser depositados en los recipientes indicados en el almacén temporal													
Quedará prohibida la disposición de RME sobre la vegetación o en lugares donde pudieran obstruir algún flujo hidrológico superficial													

PERIODOS DE ACUERDO A LAS ETAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	Preparación del sitio			Construcción						Operación y mantenimiento		
	Instalación de obras provisionales	Desmonte	Despalme	Excavación (OD y alineaciones)	Instalación de OD menor	Acarreos	Alineaciones	Terracerías	Pavimentación	Limpieza general	Operación	Conservación rutinaria
Evitar realizar reparaciones mayores de maquinaria y vehículos en el área del proyecto, se recomienda localizar talleres mecánicos en las localidades cercanas												
<b>Medio social</b>												
Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria												
Descompactar suelo donde se ubicaron obras provisionales												
Disposición y manejo adecuado de RSU y RPs												
Instalar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo												
Contratar personal de la región												
Contar con botiquín de emergencias												
Contar con equipo de protección personal												
Instalación de señalamiento preventivo												
Establecer un sistema de seguridad en los frentes de trabajo												

La siguiente tabla muestra el calendario de trabajo propuesta para la actividad de rescate de germoplasma de cedro.

**Tabla 9. Calendario de trabajo para el rescate de germoplasma.**

ACTIVIDAD	AÑO 1											
	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>ACTIVIDADES DE RESCATE DE GERMOPLASMA FORESTAL, MANTENIMIENTO, GERMINACIÓN E INSTALACIÓN DEL VIVERO TEMPORAL</b>												
Contratación del personal												
Capacitación del personal												
Ubicación de sitios de rescate de germoplasma												
Implementación del vivero (albergue temporal)												
Rescate de frutos y semillas												

Germinación de semillas, mantenimiento de plántulas en área de confinamiento (vivero temporal)														
Seguimiento y monitoreo de actividades														
Informes de actividades														

A continuación se presenta el calendario de trabajo propuesto para la actividad de reforestación, cuyas acciones se considera a 1 año para su ejecución

**Tabla 10. Calendario de actividades para a reforestación.**

ACTIVIDAD	AÑO 1													
	MESES													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
<b>ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN (PLANTACIÓN Y MANTENIMIENTO)</b>														
Construcción de vivero														
Adquisición de la planta														
Selección de las áreas														
Obtención de permisos y acuerdos														
Mantenimiento de plantas														
Preparación del terreno														
Establecimiento de la plantación														
Fertilización														
Control de maleza														
Mantenimiento, monitoreo y seguimiento														
Entrega de informes														

### 6.2.1 Responsables

Existen dos niveles de responsabilidad de la implementación y ejecución del programa de vigilancia, estas son:

♣ **De Ejecución**

El responsable de la implementación y ejecución de la vigilancia ambiental es el promovente, quien deberá exigir a sus contratistas y subcontratistas el cumplimiento estricto de las medidas adoptadas tanto para cada etapa del proyecto.

♣ **De Supervisión y Cumplimiento**

La SEMARNAT es la entidad responsable de recibir los informes producto del cumplimiento de las medidas y acciones establecidas en el programa de vigilancia. Deberá exigir al promovente que las medidas establecidas en el mismo, se realicen de manera adecuada durante todas las fases que el proyecto implica a través de la supervisión de dichas acciones.

De no cumplirse, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, PROFEPA será la encargada de realizar las acciones legales correspondientes.

Es por esto que dentro del personal debe existir el supervisor ambiental, como se menciona anteriormente, quien será el encargado de llevar a cabo la supervisión y acciones mencionadas, de tal forma que se trabaje de manera conjunta con los responsables de la obra civil y especialista requeridos. El personal requerido para las acciones que conforman este sistema vigilancia ambiental se indica a continuación.

**Tabla 11. Personal requerido.**

Acciones	Personal
Rescate de germoplasma de cedro	1 especialista Ingeniero forestal/biólogo/botánico 1 auxiliar técnico 4 ayudantes
Programa de reforestación	1 especialista Ingeniero forestal/biólogo botánico 1 auxiliar técnico 4 ayudantes
Protección de fauna silvestre	1 coordinador 2 especialistas
Vigilancia ambiental	1 Supervisor ambiental: biólogo, ingeniero ambiental y el personal ocupado en las acciones para fauna y flora.

### 6.2.3 Seguimiento y monitoreo

En el caso de este proyecto, el objetivo de la vigilancia y control es verificar si durante el desarrollo del mismo se cumple con las disposiciones de las leyes y reglamentos aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica, residuos peligrosos, contaminación originada por la emisión de ruido y normas oficiales mexicanas aplicables.

Por otra parte, el programa permitirá cuantificar impactos cuya afectación fue difícil prever durante la evaluación del impacto ambiental, para así modificar o establecer las medidas de mitigación adecuadas, en caso de que las ya aplicadas no sean suficientes. Igualmente podrá detectar impactos o alteraciones no previstos en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso, adoptarse medidas de remediación o compensación.

El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse documentalmente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora: En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- Reporte mensual: En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de señalar la forma en que se llevó a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- Memoria fotográfica: El reporte mensual deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas en el mes.

- Reporte final: Este se deberá elaborar en manera de evaluación y conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entregará un informe final a las autoridades que así lo requieran.

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental, seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación, del seguimiento, así como, la evaluación de forma continua de los impactos ambientales. Además, será responsable de:

- Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- Organizar y supervisar el derribo de árboles y reforestación.
- Organizar y supervisar el monitoreo y reubicación de fauna.
- Preparar los informes requeridos (bitácora, reporte mensual, memoria fotográfica)

Se plantea una lista de chequeo base, la cual deberá ser adaptada a cada etapa de la obra de acuerdo a las necesidades que se presenten en campo.

**Tabla 12. Lista de chequeo para Seguimiento y monitoreo.**

PROG.	ACCIÓN	CUMPLIDO	NO CUMPLIDO	ACCIÓN CORRECTIVA
FLORA	Capacitación del personal			
	Ubicación de sitios de rescate de germoplasma			
	Instalación del vivero temporal			
	Rescate de frutos y semillas			
	Monitoreo			
REFORESTACIÓN	Ubicación de superficies a reforestar			
	Selección de especies vegetales nativas a utilizar en la reforestación			
	Obtención de plantas de viveros cercanos			
	Acciones previas a la plantación			
	Siembra			
	Monitoreo			
FAUNA	Identificar las especies a reubicar			
	Recorrido del trazo para búsqueda de especies de herpetofauna a rescatar y reubicar			
	Elección de sitios para reubicación			
	Reubicación de individuos y monitoreo			
	Ubicación de sitios para señalética			

PROG.	ACCIÓN	CUMPLIDO	NO CUMPLIDO	ACCIÓN CORRECTIVA
	Instalación de señalética			
	Selección de OD a adecuar			
	Adecuación de OD			
	Instalación de pasos			
CAPACITACIÓN	Plática sobre fauna silvestre			
	Plática sobre flora silvestre			
	Plática sobre ciclos naturales			
	Plática sobre seguridad e higiene			
	Total de trabajadores capacitados			
SEGURIDAD E HIGIENE	Identificación de condiciones inseguras			
	Identificación de actividades riesgosas			
	Limpieza y orden en frentes de trabajo			
	Limpieza y orden de almacenes			
	Disposición adecuada de RSU, RME y RP 's			
	Ubicación de extintores en almacenes			
	Uso de equipo de protección personal			

## 6.2.4 Plan de contingencia

### 6.2.4.1 Acciones generales

Para el funcionamiento de un plan de atención a contingencias se debe contar con:

- Personal capacitado para atender la emergencia.
- Botiquín y equipo de primeros auxilios.
- Las instrucciones de seguridad para atender la emergencia.
- Ubicación y teléfonos de los centros de salud, hospitales y servicios de ambulancia más cercanos.
- Ubicación estratégica de las zonas en que se deban colocar señales (preventivas, restrictivas, informativas).
- Procedimiento de regreso a condiciones normales.
- Directorio de organizaciones, empresas y entidades gubernamentales que puedan proporcionar ayuda en situaciones de emergencia (Bomberos, estación de policía, hospitales, etc.).

- Formato para realizar un reporte del acontecimiento ocurrido, incluyendo fecha, evento, causa, acción de respuesta, personal involucrado, con el fin de analizar la emergencia y determinar posibles medios de prevención a futuro.

Se deberán programar por lo menos dos simulacros de atención de emergencias, dirigidos por personal capacitado, uno antes de comenzar las actividades del proyecto y otro aproximadamente a la mitad del tiempo programado para terminar el proyecto. Los simulacros realizados de deben registrar en una bitácora anotando, tipo de simulacro, fechas de ejecución y resultados.

#### Servicio médico

Es importante contar con un botiquín de primeros auxilios y personal médico capacitado para atender emergencias, así como realizar exámenes médicos a todos los trabajadores de admisión o contar con su historial médico.

Es importante también la información siguiente:

- Hacer una correcta detección, control y eliminación de áreas insalubres; estas áreas se refieren a sanitarios, comedores, campamentos, almacenes, si existe cuerpo de agua alledaño, etcétera.
- Contar con un listado de hospitales cercanos donde se brinde atención médica adecuada.
- Para poder prevenir los posibles riesgos a la salud a los que están expuestos los trabajadores, además de cumplir con los lineamientos anteriormente mencionados es necesario conocer de manera más específica cuáles son esos riesgos.

#### **6.2.4.2 Identificación de condiciones inseguras y/o actividades peligrosas**

Se deberán realizar recorridos en los frentes de trabajo, previo al inicio de cualquier actividad y durante el desarrollo de las mismas, identificando los sitios de posible riesgo para el trabajador. Una vez identificados los sitios de posibles riesgos, serán marcados en un plano de la instalación.

Para determinar las actividades adecuadas para la prevención de los riesgos encontrados se recomienda elaborar un “Diagrama de salud en el trabajo”, describiendo brevemente las características de ese concepto y cubriendo los siguientes puntos:

- ♣ Diagrama de flujo de trabajo (Diagrama de bloques): En este diagrama serán plasmadas las actividades que se desarrollan o desarrollarán en cada etapa dentro de la obra.
- ♣ Descripción del flujo de proceso de trabajo: Para este punto se deberán contestar, como guía, las siguientes preguntas aplicables a cualquier área o lugar de trabajo: ¿Qué se hace en el área de trabajo?, ¿Con qué se hace? y ¿Cómo se hace?

El resultado de estas acciones será expresado a través de un Cuadro Resumen del Diagrama conteniendo además: Fases o etapas del proceso de trabajo, Riesgos y exigencias, Probables



daños a la salud, Número de trabajadores expuestos, Medidas preventivas actuales, Propuesta de acciones preventivas.

Este procedimiento se efectuará desde el inicio de las actividades de preparación del sitio continuando durante la operación y mantenimiento de la obra. Los resultados obtenidos identifican los puntos de mejora continua a aplicarse de forma inmediata en las diferentes áreas de trabajo, previo análisis de recursos y aprobación del personal responsable.

### ***6.2.4.3 Acciones de prevención por área de trabajo y actividad***

#### *Centro de trabajo*

Las áreas que contempla la obra, tales como: frentes de trabajo, zonas de circulación de personas y vehículos, áreas de almacén y servicios para los trabajadores, se deben delimitar de tal manera que se disponga de espacios seguros para la realización de las actividades.

#### *Oficina de campo*

En la oficina de campo se requerirá una planta de energía eléctrica para la operación del equipo de cómputo y de comunicación. Las instalaciones eléctricas deben ser colocadas por personal capacitado.

Las medidas de seguridad para dar mantenimiento a estas instalaciones deben considerar lo siguiente:

- En el equipo eléctrico, los interruptores deben estar envueltos, evitando contacto accidental con personas y objetos y protegidos del sol, lluvia y polvo; cuando se conecte a líneas o a un circuito energizado por medio de un cable o dispositivo de conexión, éste se conectará primero a la parte desenergizada, inversamente cuando se desconecte, la parte del lado de la fuente de desconectará primero.
- La planta de energía eléctrica debe contar con la información que identifique sus características eléctricas y la distancia de seguridad para los voltajes presentes. Debe evitarse instalar cables desnudos y otros elementos descubiertos energizados de una instalación a menos de 3 m del suelo o de cualquier otro lugar de trabajo o de paso, salvo si están protegidos eficazmente mediante cercas o pantallas de protección.
- El mantenimiento sólo podrá realizarse por personal autorizado y capacitado, evitando en la medida de lo posible el trabajo en conductores o equipo energizados. Se deberá verificar que se interrumpe el flujo de energía, conectar a tierra y en cortocircuito los conductores y equipo y proteger los elementos energizados cercanos contra el contacto accidental, después de realizarse el trabajo de mantenimiento, sólo se debe energizar por orden de una persona autorizada.

#### *Almacén de materiales*

Las áreas de trabajo y pasillos deben estar limpios y libres de obstáculos, en caso de estibar material, no se debe obstaculizar la iluminación y ventilación en los lugares donde éstas se requieran. Se debe colocar un extintor en un área visible y de fácil acceso.

El personal debe contar con el equipo de protección necesario en caso de realizar el levantamiento y transporte de carga y evitar cargar más de 50 kg. Cuando se carguen objetos de más de 4 m de largo se empleará un trabajador por cada 4 m, por otra parte los tambos de hasta 200 L deben ser inclinados y trasladados rotándolos por la orilla de su base, en caso de objetos más pesados se debe optar por carretillas, diablos o maquinaria.

#### *Patio de maquinaria*

Este debe mantenerse libre de obstáculos, grietas y protuberancias, debe contar con tambos para la disposición de residuos tanto no peligrosos como peligrosos, así como señalamientos indicando la velocidad de circulación permitida. También se debe señalar el área de tránsito para los trabajadores.

#### *Sanitarios*

Será responsabilidad de la empresa contratada para proveer los sanitarios, el mantenimiento y limpieza de los mismos, no obstante el encargado de la obra o de la vigilancia deberá realizar chequeos de su estado, así como de concientizar a los trabajadores de su correcto uso.

#### *Almacén de combustibles*

No se recomienda el almacenaje de combustibles en el sitio, sin embargo, de ser requerido se deberán considerar lo siguiente: el área del almacén debe estar delimitada por malla gallinero, techada, con piso de concreto y ventilado. Debe contar también con extintor en un lugar visible y accesible, además del equipo necesario para despachar el combustible. Para las actividades de carga y descarga de combustible se deben frenar y bloquear las ruedas de los vehículos.

#### *Almacén de residuos peligrosos*

El almacenamiento temporal de los residuos peligrosos que se generen, previo a su recolección por parte de una empresa autorizada por la Secretaría para tal efecto; deberá cumplir con las características descritas en el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.

#### *Maquinaria y equipo*

- El equipo y herramienta menor debe almacenarse ordenadamente en el almacén mientras no se utilicen.
- Se debe realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo y llevar un registro mensual donde se reporten sus condiciones.
- El personal que realice el mantenimiento debe estar capacitado para esta actividad.

- Las reparaciones mayores no deberán realizarse en el área de proyecto a fin de evitar derrames de aceites o combustible, en el caso de requerirse se acudirá a un taller especializado.

### Equipo de protección personal

La constructora debe proporcionar a los trabajadores el equipo de protección personal (EPP) requerido en cada puesto de trabajo y de acuerdo a los riesgos a los que estén expuestos. También deberá capacitar a los trabajadores sobre el uso del equipo y verificar que sea utilizado durante la jornada de trabajo.

El uso del equipo de protección personal debe realizarse de acuerdo a las recomendaciones, instructivos o manuales del fabricante, en caso de no contar con ellos, se debe considerar al menos lo siguiente:

- El uso correcto del EPP, considerando sus limitaciones o restricciones.
- El reemplazo del EPP cuando produzca alguna reacción alérgica al trabajador, o tomar las medidas para minimizar la reacción.
- El reemplazo cuando su vida útil llegue a su fin o se detecte un deterioro que ponga en peligro la salud del trabajador.
- Revisar el EPP antes y después de usarlo y reportar al supervisor cualquier daño o malfuncionamiento.
- Almacenar el EPP después de su uso y limpieza, separado de los equipos nuevos, y alejado de áreas contaminadas, protegido de la luz solar, polvo, calor o frío extremos, humedad o sustancias químicas, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- Cuando un EPP esté contaminado con sustancias químicas peligrosas o agentes biológicos y no sea posible descontaminarlo, se procederá a darle disposición como residuo peligroso.

### Prevención y combate de incendios

Se deben colocar extintores en las instalaciones de acuerdo a lo siguiente:

- Colocarse en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos, de tal forma que el recorrido hacia el extintor más cercano, tomando en cuenta las vueltas y rodeos necesarios (si es que los hay para llegar a uno de ellos) no exceda de 15 m desde cualquier lugar ocupado dentro de la obra.
- Fijarse entre una altura del piso no menor de 10 cm, medido del piso a la parte más baja del extintor y una altura máxima de 1.50 m, medidos del piso a la parte más alta del extintor.
- Colocarse en sitios donde la temperatura no exceda de 50 °C y no sea menor de – 5 °C.
- El acceso y señalamiento del extintor no estén obstruidos.
- Las instrucciones de operación sobre la placa del extintor sean legibles.

- Los sellos de inviolabilidad estén en buenas condiciones.
- Mantener en buen estado los extintores además de dar mantenimiento cuando menos una vez al año y durante su mantenimiento deben ser sustituidos por equipo para el mismo tipo de fuego y por lo menos de la misma capacidad.
- Mantener alejadas instalaciones eléctricas de sustancias flamables.
- El extintor deberá contar con la fecha de vigencia y recarga.
- En todas las zonas deberán existir extintores tipo ABC de 9 kg. de acuerdo a su ubicación.

Se deberá instruir a los trabajadores en el uso de los extintores, tipos de incendio y métodos para controlarlos.

### 6.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Esta información busca establecer de forma objetiva un monto que sirva como garantía de que las estrategias de prevención, mitigación y compensación de impactos al ambiente que puedan presentarse por la ejecución del proyecto sean realizadas en el periodo requerido, así como utilizando los métodos más adecuados y personal capacitado para que éstas cumplan con los objetivos de protección y conservación propuestos.

En base a las actividades a realizar para cada propuesta, se realiza en cada uno de los anexos correspondientes, la estimación de la inversión requerida, la cual se muestra en la siguiente tabla. Además, se indican los montos estimados asociados para la ejecución y supervisión del general de medidas de mitigación propuestas en este capítulo, así como un monto por reparación de daños ambientales en su caso.

#### ♣ *Acciones de rescate de germoplasma forestal*

**Tabla 13. Resumen de las actividades y costo estimado.**

Concepto	Importe
Ejecución, evaluación y seguimiento de las acciones de rescate de germoplasma forestal	\$ 421,010.50
Instalación y operación del vivero temporal en alcance a las acciones de rescate y germinación de semillas	\$ 89,521.30
SUBTOTAL	<b>\$ 510,531.80</b>
IVA (16%)	<b>\$ 81,685.09</b>
Total	<b>\$ 592,216.89</b>

#### ♣ *Programa de reforestación*

**Tabla 14. Resumen de las actividades y costo estimado en la reforestación.**

Descripción	Importe
Programa de reforestación, actividades de plantación.	\$ 568,076.20
Programa de reforestación, actividades de mantenimiento y monitoreo.	\$ 75,271.20

	<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 643,347.40</b>
	<b>IVA (16%)</b>	<b>\$ 102,935.58</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 746,282.98</b>

❖ *Programa de protección a la fauna silvestre*

**Tabla 15. Resumen de actividades y costo estimado para la protección de la fauna**

Concepto	Importe
Personal y equipo	\$ 693, 887.00
Adecuación de obras de drenaje	\$ 17, 250.00
Pasos elevados para primates	\$ 88, 600.00
Señaléticas	\$ 27, 200.00
Reductores de velocidad	\$ 52, 500.00
<b>Subtotal</b>	<b>\$ 879, 437.00</b>
<b>IVA (16%)</b>	<b>\$ 140, 709.92</b>
<b>Total</b>	<b>\$ 1, 020, 146.92</b>

❖ *Programa de vigilancia ambiental*

**Tabla 16. Costo estimado para el programa de vigilancia ambiental.**

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>MATERIALES</b>				
Componente suelo				
Señalética provisional se seguridad industrial y vial	PZA	10	\$1,000.00	\$10,000.00
Manejo de desechos sólidos no peligrosos, incluye traslado a sitio autorizado	LOTE	1	\$1,000.00	\$1,000.00
Riego cotidiano de vías internas para control de material participado, incluye pipa, operador y un ayudante	pipa	6	\$800.00	\$4,800.00
Almacenamiento de desechos sólidos. incluye instalación de almacén temporal con techado con piso impermeable, contenedores con tapa para separación de residuos	LOTE	1	\$10,000.00	\$10,000.00
Componente agua				
Renta de sanitarios portátiles	mes	12	\$2,000.00	\$24,000.00
Componente atmósfera				
lona multiusos 4.6x7.11 work force	PZA	10	\$1,055.00	\$10,550.00
Componente socioeconómico				
Capacitación y educación ambiental. incluye material	lote	1	\$3,000.00	\$3,000.00
Capacitación en seguridad e higiene. incluye material	lote	1	\$5,000.00	\$5,000.00
<b>Suma de Materiales</b>				<b>\$68,350.00</b>

Personal y mano de obra					
Ayudantes (2)	mes	12	\$1000.00	\$24,000.00	
Biólogo/Ing. ambiental	mes	12	\$7000.00	\$84,000.00	
Herramienta menor	%	2		\$2,160.00	
<b>Suma de Personal y Mano de Obra</b>				<b>\$110,160.00</b>	
EQUIPO					
Cámara canon Eos rebel xs 10.1 megapíxeles	HORA	300	\$1.88	\$564.00	
Camioneta pick up	HORA	300	\$219.42	\$65,826.00	
<b>Suma de Equipo</b>				<b>\$ 66,390.00</b>	
				<b>Subtotal</b>	<b>\$ 244,900.00</b>
				<b>IVA (16%)</b>	<b>\$ 39,184.00</b>
				<b>Total</b>	<b>\$ 282,084.00</b>

La siguiente tabla muestra el monto base para establecer una fianza de acuerdo a las actividades propuestas como medidas de mitigación y prevención de los impactos ambientales que la instalación del proyecto puede ocasionar.

**Tabla 17. Información para fijar montos de fianza.**

Concepto	Monto (M.N.)
Programa de vigilancia ambiental	\$ 244, 900.00
Acciones de rescate de germoplasma	\$ 510,531.80
Programa de reforestación	\$ 643,347.40
Programa de protección a la fauna silvestre	\$ 1, 020, 146.92
Reparación de daños por la incorrecta ejecución de las medidas, programas y acciones ambientales.	\$241, 892.61
<b>Subtotal</b>	<b>\$2, 660, 818.73</b>
<b>IVA (16%)</b>	<b>\$ 425, 730.99</b>
<b>Total</b>	<b>\$3, 086, 549.73</b>

CAPITULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	2
7.1 Introducción	3
7.2.1 Metodología	4
7.2.2 Resultados	6

### *Índice de tablas*

Tabla 1. Matriz de evaluación ambiental	4
Tabla 2. Valores asignados para los distintos escenarios ambientales	6

### *Índice de gráficas*

Gráfica 1. Comparación de la calidad ambiental en tres periodos de tiempo para el escenario sin proyecto.	7
Gráfica 2. Comparación de la calidad ambiental en tres periodos de tiempo para el escenario con proyecto y sin medidas de mitigación.	8
Gráfica 3. Comparación de la calidad ambiental en tres periodos de tiempo para el escenario con proyecto y con medidas de mitigación.	9



## CAPITULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### 7.1 Introducción

La diversidad de problemas ambientales que se han manifestado a lo largo de la historia, pero sobre todo en la historia reciente de la humanidad, como el calentamiento global, la disminución de la capa de ozono, la pérdida de la biodiversidad, la sobre explotación de recurso, han tenido por respuesta diversas manifestaciones de interés en diferentes instancias en el ámbito internacional, cuya evolución se evidencia en el surgimiento de algunos organismos de control multilateral, la expresión de políticas internacionales, y regulaciones de las actividades de desarrollo industrial proporcionales al desempeño ambiental mediante la generación de marcos normativos e institucionales para la solución de este problema.

Los seres humanos, sin duda, son los más poderosos perturbadores de su propio medio natural, no obstante que su salud y quizá su supervivencia sobre la Tierra depende de las condiciones del mismo. Es claro que este daño corresponde a dos razones fundamentales. La primera es que no hay más opción que explotar el medio natural para la obtención de alimento, minerales, cobijo, y tantas otras necesidades de la vida y del desarrollo humano. Y la segunda razón es el descuido, o la destrucción sin sentido. Demasiadas ciudades continúan vertiendo sus desechos en el aire o el agua, la agricultura suele ser innecesariamente destructiva del suelo, y todos somos culpables en diferentes proporciones como individuos consumidores (Henry y Heinke, 1999).

En las últimas décadas los problemas ambientales se han convertido en complejos escenarios a partir de los cuales se despliegan un sinnúmero de reflexiones en torno a las circunstancias que enfrenta la sociedad moderna. Los efectos adversos potenciales derivados de la inserción de eventos tecnológicos y de un modelo de desarrollo cada vez más dependiente del consumo y uso de los recursos naturales han generado un panorama de insostenibilidad que pone en peligro la propia base material de la vida humana, dando con ello paso a la denominada sociedad del riesgo (Beck 1998).

Los proyectos de vialidad, al igual que pueden generar efectos o cambios en el medio socioeconómico, pueden también tener alteraciones significativas, tanto positivas como negativas, en numerosos aspectos del medio físico-natural.

En este contexto los problemas ambientales son igualmente numerosos según la magnitud, naturaleza y ubicación de los mismos. Entre las principales secuelas que va dejando la construcción de una carretera son: mortalidad de fauna a causa de atropellos; pérdida y degradación de hábitats; contaminación del suelo, agua y aire; creación de microclimas no siempre favorables; condiciones hidrológicas alteradas y el aumento de actividades humanas en las zonas adyacentes a los cuerpos carreteros (luell y col., 2003). A este respecto, es necesario implementar metodologías de aplicación rápida, que permitan pronosticar daños potenciales ante la ejecución de proyectos carreteros con visión de desarrollo económico y social, que ayuden a re-direccionar el sentido lógico de las medidas de mitigación y/o compensación adecuadas para contrarrestar los daños ambientales.

## 7.2 Descripción y análisis de los escenarios

### 7.2.1 Metodología

Con la finalidad de estimar los posibles impactos ante la ejecución del proyecto de ampliación de la carretera actual, se llevó a cabo un método de ponderación de factores ambientales utilizado como parte del diagnóstico ambiental del capítulo IV del presente estudio.

Dada la naturaleza de esta metodología se tomaron algunas consideraciones básicas para realizar este procedimiento, las cuales se indican a continuación:

1. Como información básica y guía para la evaluación se utilizó la misma matriz generada para el diagnóstico ambiental del capítulo IV.

**Tabla 1. Matriz de evaluación ambiental**

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
Geoformas (Evaluar cortes en el terreno, terraplenes, extracción de material, etc.)	Original	5
	Escasamente modificadas	4
	Moderadamente modificadas	3
	Altamente modificadas	2
	Totalmente modificada	1
Suelo (Buscar evidencias de erosión laminar, surcos, cárcavas, suelos desnudos por efecto del hombre, pastoreo, etc.)	Sin erosión aparente	5
	Escasa erosión	4
	Moderadamente erosionado	3
	Altamente erosionado	2
	Extremadamente erosionado	1
Calidad del agua (De no existir cuerpos o corrientes de agua se evalúan posibles elementos que pudieran contaminar las aguas superficiales o subterráneas en época de lluvias)	Sin contaminación aparente	5
	Ligera contaminación	4
	Moderada contaminación	3
	Alta contaminación	2
	Extrema contaminación	1
Cubierta vegetal (Los valores de cobertura cambian en ecosistemas áridos)	Mayor al 100 %	5
	75 - 100 %	4
	50 - 75 %	3
	25 - 50 %	2
	Menor al 25 %	1
Naturalidad de la vegetación (Se puede catalogar una zona desmontada como antinatural)	Vegetación original	5
	Domina la vegetación natural sobre la secundaria	4
	Igual vegetación natural que la secundaria	3
	Domina la vegetación secundaria sobre la natural	2
	Solo vegetación secundaria	1
Presencia o rastros de pastoreo (Si no se observa el ganado directamente, se	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
deben buscar rastros como excretas, veredas de tránsito continuo, huellas, etc.)	Alta	2
	Muy alta	1
Presencia o rastros de cultivos (Evaluar la presencia directa de cultivos o terrenos en desuso que hayan sido utilizados para actividades claramente agrícolas)	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3
	Alta	2
	Muy alta	1
Hábitats para la fauna silvestre (Analizar el estado de conservación en que se encuentran las comunidades vegetales como estructura, composición, configuración, etc., además de elementos abióticos como cursos y cuerpos de agua, cañadas y potenciales refugios)	Potencial muy alto	5
	Potencial alto	4
	Potencial medio	3
	Potencial bajo	2
	Potencial muy bajo	1
Diversidad biológica observable (De acuerdo al tipo de ecosistema se evaluará en función de lo observable en términos de la cantidad de especies de flora, fauna y otros grupos biológicos)	Alta diversidad	5
	Moderada diversidad	4
	Baja diversidad	3
	Muy baja diversidad	2
	Diversidad casi o aparentemente nula	1
Evidencia de penetración antrópica (Asentamientos humanos, caminos, brechas, basura, actividades de aprovechamiento de recursos naturales, etc.)	Nula	5
	Escasa	4
	Media	3
	Alta	2
	Muy alta	1

- Se plantearon tres escenarios con tres períodos de tiempo distintos: 1) Pronósticos del escenario sin proyecto; 2) Pronósticos del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación; 3) Pronósticos del escenario con proyecto y con medidas de mitigación.
- Para realizar las evaluaciones en estos tres escenarios se conformó un equipo multidisciplinario, con conocimientos suficientes en cada uno de los factores ambientales empleados. Asimismo se mantuvo un alto grado de objetividad en el momento de la asignación de los valores.
- Como información adicional y de gran relevancia, se analizó tanto el diagnóstico ambiental (capítulo IV) como las medidas de mitigación propuestas (capítulo VI) para tener un panorama más claro de los posibles impactos y obtener así resultados más confiables y certeros.
- Finalmente se optó en manejar valores fraccionarios para calificar los diferentes escenarios, pero utilizando como guía la matriz antes mencionada.

## 7.2.2 Resultados

### Panorama general

En general el área de estudio presenta ligeras variaciones entre los tres escenarios planteados para este análisis. Si se parte de los valores ambientales actuales, según el diagnóstico ambiental (ver capítulo IV), en un escenario donde no se ejecutara el proyecto, la situación ambiental no se vería alterada de ninguna forma, en el sentido del impacto que puede generar la modernización de una carretera. Con la ejecución del proyecto y sin medidas de mitigación la situación cambia de manera mínima en la mayoría de los factores ambientales. En cambio, para un escenario donde se ejecute el proyecto, pero aunado a un conjunto de medidas de mitigación la situación cambia ligeramente en sentido positivo en algunos factores, sin embargo dadas las circunstancias y el estado actual de la zona de estudio, las variantes no parecen ser muy significativas.

**Tabla 2. Valores asignados para los distintos escenarios ambientales**

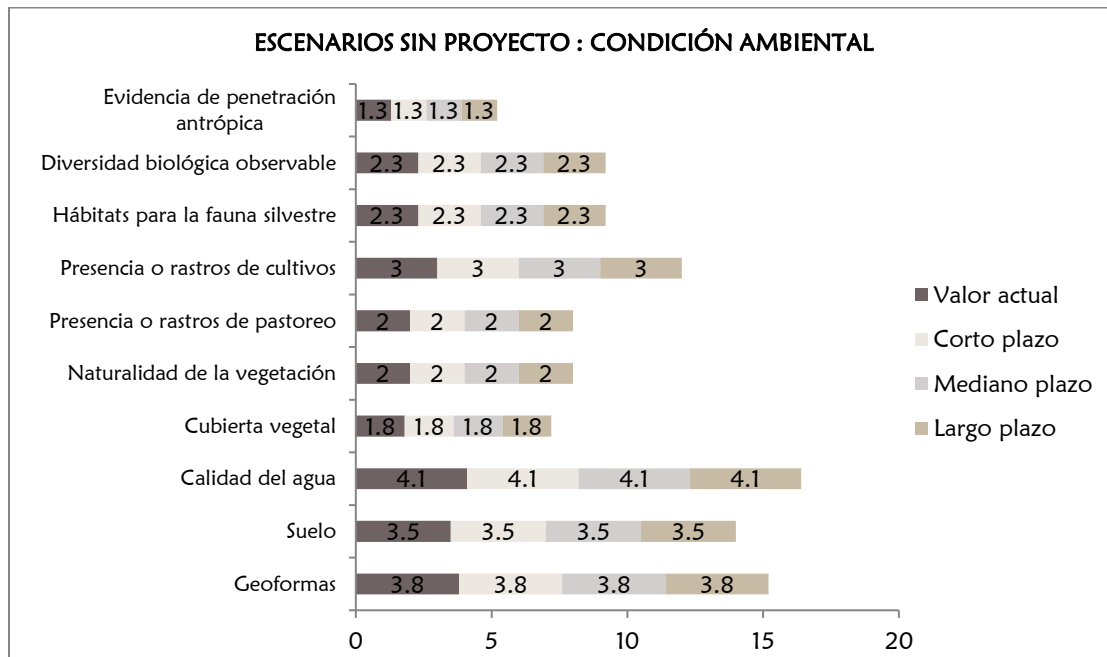
Factor ambiental/social/antrópico	Diagnóstico ambiental	Sin proyecto			Con proyecto/sin medidas			Con proyecto/con medidas de mitigación		
	Línea base	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Geoformas	3.8	3.8	3.8	3.8	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Suelo	3.5	3.5	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
Calidad del agua	4.1	4.1	4.1	4.1	4	4	4	4	4	4
Cubierta vegetal	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8
Naturalidad de la vegetación	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Presencia o rastros de pastoreo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Presencia o rastros de cultivos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Hábitats para la fauna silvestre	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3
Diversidad biológica observable	2.3	2.3	2.3	2.3	2.1	2.1	2.1	2.3	2.3	2.3
Evidencia de penetración antrópica	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3

Plazos: 1) Corto: 5 años; 2) Mediano: 10 años; 3) Largo: >10 años

### Escenario sin proyecto

Antes la ausencia de proyecto a ejecutar, se entiende que los valores y la calidad del medio ambiente no experimentarían algún tipo de alteración, aunque no por ello las condiciones se mantendrían estables a lo largo del tiempo, considerando que existen factores naturales y antropogénicos que conllevan a la degradación ambiental y a la fragmentación de hábitats.

Por citar algunos ejemplos de degradación ambiental, se tiene el crecimiento inadecuado de las zonas en vías de urbanización, la expansión de zonas agrícolas, el desmonte para la generación de monocultivos, tal es el caso de los pastizales inducidos para uso de actividades ganaderas propias de la región.



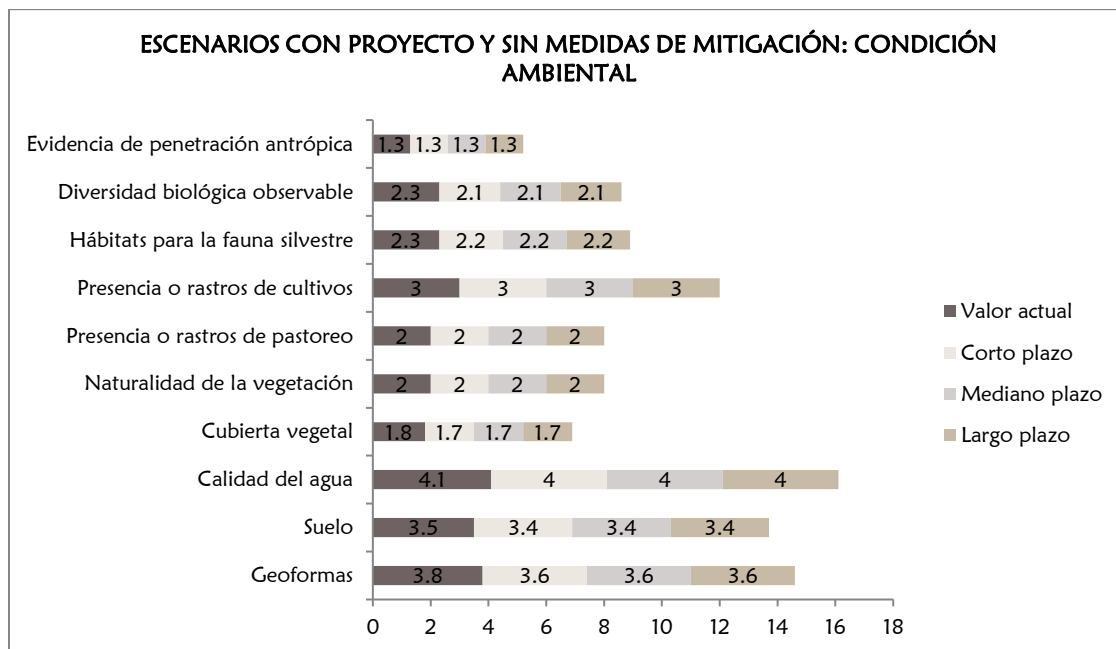
Gráfica 1. Comparación de la calidad ambiental en tres periodos de tiempo para el escenario sin proyecto.

Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación

En un escenario donde el proyecto fuese ejecutado bajo ningún tipo de medida de compensación o mitigación, puede considerarse como el escenario de mayor impacto al ambiente, independientemente de la calidad o el grado de perturbación en el que se encuentre la zona donde se pretende desarrollar el proyecto.

De este modo, de los diez factores planteados, se presentó cierta variabilidad en sus valores en los diferentes periodos tiempos. En este proyecto, el suelo, los hábitats para la fauna silvestre y la diversidad biológica observable serían los mayormente afectados, aunque los valores no representen un cambio significativo.

Los factores que aparentemente no tendrían ningún efecto, negativo o positivo, son los relativos a las actividades de pastoreo o agrícolas, pues el desarrollo del proyecto no promueve la extensión de dichas actividades. En el caso de la ganadería, se considera que hay un exceso de áreas de pastizal para la cantidad de ganado que se pudo observar.



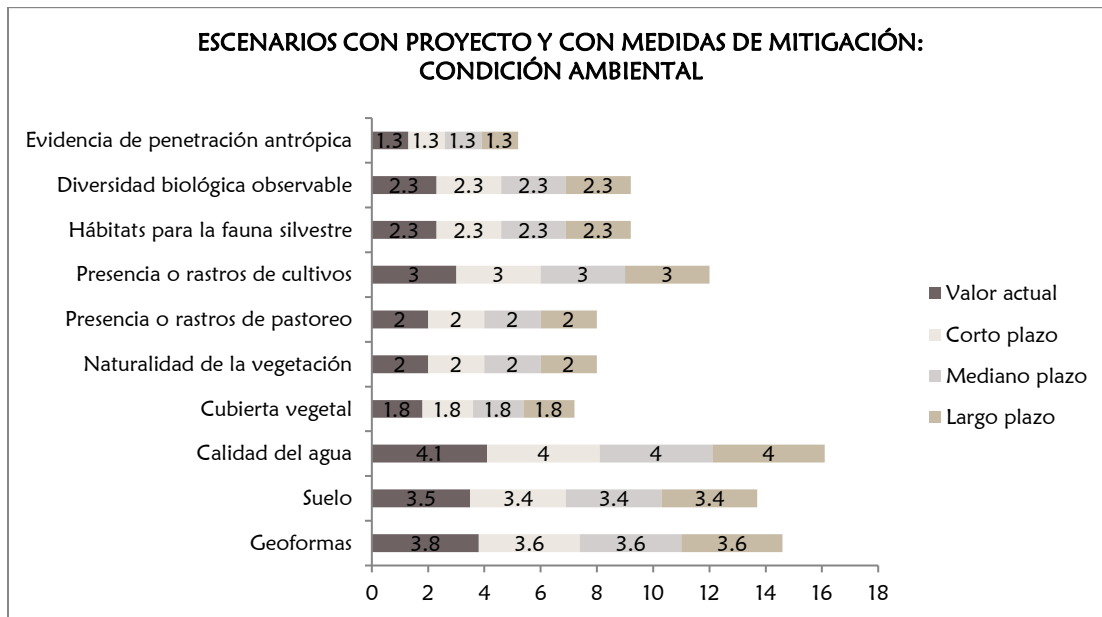
**Gráfica 2. Comparación de la calidad ambiental en tres periodos de tiempo para el escenario con proyecto y sin medidas de mitigación.**

### Escenario con proyecto y con medidas de mitigación

Si el proyecto fuera ejecutado bajo la aplicación de sus respectivas medidas de mitigación, la situación sería diferente y un tanto más variable que los anteriores escenarios. Los factores de presencia o rastros de cultivos y pastoreo se mantendrían inalterados principalmente por cuestiones de las actividades económicas propias de la región, como ya se comentó anteriormente. Las geoformas y el suelo serían los factores que no mostrarían daños aparentemente significativos, por un lado, debido al bajo relieve del terreno, y por el otro, el suelo orgánico tendría un manejo adecuado para las actividades de reforestación.

La cubierta vegetal, la disponibilidad de hábitats para la fauna silvestre y la diversidad biológica observable presentarían un daño moderado durante la ampliación de la carretera, pero a corto plazo bajo la aplicación de las medidas de mitigación planteadas, se vería cierta recuperación hasta alcanzar los valores actuales a largo plazo. Por su parte, la naturalidad de la vegetación tendrían un detrimento inicial, pero se vería recuperado dicho factor a mediano plazo, e incluso a largo plazo tendrían un incremento ligero sobre los valores actuales.

Finalmente los elementos que evidencian la penetración del hombre sobre los ambientes naturales no mostrarían cambios significativos en los periodos de tiempo establecidos respecto a las condiciones actuales.



**Gráfica 3. Comparación de la calidad ambiental en tres periodos de tiempo para el escenario con proyecto y con medidas de mitigación.**

### 7.3 CONCLUSIONES FINALES

El presente estudio corresponde a la modernización del camino San Manuel Nuevo Canutillo – E.C (Nuevo Coahuila – El Desengaño) en el tramo comprendido del km 20+000 al km 33+200, con una meta de 13.20 km, ubicado en el municipio de Candelaria en el estado de Campeche.

El tramo actualmente presenta las características de un camino tipo D, con un ancho de corona promedio de 4 a 6 m, por lo que el proyecto de modernización plantea homogenizar el ancho del camino y realizar las alineaciones pertinentes para que cumpla con las características de un camino tipo C.

Ubicado en la Provincia fisiográfica Península de Yucatán y Subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche, el proyecto se ubica en una región con clima cálido subhúmedo con lluvia de verano, y sobre una llanura de depósito lacustre de piso rocoso o cementado, predominan las redzinas con sus características de alto contenido de arcilla y materia orgánica.

Como referencias espaciales para el análisis del proyecto se definen una SAR de 121,215.907 ha, un Área de influencia de 607.764 ha y una Línea de ceros de 12 m de ancho y superficie de 15.839 ha donde se realizarán las actividades de modernización y por lo tanto, donde se prevé que ocurran los principales impactos debido a ellas.

Una vez analizada la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y política ambiental, así como con los instrumentos de ordenamiento ecológico territorial que resultaron aplicables; se encontró que, en función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como de las características y condiciones del ecosistema en que se inserta; la ejecución de este no contraviene estrategia o criterio alguno establecido en los citados

instrumentos. Por otro lado, el proyecto presenta coincidencias con el Plan Nacional de Desarrollo, así como con el Programa de Trabajo 2019 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el Plan Estatal de Desarrollo 2019-2021 del Gobierno del Estado de Campeche y el Plan de Desarrollo Municipal de Candelaria, Campeche. Asimismo, el proyecto presenta vinculación positiva con la acción específica A051 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, la cual busca *Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.*

En función de su ubicación, características y alcances, se encontró que la ejecución del proyecto contribuiría a la modernización de los caminos rurales de las zonas marginadas del país, mejorando de manera particular la seguridad de los usuarios del camino que se pretende modernizar, así como el transporte de bienes y servicios, con lo cual se contribuiría a la integración logística de las localidades de San Manuel Nuevo Canutillo, Nuevo Coahuila y El Desengaño, en el municipio de Candelaria, Campeche, contribuyendo finalmente a que México cuente con una red carretera más segura y eficiente. Cabe mencionar que, de acuerdo con estimaciones hechas por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2015), el municipio de Candelaria en el estado de Campeche presenta un grado de rezago social Alto. Asimismo, el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2016) señala que el municipio de Candelaria en el estado de Campeche presenta un grado de marginación Alto.

En relación con los objetivos de conservación de la biodiversidad de las áreas naturales protegidas, regiones prioritarias para la conservación y demás instrumentos de conservación y protección de los ecosistemas y la biodiversidad que resultaron aplicables, se encontró que, en función tanto de las características, ubicación y alcances del proyecto, así como del estado actual que guardan los ecosistemas de la zona, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, la ejecución del mismo no representa un incremento significativo en la fragmentación que presenta actualmente el ecosistema, así como tampoco representa una amenaza para la conservación de la diversidad biológica ni para el equilibrio funcional de los ecosistemas y la generación de servicios ambientales.

Finalmente, una vez realizada la vinculación del proyecto con los ordenamientos jurídicos aplicables, de los tres niveles de gobierno, se encontró que el mismo no presenta controversia alguna con la normatividad aplicable, siempre y cuando se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas tanto preventivas, como de mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, las cuales se detallan en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Asimismo, el proyecto deberá ajustarse a los límites y condiciones que establecen las Normas Oficiales Mexicanas, así como las disposiciones de la legislación aplicable a las distintas actividades que lo conforman.

Se obtuvo información cartográfica mediante la consulta de datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, Serie VI, 2016), para conocer la distribución, y superficie que ocupa el uso actual del suelo y tipos de vegetación (USVEG), dentro del sistema ambiental regional (SAR), área de Influencia (AI) y Línea de ceros (LC) del proyecto.



Respecto a la vegetación a afectar por las distintas actividades pretendidas dentro de la LC, fue sumamente importante realizar un trabajo mediante un sistema de información geográfica (SIG), utilizando procedimientos de Fotointerpretación (FI) a partir de un ortomosaico generado por medio de un levantamiento fotográfico aéreo tomado con un Drone, la caracterización de la vegetación en campo a través de los recorridos realizados, fotografías terrestres y muestreos de la vegetación en áreas del proyecto; con el fin de ajustar a mayor detalle las coberturas de uso de suelo y tipos de vegetación (USVEG), respecto a los datos vectoriales obtenidos de INEGI, (Serie VI, 2016); en este sentido, la (FI) se realizó a un solo nivel de proyecto que abarca la LC.

En la zona de estudio se presenta un incremento de los diferentes usos del suelo, mismo que ha modificado la vegetación natural remitiendo al crecimiento de VS/SMQ, donde el camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido, resultan ser coberturas no forestales dominantes dentro de la LC (15.508 ha). El área requerida para el proyecto en la totalidad de la LC contempla una superficie de (15.838 ha) de las cuales considerando la cobertura forestal que ahí se desarrolla en áreas sujetas a CUSTF, únicamente se tendrá una afectación puntual de la vegetación forestal de (0.330 ha), la vegetación que logra su desarrollo en la zona corresponde a la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. En este caso la VS/SMQ es la cobertura que resultara afectada por las distintas obras y/o actividades pretendidas.

A pesar de que, dentro del SAR y AI se observan paisajes con buen estado de conservación, aunque bastante fragmentados en sus coberturas, los cambios de origen antropogénico son notables en algunas áreas dentro de la LC, mismos que han reflejado a través de los años la disminución de superficies que presentaban vegetación para dar paso a otro uso de suelo, donde la cobertura forestal ha sufrido reducciones sustanciales en sus áreas naturales. El cambio de uso del suelo o en general el cambio de tipos de cobertura del terreno es, en mayor medida, consecuencia de la interacción de las actividades humanas con el medio natural; dichos cambios indican el impacto de las actividades económicas y el desarrollo de las comunidades humanas sobre el territorio y una mayor demanda por los recursos, lo que está generando cambios importantes en los ecosistemas locales.

La composición florística de las especies observadas en los sitios de muestreo y durante los recorridos realizados de un sitio a otro en las áreas del proyecto y SAR, se logró obtener la riqueza taxonómica de plantas vasculares, dando como resultado 47 familias, 130 géneros y 158 especies; destacan las dicotiledóneas en cuanto a las familias (76.6%), géneros (80.0%) y especies (79.7%) seguido de las monocotiledóneas en su representación con (21.3, 19.2, 19.6%) respectivamente. El origen florístico arrojó que 138 especies son de origen nativo o de distribución natural para México, representando el (87.3%) del total de especies identificadas y el resto (20) son introducidas (12.7%). En los sitios de muestreo y durante los recorridos realizados de un sitio a otro, en el SAR y áreas del proyecto (AI/DDV/LC) se identificó a *Cedrela odorata* (Cedro), especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de sujeta a protección especial (Pr).

Así mismo, se llevaron a cabo 26 sitios de muestreo (13=MP y 13=MSAR), información que fue recabada en campo y que sirvió para realizar un análisis para identificar las diferentes dinámicas e interacciones bióticas que se presentasen en AP y SAR, mediante la obtención de diferentes índices de diversidad biológica que permitiera poder realizar una comparación

cuantitativa y cualitativa de las especies que caracterizan a la estructura de la vegetación en las dos unidades de análisis consideradas; por un lado, sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto (MP), con respecto a sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto (MSAR).

A grandes rasgos, para el caso del estrato (AR) se presenta una mayor riqueza obtenida para los MSAR; los índices de diversidad muestran valores más altos; para el caso del estrato (AB) existe una mayor riqueza de especies y diversidad dentro de los MP, superando a los MSAR con una riqueza de 22 especies, lo que denota áreas con mayor grado de perturbación. Por otro lado, para el estrato (HI) de igual forma se registraron los mayores valores para los MSAR; lo anterior, pone de manifiesto que a pesar de las distintas actividades que pretenden realizarse dentro de la LC no se pondrá en riesgo la dinámica ecológica de la VS/SMQ, ya que a nivel de SAR y AI existen amplias y extensas superficies que presentan este mismo tipo de vegetación.

Tomando en cuenta la riqueza de especies registrada en los sitios de muestreo, se puede decir que dentro del AP=MP aún existen áreas con presencia de (VS/SMQ); sin embargo, presentan distintos grados de conservación, con respecto a la estructura, riqueza y composición de especies. Además, se observó que el impacto de la perturbación a través de los años ha incrementado la riqueza de especies a nivel local, modificando la composición florística dentro de la selva mediana, ya que muchas especies identificadas forman parte de fases iniciales e intermedias de la sucesión secundaria, mismas que han logrado su establecimiento en la zona formando parte de especies dominantes.

Por lo anterior, el análisis estadístico justifica el diseño y tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, así como la representatividad de la muestra evaluada, en función de las características del tipo de vegetación observado dentro y fuera de las AP, incluye superficies del SAR y AI; indicando la intensidad de muestreo, tamaño de la muestra, número de sitios de muestreo y su distribución, así como se logró determinar el tamaño de muestra con niveles de confianza altos de la vegetación por afectar asociada al VS/SMQ. Los modelos no paramétricos empleados indican una buena completitud y fiabilidad del muestreo de biodiversidad.

Después de consultar los Artículos y fracciones enmarcados en la LGDFS y el RLGDFS aplicables al proyecto, vale la pena mencionar, que dentro de la LC en áreas sujetas a CUSTF se presenta vegetación “forestal” asociada a la VS/SMQ, lo anterior; de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 7, y las fracciones VI, XXIII, XLVI, XLVII, LXIX, LXX, LXXI, LXXIV y LXXX citadas en la LGDFS y lo dispuesto en el Artículo 1 y 2, fracción XXXI citada en el RLGDFS.

Así mismo, dentro de la LC también se encuentra superficies que fueron consideradas como “no forestales”, donde prácticamente se encuentran coberturas asociadas al camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido, en este último caso de igual forma se revisaron los Artículos y fracciones enmarcados en la LGDFS y el RLGDFS aplicables al proyecto.

En este sentido, la superficie total requerida dentro de la LC corresponde a 15.838 ha, de las cuales únicamente para las áreas sujetas a CUSTF se requiere una superficie de 0.330 ha,

polígonos que fueron delimitados con presencia de vegetación “Forestal” asociada a la VS/SMQ y el resto corresponde a 15.508 ha dentro de la LC “No Forestales”, entre las que destacan el camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido.

Cabe aclarar, que dentro de las áreas sujetas a CUSTF se identificó 1 especie de flora enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010; por lo anterior, se deberá llevar a cabo un programa de “rescate de germoplasma forestal”, rescatando frutos y semillas, para evitar su afectación como una medida de prevención y mitigación; además, es importante llevar a cabo un “programa de reforestación funcional y estratégico”, donde se incluya esta especie entre las más importantes, además del rescate de plantas completas de especies importantes ecológicamente hablando en caso de llegar a ser observadas, ya que se distribuyen fuera de la LC.

Si bien, existirá remoción de vegetación “forestal” dentro de la totalidad de las áreas consideradas, el proyecto únicamente se deberá ajustar a la superficie obtenida de los análisis realizados (0.330 ha) del total (15.838 ha), sin afectar ni considerar otras áreas fuera de las mencionadas para llevar a cabo CUSTF. No obstante, los impactos ambientales a la vegetación y su flora dentro de las (0.330 ha) que serán generados por las distintas actividades que pretende el proyecto pueden ser mitigados y en el mejor de los escenarios, pueden ser prevenidos y compensados a través de diversas estrategias y acciones como el rescate de germoplasma y acciones de reforestación en sitios bien seleccionados, instalación de señalética ambiental, pláticas de educación ambiental, con la finalidad de mitigar y atenuar los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, esto logrará incrementar la calidad y funcionalidad ecológica a través de la protección y conservación de especies. Además, se deberán llevar a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación, prevención y compensación que se proponen en el capítulo VI de la MIA-R, promoviendo un proyecto lo mayormente amigable con el medio ambiente.

En cuanto a la fauna se registraron para el eje del proyecto 65 especies de vertebrados terrestres, de los cuales, dos son anfibios, cinco reptiles, 53 aves y cinco mamíferos. El grupo más dominante son las aves, así como el más conspicuo durante los muestreos en prácticamente todo el trazo. Por su parte, para el SAR se lo logró registrar 90 especies, tres correspondientes al grupo anfibios, ocho reptiles, 74 aves y cinco mamíferos. El mayor número de especies de vertebrados en el SAR respecto al eje del proyecto se debe fundamentalmente a que las características ambientales son de mayor calidad en el SAR. Por otro lado, se reportan, nueve especies de vertebrados terrestres referidas en el NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo, una corresponde al grupo anfibios, dos al grupo reptiles y seis al grupo aves; en el caso de los mamíferos ninguna especie se considera en riesgo. Se reportan también cuatro especies exóticas, presentes mayormente en asociación a los asentamientos humanos o sitios ampliamente degradados. Los resultados obtenidos corresponden a una proporción importante y ampliamente confiable, en términos del esfuerzo de muestreo, de los vertebrados que pueden ocurrir en el eje del proyecto y el SAR.

Con la metodología para identificación y valoración de impactos por las distintas actividades a realizar para la modernización del camino se tiene que de los 31 elementos indicadores considerados, son 29 los que se identifica que, sin implementar medidas de ningún tipo, serán afectados por el proyecto, generando un total de 155 impactos ambientales.

Los impactos negativos en un escenario sin medidas de mitigación de ningún tipo, se valoran en general como Medio y Altos, y se esperan en todas las etapas del proyecto, afectando a casi todos los indicadores. Por su parte, los impactos positivos identificados en un escenario “sin medidas” se ubican en la categoría social y económica, ya que el mismo proyecto promueve el desarrollo de la región; en este caso se espera un incremento temporal de actividades económicas y generación de empleos.

Cuando se considera en la evaluación de los impactos las medidas mitigación propuestas en el capítulo VI, se logra reducir el valor de todos los impactos negativos.

Los resultados presentados de los pronósticos ambientales muestran que las condiciones ambientales de la zona del proyecto no se verían afectadas de modo significativo durante la ejecución del proyecto, sin embargo una adecuada aplicación de las medidas de mitigación, y bajo un esquema de responsabilidad ambiental, además de las medidas compensación correspondientes que se plantean en presente proyecto, los efectos negativos al ambiente no sólo se reducirían, sino también se revertirían para algunos de los factores en cierta medida.

## CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

En este apartado se muestra la numeración correspondiente a los anexos de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R), mismos que muestran la información orientada al soporte y coherencia de los diferentes capítulos descritos en la MIA-R; los resultados incluidos se obtuvieron mediante la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible en la literatura especializada. En la siguiente tabla se muestra la numeración de los anexos correspondientes.

**Tabla 1. Numeración de los anexos que integran la MIA-R.**

Número de anexo	Documento
<b>1</b>	Cartografía temática (Impreso y digital)
<b>2</b>	Cartografía especializada (Impreso y digital)
	2.1. Ubicación de áreas forestales dentro de la LC 2.2. Flora 2.3. Fauna 2.4. Polígonos sujetos a reforestación
<b>3</b>	KMZ del proyecto (digital)
	3.1. Proyecto 3.2. Polígonos forestales dentro de la LC 3.3. Flora 3.4. Fauna 3.5. Ortomosaico generado 3.6. Polígonos sujetos a reforestación
<b>4</b>	Tablas coordenadas UTM (digital)
	4.1. Coordenadas cadenamientos cada 250 m 4.2. Coordenadas ubicación obras de drenaje 4.3. Coordenadas polígonos forestales dentro de la LC 4.4. Coordenadas UTM de la especie de flora registrada en la NOM-059 4.5. Coordenadas vértices polígonos sujetos a reforestación
<b>5</b>	Memorias de cálculo (Curvas de acumulación de especies), (Digital)
	5.1. Flora 5.2. Fauna
<b>6</b>	Literatura citada y bibliografía consultada (Impreso y digital)
<b>7</b>	Listado de flora (Impreso y digital)
<b>8</b>	Listado de fauna (Impreso y digital)
<b>9</b>	Catálogo de flora (Impreso y digital) <i>(Guía práctica de identificación florístico – taxonómico)</i>
<b>10</b>	Catálogo de fauna (Impreso y digital)

Número de anexo	Documento
	<i>(Guía práctica de identificación faunístico – taxonómico)</i>
<b>11</b>	Acciones de rescate de germoplasma forestal (Impreso y digital)
<b>12</b>	Programa de reforestación (Impreso y digital)
<b>13</b>	Programa de protección de fauna silvestre (Impreso y digital)
<b>14</b>	Reporte fotográfico del proyecto (Impreso y digital) <i>(Guía práctica de ubicación)</i>
<b>15</b>	Resumen ejecutivo (Impreso y digital)