MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL PARA EL PROYECTO:

Línea de Transmisión Asociada a la Planta Solar Haab Kiin

Datos Protegidos por la LFTAIPG.

Consulta Pública

Umán, Yucatán, México

Agosto 2026

1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1-1

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO 1-2

1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO 1-5

1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

1.4 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 1-2

1.4.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 1-2

1.4.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE 1-2

1.4.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL 1-2

1.4.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR NOTIFICACIONES 1-2

1.4.5 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE ESTUDIO 1-2

1.4.5.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 1-3

1.4.5.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP 1-3

1.4.5.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL 1-3

1.4.5.4 DOMICILIO DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 1-3

1.4.6 PARTICIPANTES 1-4

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo de base de cimentación para torre. 1-16

Figura 4: Ejemplos de tipos de torres autosoportadas. 1-17

Figura 9: Esquema de Almacén de residuos susceptibles a reutilización y reciclaje. 1-35

Figura 10: Almacenaje de los Residuos Peligrosos. 1-36

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Localización general del Proyecto. 1-9

Mapa 2: Ruta de Acceso al Proyecto. 1-10

Mapa 3: Obras Temporales. 42

Mapa 4: Obras Permanentes. 44

Mapa 5: Área sin Infraestructura. 1-47

Mapa 6: Cambio de Uso de Suelo. 1-50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas del Área del Proyecto. 1-6

Tabla 2: Áreas del Proyecto. 1-11

Tabla 10: Actividades de Mantenimiento y su periodicidad. 1-24

Consulta Pública

Tabla 11:Clasificación de residuos sólidos no peligrosos. 1-27
Tabla 12: Características de los residuos CRETIB. 1-28
Tabla 13: Categoría de los residuos peligrosos. 1-29
Tabla 14: Residuos estimados en la etapa de Preparación. 1-31
Tabla 15: Residuos estimados en la etapa de Operación. 1-32
Tabla 16: Residuos estimados en la etapa de Operación y Mantenimiento. 1-33
Tabla 17: Factor de Emisión. 1-39
Tabla 18: Consumo de combustible para el proyecto. 1-39
Tabla 19: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Preparación. 1-40
Tabla 20: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Construcción 1-40
Tabla 21: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Operación y Mantenimiento. 1-40
Tabla 15: Superficies que componen el Área del Proyecto. 1-41
Tabla 16. Extracto de coordenadas de los Paneles Solares. 1-41
Tabla 16. Extracto de coordenadas de la Brecha de Mantenimiento. 43
Tabla 16. Extracto de coordenadas de las cimentaciones de las torres. 43
Tabla 5: Superficies que componen el Área sin Infraestructura. 1-45
Tabla 16. Coordenadas del Cruce con la Carretera. 1-45
Tabla 16. Extracto de coordenadas de las cimentaciones de las torres. 1-46
Tabla 6: Tabla 8. Longitud de Trazo de la Línea de Transmisión. 1-48
Tabla 7: Superficies con sellamiento de suelo. 1-48
Tabla 8: Superficies por Tipo de Vegetación Actual. 1-48
Tabla 9: Cambio de Uso de Suelo necesario para la instalación del Proyecto 1-49

Consulta Pública

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

La sociedad moderna no podría funcionar sin un suministro confiable de energía eléctrica. La energía en forma de combustibles, productos y servicios afecta directamente el operar de las sociedades modernas y posmodernas. Los sistemas y diseños ineficientes son los que más rápido tienden a la entropía y generan las mayores asimetrías, tanto económicas como ambientales. La eficiente transformación y uso de energía favorece la conservación del ambiente. Los principios de sustentabilidad buscan establecer sistemas más eficientes como un mecanismo de preservación de los recursos naturales.

Las revoluciones sociales y científicas han estado relacionadas con cambios en la eficiencia de los sistemas. La tecnología cuestiona constantemente los paradigmas sociales, políticos y económicos. Algunos grupos argumentan que la problemática demográfica y el fenómeno de calentamiento global podrían ser combatidos con una "revolución científica". La propuesta es alentadora, el tiempo para implementarla muy corto, lo que obliga a buscar sistemas más eficientes de transformación de energía, para no comprometer la disponibilidad de recursos para las generaciones futuras. Los cambios recientes en la política y regulaciones del sector energético en México, en particular del sector eléctrico, intentar aportar soluciones a los problemas estructurales del sector. La apertura de un mercado de energía con la participación de grupos privados deberá propiciar mayor eficiencia.

El presente trabajo describe los esfuerzos de la empresa, Datos Protegidos por la LFTAIPG. en desarrollar el proyecto **Línea de Transmisión Asociada a la Planta Solar Haab Kiin**, en el municipio de Umán, en el estado de Yucatán.

El objetivo de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) que a continuación se detalla, es presentar la información y argumentos que permitirán evaluar ambientalmente la factibilidad del proyecto de generación de energía eléctrica. En congruencia a lo antes expresado, la estructura y contenido de esta MIA en su modalidad Regional[1], responde a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás disposiciones legales aplicables. Adicionalmente, la MIA-R aporta elementos complementarios a lo estrictamente solicitado. En este sentido, la MIA-R de la Línea de Transmisión Asociada a la Planta Solar Cerro Colorado parte de la siguiente premisa:

- Las leyes mexicanas establecen tanto la responsabilidad de la sociedad y en particular del gobierno de abastecer de energía eléctrica a la población, así como de cuidar que en este proceso el ambiente no sea afectado significativamente.
- México requiere para su crecimiento y estabilidad social satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica, servicios y productos asociados al sector energía y a la industria en general.

[1] *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Artículo 5, 11, 12 y 13.*

Consulta Pública

- La solución al problema de abastecimiento de energía eléctrica sin causar alteraciones significativas al ambiente exige incorporar procesos de generación altamente eficientes.

Con base en lo anterior Datos Protegidos por la LFTAIPG., propone la construcción del proyecto **Línea de Transmisión Asociada a la Planta Solar Haab Kiin,** que tendrá la como objetivo la transmisión de la energía eléctrica proveniente de la Planta Solar Haab Kiin y que será entregada a la Red Nacional de Transmisión.

En particular, dicha manifestación utiliza la guía establecida; para tal fin, por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la Subsecretaría de Gestión y Protección al Ambiente de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Como elementos adicionales, se aporta una reflexión que presenta la justificación del proyecto, un análisis de las disposiciones legales aplicables y su correlación con los impactos ambientales identificados, con el objetivo de señalar que impactos ambientales se encuentran contemplados en reglamentos y normas ambientales. Así mismo, se realiza un análisis de la relación del proyecto con lo establecido en el artículo 44 del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental de la LGEEPA.

La MIA-R de este Proyecto, pretende documentar y aportar elementos cognoscitivos que permitan establecer y sustentar lo antes manifestado. Con este planteamiento inicial nos permitimos presentar a su amable consideración la MIA a nivel Regional, en cumplimiento a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás disposiciones legales aplicables.

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Línea de Transmisión Asociada a la Planta Solar Haab Kiin

1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR NOTIFICACIONES

Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.2.5 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE ESTUDIO

Datos Protegidos por la LFTAIPG

Consulta Pública

1.2.5.1 Nombre o Razón Social

Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.2.5.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.2.5.3 Nombre y cargo del Representante Legal

Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.2.5.4 Domicilio del responsable Técnico del estudio

Datos Protegidos por la LFTAIPG

Teléfono y correo electrónico

Datos Protegidos por la LFTAIPG

Consulta Pública

1.2.6 PARTICIPANTES

Datos Protegidos por la LFTAIPG

Consulta Pública

1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área del proyecto está a aproximadamente 11.58 km al oeste del centro de la ciudad de Mérida; a 5.63 km al Norte de la localidad de Umán; a 3.84 km al este de localidad de Texán de Palomeque, todas estas localidades pertenecen a el estado de Yucatán.

Las coordenadas del Derecho de Vía de la Línea de Transmisión (DDV LT):.

Consulta Pública

Tabla 1: Coordenadas del Área del Proyecto.

Derecho de Vía de la Línea de Transmisión		
UTM (DATUM WGS84 Zona 16Q		
Vértice	Este X*	Norte Y*
1	209326.599	2318404.173
2	209327.692	2318402.474
3	209335.577	2318406.005
4	209350.148	2318369.168
5	209349.351	2318368.811
6	209367.740	2318340.231
7	209543.034	2318067.787
8	209559.255	2318067.787
9	209559.255	2318042.577
10	209759.470	2317731.401
11	209775.691	2317731.401
12	209775.691	2317706.191
13	209975.906	2317395.015
14	209992.127	2317395.015
15	209992.127	2317369.805
16	210192.342	2317058.629
17	210208.563	2317058.629
18	210208.563	2317033.419
19	210408.778	2316722.243
20	210424.998	2316722.243
21	210424.998	2316697.033
22	210433.413	2316683.954
23	210766.064	2316708.739
24	210766.064	2316716.191
25	210806.064	2316716.191
26	210806.064	2316711.719
27	211164.959	2316738.460
28	211164.959	2316745.911
29	211204.959	2316745.911
30	211204.959	2316741.440
31	211563.853	2316768.180
32	211563.853	2316775.632
33	211603.853	2316775.632
34	211603.853	2316771.161
35	211962.747	2316797.901
36	211962.747	2316805.352
37	212002.747	2316805.352
38	212002.747	2316800.881
39	212029.005	2316802.838
40	212350.807	2316888.442
41	212350.807	2316899.276
42	212390.807	2316899.276
43	212390.807	2316899.083
44	212737.363	2316991.273
45	212737.363	2317002.106
46	212777.363	2317002.106
47	212777.363	2317001.914
48	213123.920	2317094.103
49	213123.920	2317104.937
50	213163.920	2317104.937
51	213163.920	2317104.744
52	213510.476	2317196.934
53	213510.476	2317207.767
54	213550.476	2317207.767
55	213550.476	2317207.575
56	213897.033	2317299.764
57	213897.033	2317310.598
58	213937.033	2317310.598
59	213937.033	2317310.405
60	214283.589	2317402.595
61	214283.589	2317413.428
62	214323.589	2317413.428
63	214323.589	2317413.236
64	214442.924	2317444.981
65	214665.573	2317519.558
66	214665.573	2317531.493
67	214701.204	2317531.493
68	215044.861	2317646.603
69	215044.861	2317658.537
70	215080.492	2317658.537
71	215424.150	2317773.647
72	215424.150	2317785.582
73	215459.781	2317785.582
74	215771.886	2317890.123
75	215773.902	2317890.635
76	215775.212	2317890.803
77	215805.851	2317893.264

Consulta Pública

Derecho de Vía de la Línea de Transmisión		
UTM (DATUM WGS84 Zona 16Q		
78	215805.851	2317900.825
79	215845.851	2317900.825
80	215845.851	2317896.476
81	216017.097	2317910.227
82	216018.949	2317910.253
83	216020.789	2317910.034
84	216022.583	2317909.574
85	216198.866	2317851.732
86	216234.914	2317851.732
87	216234.914	2317811.732
88	216194.914	2317811.732
89	216194.914	2317823.560
90	216016.530	2317882.091
91	215845.851	2317868.385
92	215845.851	2317860.825
93	215805.851	2317860.825
94	215805.851	2317865.173
95	215779.158	2317863.030
96	215464.150	2317757.516
97	215464.150	2317745.582
98	215428.520	2317745.582
99	215084.861	2317630.472
100	215084.861	2317618.537
101	215049.231	2317618.537
102	214705.573	2317503.427
103	214705.573	2317491.493
104	214669.943	2317491.493

Derecho de Vía de la Línea de Transmisión		
UTM (DATUM WGS84 Zona 16Q		
105	214451.398	2317418.290
106	214450.550	2317418.036
107	214323.589	2317384.262
108	214323.589	2317373.428
109	214283.589	2317373.428
110	214283.589	2317373.621
111	213937.033	2317281.431
112	213937.033	2317270.598
113	213897.033	2317270.598
114	213897.033	2317270.791
115	213550.476	2317178.601
116	213550.476	2317167.767
117	213510.476	2317167.767
118	213510.476	2317167.960
119	213163.920	2317075.770
120	213163.920	2317064.937
121	213123.920	2317064.937
122	213123.920	2317065.130
123	212777.363	2316972.940
124	212777.363	2316962.106
125	212737.363	2316962.106
126	212737.363	2316962.299
127	212390.807	2316870.109
128	212390.807	2316859.276
129	212350.807	2316859.276
130	212350.807	2316859.468
131	212034.944	2316775.444

Derecho de Vía de la Línea de Transmisión		
UTM (DATUM WGS84 Zona 16Q		
132	212033.776	2316775.186
133	212032.385	2316775.012
134	212002.747	2316772.804
135	212002.747	2316765.352
136	211962.747	2316765.352
137	211962.747	2316769.823
138	211603.853	2316743.083
139	211603.853	2316735.632
140	211563.853	2316735.632
141	211563.853	2316740.103
142	211204.959	2316713.362
143	211204.959	2316705.911
144	211164.959	2316705.911
145	211164.959	2316710.382
146	210806.064	2316683.642
147	210806.064	2316676.191
148	210766.064	2316676.191
149	210766.064	2316680.662
150	210427.187	2316655.413
151	210425.042	2316655.418
152	210422.924	2316655.750
153	210420.880	2316656.402
154	210418.961	2316657.359
155	210417.210	2316658.598
156	210415.669	2316660.089
157	210414.373	2316661.799
158	210401.219	2316682.243

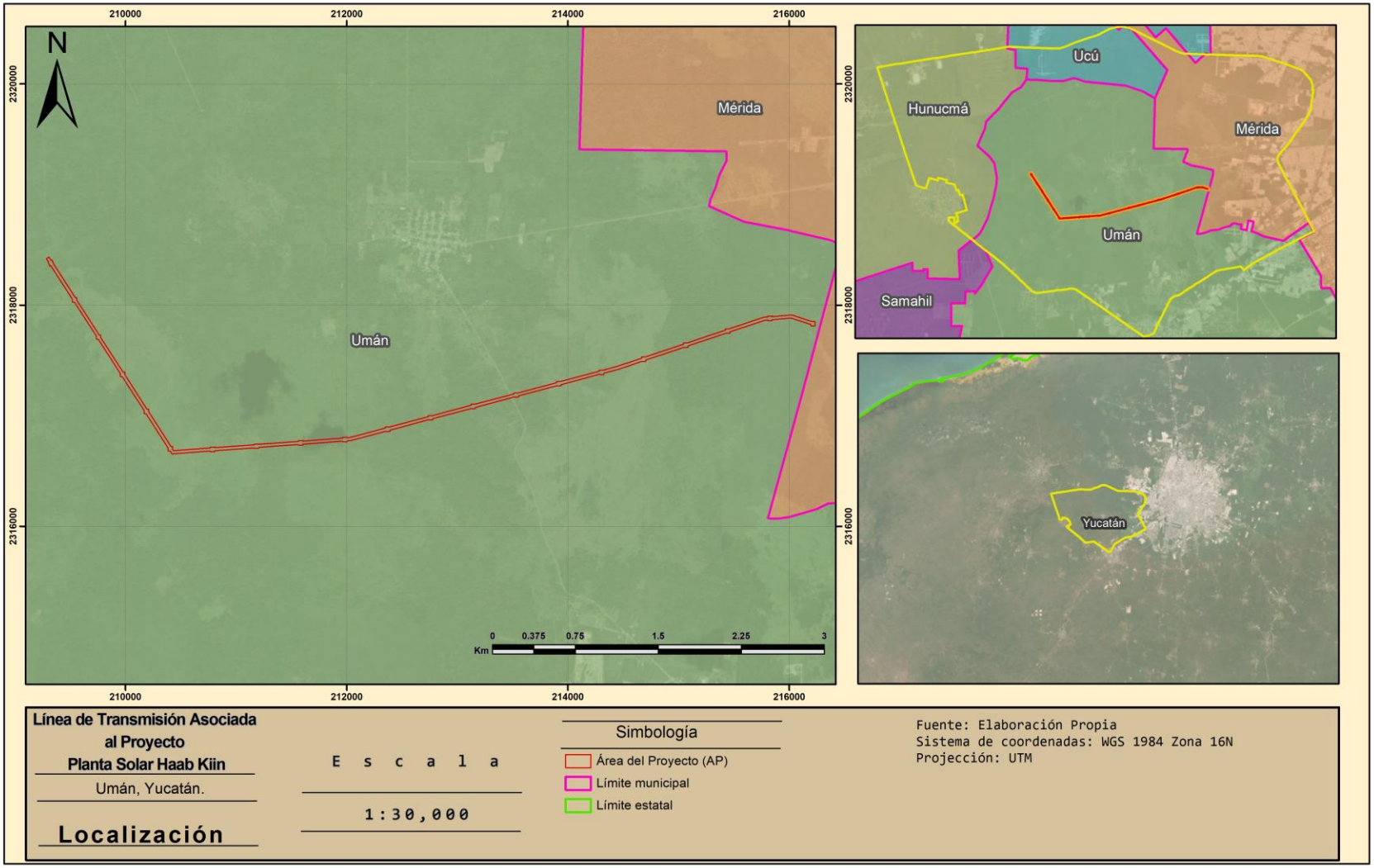
Consulta Pública

Derecho de Vía de la Línea de Transmisión		
UTM (DATUM WGS84 Zona 16Q		
159	210384.998	2316682.243
160	210384.998	2316707.454
161	210184.783	2317018.629
162	210168.563	2317018.629
163	210168.563	2317043.840
164	209968.348	2317355.015
165	209952.127	2317355.015
166	209952.127	2317380.226
167	209751.912	2317691.401
168	209735.691	2317691.401
169	209735.691	2317716.612
170	209535.476	2318027.787
171	209519.255	2318027.787
172	209519.255	2318052.997
173	209343.805	2318325.683
174	209323.503	2318357.237
175	209313.249	2318352.645
176	209298.678	2318389.482
177	209301.844	2318390.899
178	209296.332	2318399.466
179	209293.507	2318403.856
180	209290.684	2318408.243
181	209288.163	2318412.162
182	209283.554	2318419.325
183	209292.385	2318425.006
184	209298.271	2318428.794
185	209307.102	2318434.475

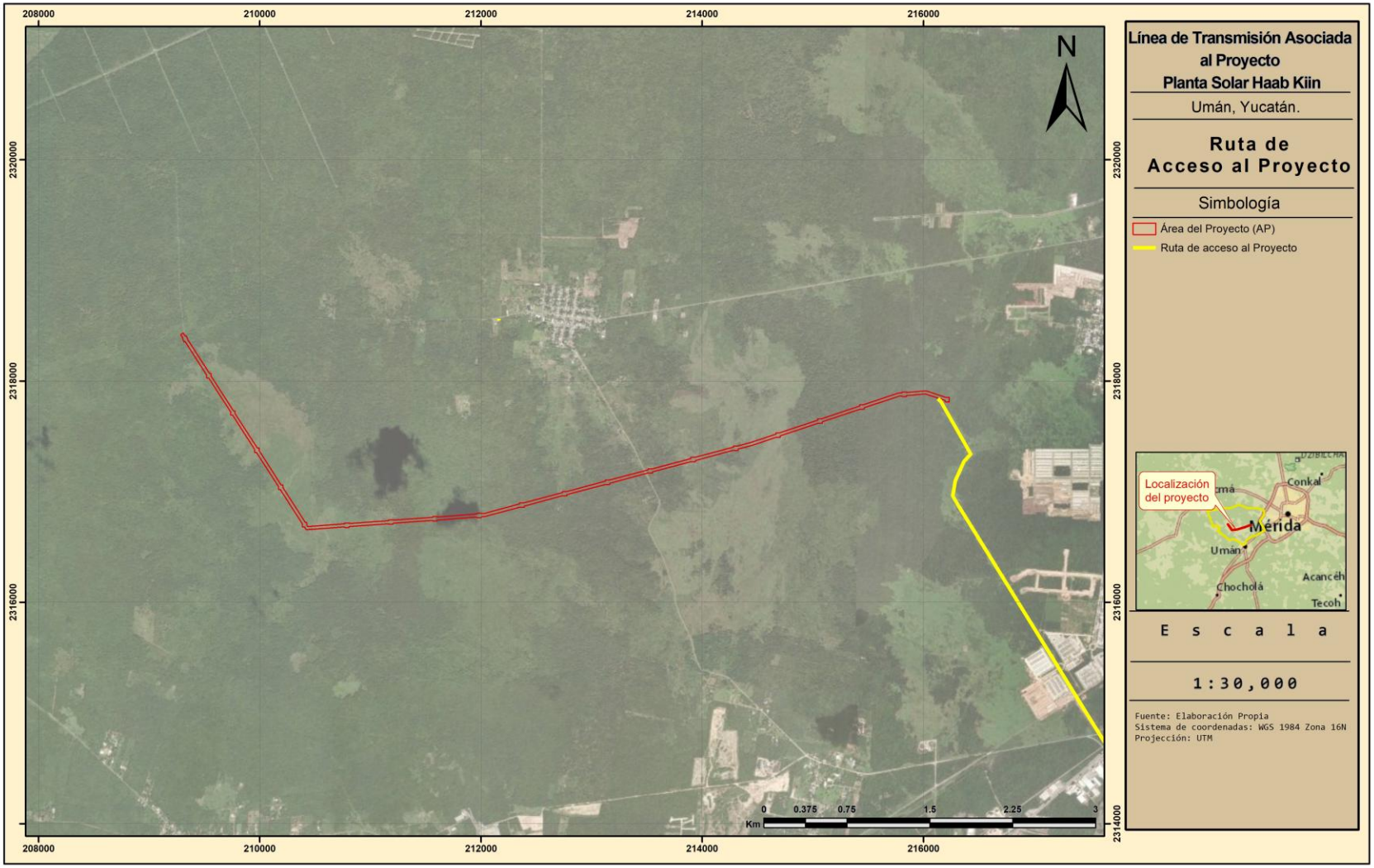
Derecho de Vía de la Línea de Transmisión		
UTM (DATUM WGS84 Zona 16Q		
186	209318.761	2318416.354
187	209321.587	2318411.962
188	209324.413	2318407.570
189	209326.599	2318404.173

Consulta Pública

Mapa 1: Localización general del Proyecto.



Mapa 2: Ruta de Acceso al Proyecto.



1.4 Descripción Específica de las obras y Actividades, incluyendo Obras Complementarias

1.4.1 Información General Del Proyecto, Plan O Programa

El proyecto objeto de esta Manifestación de Impacto Ambiental consiste en la línea de transmisión eléctrica (LT) a una tensión nominal de 230 kV, desde la Subestación Elevadora de la Planta Solar Haab Kiin ubicada en el municipio de Umán y realizar la apertura a una LT existente de la CFE que va a Subestación SE Caucel ubicada en el municipio de Mérida. La longitud de la línea es de 8.0510 km, ancho de 18 m y consistirá en 21 torres de acero autosoportadas.

El proyecto es una obra asociada y parte integral de la Planta Solar Haab Kiin, el cual está en evaluación en materia de impacto ambiental con el Oficio SRA/DGIRA/DG-04934-26 con fecha del 23 de junio del 2026.

1.4.1.1 Obras Temporales

Las Obras Temporales se irán moviendo a lo largo de la línea de transmisión y se instalarán en el área de maniobras donde se realizará la instalación de cada torre. En caso de ser necesario guardar equipo, éste se resguardará dentro de los límites de la Planta Solar Haab Kiin a la que este proyecto está asociado.

1.4.1.2 Obras Permanentes

Las obras permanentes del Proyecto ocuparán un área de 52,261 m^2 (5.2261 ha), incluyen la brecha de mantenimiento (camino de conexión entre torres) y la cimentación de las Torres Autosoportadas.

1.4.1.3 Área sin Infraestructura

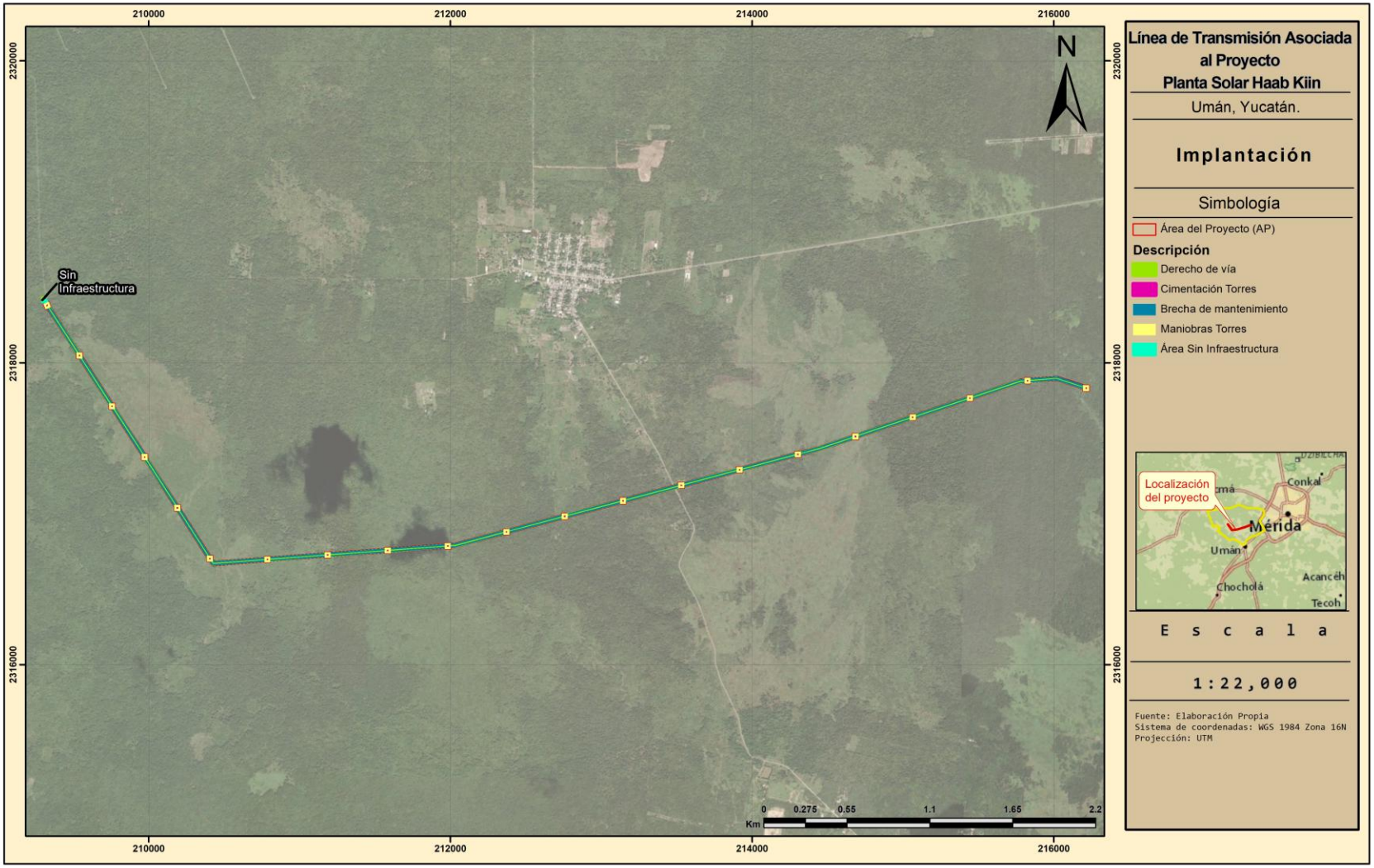
Además de las áreas antes mencionadas existirá el Área Sin Infraestructura que es una superficie que no se instalará infraestructura, dentro de esta superficie, también se encuentra la superficie que corresponde a la carretera que atraviesa en una parte el Área del Proyecto. La superficie total de esta área es de 151,491 m^2 (15.1491 ha).

El Resumen de Superficies queda de la siguiente manera:

Tabla 2: Áreas del Proyecto.

Área del Proyecto			
Descripción	**m^2**	**ha**	**Porcentaje en el Proyecto**
Obras Temporales	31,500	3.1500	13.39%
Obras Permanentes	52,261	5.2261	22.21%
Área Sin Infraestructura	151,491	15.1491	64.40%
Total	**235,252**	**23.5252**	**100.00%**

Consulta Pública


210000
212000
214000
216000
2320000
2318000
2316000
N
Sin Infraestructura
0 0.275 0.55 1.1 1.65 2.2
Km
Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin
Umán, Yucatán.
Implantación
Simbología
Área del Proyecto (AP)
Descripción
Derecho de vía
Cimentación Torres
Brecha de mantenimiento
Maniobras Torres
Área Sin Infraestructura
Localización del proyecto
Conkal
Mérida
Umán
Chocholá
Acancéh
Tecoh
E s c a l a
1:22,000
Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM

1.4.2 ACTIVIDADES DEL PROYECTO

1.4.2.1 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Las obras y actividades que se mencionan a continuación en este documento formarán parte de ambas fases del proyecto.

1.4.2.1.1 ETAPA DE PREPARACIÓN

Estudios Previos

- Levantamiento Topográfico.- Durante el levantamiento topográfico se ubicará físicamente en el terreno la trayectoria de la línea de transmisión, colocando mojoneras en los puntos de inflexión.
- Estudio Geotécnico.- Se realizarán muestreos de suelo a lo largo de la trayectoria del proyecto a fin de efectuar el estudio de mecánica de suelos..

Limpieza

Como primera actividad, se realiza el retiro de cualquier tipo de basura que pudiese encontrar en el sitio, a fin de que el material resultante del retiro de la maleza y despalme, se encuentre lo más limpio posible para poder ser utilizado.

La basura recolectada, se clasifica de acuerdo a sus características y se dispone en los sitios que se destinarán para ello, para, posteriormente ser dispuesta confirme a la normatividad aplicable.

Desmonte:

El desmonte o desyerbe consiste en el retiro de hierbas, arbustos, árboles y en general toda la vegetación que exista en los terrenos donde se construirán el proyecto.

Previo al desmonte, se identificarán los árboles que deban respetarse conforme al proyecto, tomando las previsiones necesarias para no dañarlos.

Despalme

Una vez retirada la basura y las malezas, se procede a retirar la capa fértil del suelo a una profundidad aproximada de 30 cm. Para ello, se emplea el uso de maquinará que irá levantando el suelo fértil y acomodándolo en sitios libres, al interior del predio, para que no interfiera con las actividades y pueda ser utilizado después.

Podas

En caso de ser necesario se realizará la poda selectiva de las ramas de los árboles para que queden alejadas de los conductores eléctricos y permitir:

- Movimiento de las ramas y troncos en condiciones de tormenta.
- Incremento en la flecha del conductor debido a la carga y variaciones de temperatura.
- Accesibilidad para operación y mantenimiento de la línea.

Consulta Pública

Antes de podar o cortar árboles se debe pedir la autorización del propietario del árbol. Además, es necesario conseguir los permisos de poda exigidos por las autoridades competentes. La poda se debe efectuar con cuidado y a buen juicio.

La distancia que debe de haber entre las ramas y los conductores desnudos de media tensión es de 3 m y de 2 m utilizando cable semiaislado.

Programa de Vigilancia Ambiental.

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), es el documento rector que recoge todas las buenas prácticas ambientales, las medidas de mitigación y los parámetros de Supervisión Ambiental que regirán el desarrollo del Proyecto. La finalidad de este Programa es la de garantizar la adecuada mitigación de los impactos y, por ende, la viabilidad ambiental del Proyecto. El PVA se comenzará a aplicar desde la Etapa de Preparación, hasta la Etapa de Operación y Mantenimiento (ver anexo capítulo 6).

Señalización.

Se llevará a cabo la señalización del área del proyecto, por medio de letreros grandes, visibles y llamativos, que serán colocados en las áreas de trabajo, con el fin de restringir el paso de personas ajenas al proyecto y prevenir accidentes.

1.4.2.1.1.1 OBRAS TEMPORALES.

Se hará una descripción condensada de las actividades provisionales que se requieren realizar durante las etapas de preparación del sitio y construcción, en especial las acciones que implican trabajos en el derecho de vía.

Las obras provisionales y/o actividades que se pretende realizar como apoyo para la realización de la línea eléctrica son las siguientes:

Almacenes y bodegas

En estos sitios se guardará únicamente el equipo, herramienta y maquinaria necesaria durante la preparación del sitio y construcción de la obra, al término de la cual se desmantelarán.

Los almacenes consisten de piezas de material multipanel que son utilizadas como casa oficina y se caracterizan por lo siguiente: tienen dimensiones de aproximadamente 4 x 4 m, se arman sobre piso de tierra afín de formar un cuarto que normalmente tiene una ventana. Los almacenes y bodegas fluctúan entre 25 a 10,000 m^2, estos últimos consisten en una casa de multipanel de 30 a 50 m^2 y el resto del área se delimita con alambre de púas o malla ciclónica. Las dimensiones exactas de almacenes y bodegas que se requieran para este proyecto se definirán cuando de inicio la construcción.

Cabe mencionar que la ubicación referida de estos almacenes es tentativa debido a que al ser una obra asociada a la Planta Haab Kiin, se encontrarán dentro de las instalaciones de la misma.

Consulta Pública

Instalación de sanitarios

Los sanitarios se colocarán en sitios cercanos a los frentes de trabajo y se reacomodarán según avance la obra de construcción; a las cuales se les dará mantenimiento a través de alguna compañía con capacidad para manejar este tipo de aguas residuales.

Campamentos

Para la construcción del proyecto en estudio, no será necesaria la instalación de campamentos puesto que la mayoría de los trabajadores se contratarán en los poblados cercanos al área del proyecto y podrán pernoctar en sus hogares. De contratarse trabajadores foráneos éstos podrán usar la infraestructura (hoteles y casas de huéspedes) que existan en las localidades cercanas a la obra

1.4.2.1.1.2 OBRAS PERMANENTES.

Todas las estructuras que forman la línea de transmisión, las torres autosoportadas.

1.4.2.1.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

La construcción de las líneas eléctricas consta de las siguientes obras permanentes y actividades correspondientes así como obras y actividades temporales.

1.4.2.1.2.1 EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO:

Son las excavaciones que se efectuarán para formar la sección de desplante en las áreas de las estructuras de soporte y se ubican dé acuerdo con las dimensiones del proyecto.

Se ejecutarán cuatro excavaciones o cepas por torre. El equipo a utilizar consiste en maquinaria, retroexcavadora con martillo y compresor, además el material producto de las excavaciones se utilizará en el relleno y compactado de las estructuras.

Durante la excavación se extraerán aproximadamente 32 m^3 por estructura de soporte, por lo que se extraerán un total de 2,208 m^3 por las 21 torres autosoportadas (estructuras de soporte) aproximadamente. La mayor parte del volumen extraído será utilizado en el relleno y compactado de las áreas de estructuras de soporte, sólo en el caso de que el material no sea compatible se empleará material de algún banco de préstamo.

El material sobrante residual (el material que no sea compactable) se dispersará en el área cuando las partículas que lo formen sean pequeñas; en caso contrario se trasladarán a lugares adecuados para su posterior utilización.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar que las excavaciones puedan originar accidentes a personas, animales y vehículos, cercándolas con una base de alambre y colocándoles señales adecuadas, durante la excavación y hasta su relleno y compactación.

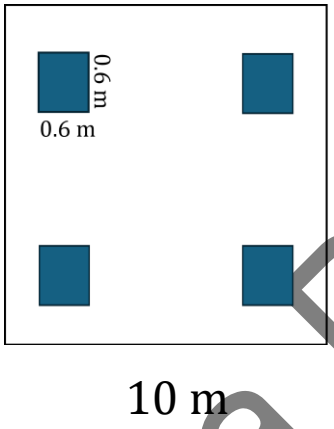
Consulta Pública

La superficie que se verá afectada por la construcción permanente del proyecto es de 2,100 m^2, que corresponde a la superficie donde se construirán las bases de cimentación de las estructuras de soporte (Torres Autosoportadas).

Tanto la excavación del terreno como las cimentaciones deberán cumplir la norma CFE JA100-64 “Cimentaciones para estructuras de Líneas de Transmisión”, asegurándose que esta cimentación recaiga sobre la roca sana.

Cada base de cimentación será cuadrada de 9 m por lado; la profundidad de la cimentación será de tres metros y la altura de la losa será de 0.6 m. La cimentación tendrá cuatro pedestales de 0.6 x 0.6 m.

Figura 1: Ejemplo de base de cimentación para torre.



1.4.2.1.3 PLANTILLAS DE CONCRETO EN TORRES DE ACERO

Consiste en un firme de concreto, con fuerza de 100 kg/cm² (concreto pobre), que se colocará en el desplante de los cimientos de acero del bottom panel (base de las torres), previa nivelación de las zapatas de concreto armado. Deberá ser de 10 cm de espesor mínimo y con 200 kg de cemento por el tipo de agregados (arena de río, grava, cemento y agua) en una proporción definida por el laboratorio autorizado. Este concreto se elabora en el sitio de instalación, de preferencia en las ollas de las revolvedoras, y se colocará mediante canalones.

1.4.2.1.4 COLOCACIÓN DE CONCRETO EN CIMENTACIONES

El concreto es la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos en proporciones adecuadas que al endurecerse adquieren resistencia mecánica requerida para la cimentación de las zapatas de las estructuras de soporte: de concreto armado, con fuerza de 250 kg/cm², que se prepara en el sitio y se coloca mediante canalones de cimbra de madera.

1.4.2.1.5 RELLENO Y COMPACTADO

Antes de montar el cuerpo superior de la estructura de soporte, se deberá revisar la nivelación del bottom panel (base de las torres). Una vez aprobada, se procede a rellenar la excavación con el material que se extrajo de la misma y se compacta.

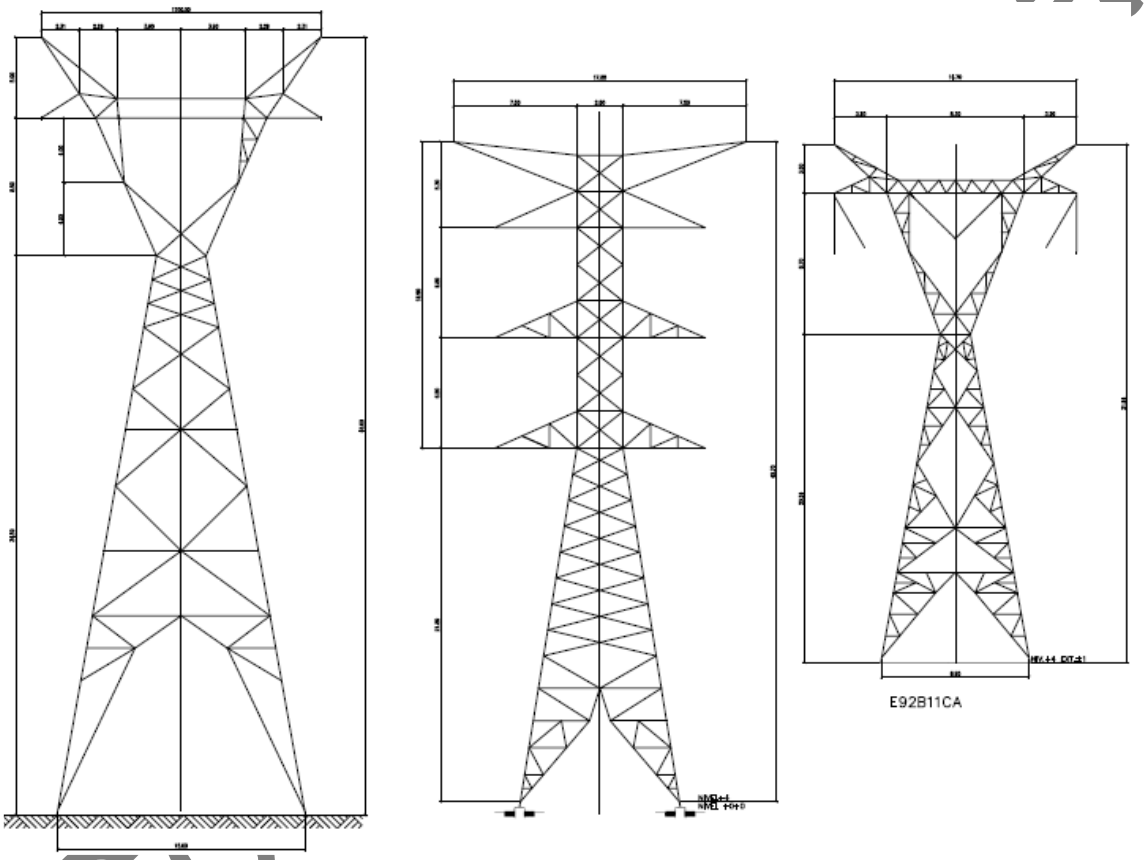
Consulta Pública

1.4.2.1.6 MONTAJE Y ARMADO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

El material de las estructuras de soporte se concentra y distribuyen en los almacenes y bodegas provisionales en localidades cercanas a la trayectoria de la línea de transmisión, desde donde se trasladan a las áreas de armado. Una vez concluida la cimentación, se arman las diferentes partes y se montan con el procedimiento de montaje con pluma flotante.

El tipo de estructuras de acero autosoportadas por las características de terreno serán los siguientes tipos:

Figura 2: Ejemplos de tipos de torres autosoportadas.



1.4.2.1.7 SISTEMA DE TIERRAS

Será tipo GAP, con intensificadores de varilla copperweld y alambre copperweld con 4 antenas. Consiste en tender a una profundidad de 50 cm, a partir de cada una de las cuatro zapatas, 15 cm del alambre copperweld núm. 2, como contra antena, y de varilla copperweld 5/8 y conectarlos a su vez a las patas de las estructuras de suspensión con conectores mecánicos.

1.4.2.1.8 VESTIDO DE ESTRUCTURAS.

Consiste en colocar en los lugares correspondientes de la estructura de soporte los herrajes, aisladores y accesorios en general. Se colocarán aisladores de vidrio templado de 36,000 libras y 25,000 libras. Se colocarán mediante una maniobra sencilla sosteniendo el

cable conductor con un montacargas y tenazas especiales para detener el cable, se coloca la cadena en el herraje correspondiente de la estructura metálica y se engancha con la clema al cable conductor.

1.4.2.1.9 TENDIDO Y TENSADO DEL CABLE DE GUARDA Y CONDUCTOR

Esta actividad consiste en colocar un cable de acero con recubrimiento de aluminio soldado, (cable guarda) así como los herrajes necesarios en los extremos superiores de la estructura y posteriormente tensar el cable para dejar una catenaria adecuada a la tensión que soporta el cable y al peso del mismo, de manera que no se provoque un sobre-esfuerzo en la estructura de la torre.

El mismo procedimiento, pero con un cable 1C-ACSR 477-TA (cable de acero concéntrico y núcleo de acero con recubrimiento de aluminio soldado) se realiza para el tendido de los conductores. Éstos se colocan de manera definitiva en las cadenas de aisladores con los herrajes correspondientes y sus accesorios para sujetarlos de manera segura. En este caso, que se colocarán dos conductores por circuito, se utilizan separadores, así como de empalmes para unir los diferentes segmentos de cable conductor y la instalación de puentes y remates en las torres que por su diseño así lo requieren. Esta maniobra se realiza con una máquina tensionadora en el área de tendido y tensado, mientras que en el otro extremo se coloca la máquina traccionadora, desde donde se suministra poco a poco el cable piloto y posteriormente el cable de conductor. Una vez tendido, se pensiona y remata con sus herrajes correspondientes

1.4.2.1.10 TENDIDO Y TENSADO DE CONDUCTOR

En esta subsección de tendido y tensado de conductores se norma el manejo de los conductores y su colocación sobre estructuras de líneas aéreas.

Los conductores de aluminio (AAC), por sus limitadas características mecánicas, requieren de un manejo más cuidadoso que los conductores de cobre (norma 07 TT 02).

Los conductores están sujetos a elongaciones definitivas cuando se les aplica una tensión mecánica permanente.

Las técnicas de tendido están en función del tipo de material (cobre o aluminio), calibre del conductor, de la longitud a tender y del lugar de instalación (urbana o rural).

Estas normas de construcción no incluyen el tendido de conductor con línea energizada por ser una técnica especializada solo para personal capacitado de CFE.

Las medidas de seguridad se deben extremar tanto para protección del personal de líneas como para terceros en sus bienes y en sus personas.

Cuando la magnitud del trabajo por realizar requiera de varias cuadrillas, deberá existir un coordinador general de la maniobra.

Antes de iniciar estas maniobras verifique que las estructuras y retenidas sean las adecuadas al calibre del conductor y que estén debidamente terminadas. Además, confirme la disponibilidad de todo el material y equipo necesario para el trabajo.

Consulta Pública

Tome en cuenta los obstáculos que existan en el área de trabajo (anuncios, árboles, etc.) para evitar enganches con la línea.

1.4.2.1.11 TENDIDO DE CONDUCTOR EN ÁREAS RURALES.

En líneas de media tensión en áreas rurales se deben utilizar las tablas de flechas y tensiones, además de verificar los libramientos y separaciones (norma 02 00 00).

Para tender el conductor en el piso, coloque los carretes con el conductor en un vehículo con soportes para carretes, fije un extremo del conductor y con el desplazamiento del vehículo, deposite el conductor sobre el suelo.

Cuando se construya una línea donde exista un circuito en el nivel superior, se debe tender el conductor de la fase central alternando de posición en cada poste. Posteriormente se deben tender los de los extremos.

Para subir los conductores pesados a la cruceta, se requiere utilizar poleas, o en su caso utilice la grúa.

Para tensar los conductores se deben apoyar en rodillos instalados sobre las crucetas.

Un arreglo común para recobrar cable con un vehículo y dar la tensión mecánica a los conductores.

Para rematar en crucetas, los conductores de los extremos se debe dar simultáneamente la misma tensión a ambos. La fase del centro se debe tensar y rematar posteriormente igualando la flecha con las otras dos.

El tendido del conductor se debe hacer de forma que permita el máximo ahorro y que los puentes queden de una sola pieza, para lo cual se debe proceder como sigue:

a) Tienda el conductor en el piso en un solo sentido en toda la trayectoria de la línea entre la estructura de remate del inicio y la primera de anclaje o de deflexión con anclaje. En caso de que se termine el conductor de un carrete, empalme el nuevo conductor con conectador a compresión.
b) En la estructura de remate de la cual se inició el tendido, sujete los conductores a las grapas de remate.
c) Suba los conductores a las crucetas, donde se apoyaran en rodillos colocados con anterioridad para facilitar su deslizamiento.
d) En la estructura de anclaje (o de deflexión con anclaje) se debe recuperar el conductor y dar la tensión requerida. No corte el conductor.
e) Forme los puentes de la estructura de anclaje de una sola pieza y sujételos a las grapas de remate del otro lado, para continuar con el tendido de la línea.
f) Repita el proceso a partir del inciso a) hasta llegar al último remate. En este punto se debe dar la tensión, cortando el conductor justo a la medida requerida considerando la longitud de los puentes.

1.4.2.1.12 SEPARACIÓN DE CONDUCTORES.

Para los casos fuera de lo establecido, consultar la norma nom-001-sede-1999 instalaciones eléctricas (utilización). En instalaciones eléctricas de distribución aéreas, los

Consulta Pública

conductores de mayor tensión deben quedar por arriba de los de menor tensión. Cuando se instalen conductores de líneas eléctricas y de comunicación en una misma estructura, los primeros deben estar en los niveles superiores.

Las retenidas deben estar sólidamente aterrizadas a menos que tengan uno o más aisladores a una altura mayor de 2,5 m. si una retenida no conectada a tierra pasa cerca de conductores o partes energizadas, se deben instalar dos aisladores de tal manera que el tramo de retenida expuesto a contacto quede comprendido entre estos dos aisladores.

Los conductores neutros deben tener la misma separación y altura que los de fase en su respectivo circuito, excepto los que estén conectados sólidamente a tierra a lo largo de la línea, que pueden considerarse conductores de 0 - 1 kv.

Las líneas aéreas de media tensión deben tener resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas propias y las debidas a las condiciones meteorológicas a que estén sometidas, según el lugar en que se ubiquen, con los factores de sobrecarga adecuados.

En cada caso deben investigarse y aplicarse las condiciones meteorológicas que prevalezcan en el área en que se localicen. En aquellas regiones del país donde las líneas aéreas lleguen a estar sometidas a cargas mecánicas más severas que las calculadas sobre las bases señaladas en esta subsección, por hielo, menor temperatura o mayor velocidad del viento, las instalaciones deben proyectarse tomando en cuenta tales condiciones de carga, conservando los factores de sobrecarga correspondientes.

1.4.2.1.13 LOCALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS EN ÁREAS RURALES

Para la localización de las estructuras en áreas rurales, se deben utilizar los derechos de vía públicos (canales, caminos, carreteras, vías férreas, etc.), en los casos que no sea posible y sea necesario cruzar propiedades, se debe obtener el consentimiento por escrito de los propietarios.

Las instalaciones de media y baja tensión se deben construir preferentemente por los caminos, entre éstos y los linderos de propiedades y sólo cruzar los linderos para el servicio de la propiedad. Cuando en la trayectoria de las líneas de media tensión sea inevitable cruzar por huertas con árboles que por su altura puedan tener contacto con los conductores, se debe considerar la instalación de cable semiaislado y postería de 14 m o mayor, para no poner en riesgo la integridad física de las personas y la continuidad del suministro.

1.4.2.1.14 BRECHA DE MANTENIMIENTO (CAMINO DE CONEXIÓN ENTRE ESTRUCTURAS (TORRES AUTOSOPORTADAS))

Para la construcción de la brecha de mantenimiento (Camino de Conexión entre estructuras de soporte) se realizarán las siguientes actividades:

- Zonificación: dividir la traza en sectores según la mecánica de suelos y dividirlos según el riesgo (competente, moderado, crítico) visto en el terreno.
- Remoción y reemplazo: en zonas con material colapsable, se excavará hasta suelo competente y se rellenará con material granular seleccionado y compactado en capas.

Consulta Pública

- Geosintéticos: se colocará una capa geotextil de separación y geoceldas para distribuir carga y evitar migración de finos hacia cavidades sí es que existen.
- Subrasante rígida: en caso de que exista riesgo de lavado, se construirá una subrasante rígida con capa de grava gruesa sobre base estabilizada.

1.4.2.1.14.1 SUBBASE Y BASE

Para la Subbase, se usará grava angular triturada, libre de finos excesivos que pudieran migrar hacia huecos. Esta subase tendrá una altura de 40 cm compactada.

Base: se instalarán geoceldas para distribuir cargas y reducir espesores. Esta capa será de 30 cm compactada.

La superficie de rodamiento será de grava angular con un espesor de 60 cm de capa.

1.4.2.1.14.2 OBRAS DE DRENAJE

A los costados de la brecha de mantenimiento (Camino de Conexión entre estructuras de soporte) se instalarán cunetas triangulares sin revestimiento con una pendiente del 0.5%, esto con el fin de tener una buena capacidad hidráulica.

1.4.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Esta etapa iniciará desde el momento en que el proyecto sea energizado y se dará de alta en el Sistema Eléctrico Nacional.
- Este constante flujo eléctrico sólo se vería interrumpido cuando las actividades de mantenimiento de las obras así lo requieran o por algún accidente fortuito.
- Para detectar cualquier falla en el sistema se cuenta con un equipo de seguridad automático que interrumpe el flujo eléctrico que sólo se restablece hasta que la causa de la falla haya sido eliminada totalmente por el equipo de supervisión.

1.4.3.1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Con el fin de garantizar la continuidad en el suministro de energía eléctrica y la conservación en forma adecuada de los elementos que conforman el proyecto es necesario contar con un programa de mantenimiento de cada uno de los elementos que la componen.

Para el mantenimiento de la línea de transmisión se aplican los siguientes tipos de mantenimiento:

Mantenimiento preventivo

Tiene como objetivo evitar las interrupciones de la transmisión del fluido eléctrico por la línea, mejorando la calidad y continuidad en su operación y es consecuencia de las inspecciones programadas.

Mantenimiento correctivo

Es el que se realiza en condiciones de emergencia, o de las actividades o fallas que queden fuera del control del mantenimiento preventivo. Busca contar con los recursos suficientes (humanos y materiales, principalmente) a fin de lograr el menor tiempo de interrupción. Este tipo de situaciones no son deseables, ya que afectan los índices de disponibilidad de fluido eléctrico de las líneas.

Consulta Pública

Mantenimiento predictivo

Tiene la finalidad de combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores para lograr el mismo tiempo de operación, eliminando el trabajo innecesario. Este mantenimiento exige mejores técnicas de inspección y medición para contar con un control más riguroso de las condiciones de la línea que permita la planeación adecuada de las inspecciones y pruebas verdaderamente necesarias.

A continuación, se listan las principales actividades de mantenimiento que deberán realizarse en la línea de transmisión:

1. **Inspección mayor**. Deberá realizarse cuando menos una vez por año a lo largo de las líneas de transmisión. Esta revisión deberá hacerse a detalle de cada elemento o componente de la estructura, cables conductores, hilos de guarda y factores externos susceptibles de ocasionar fallas en la misma, como: brecha de maniobra y patrullaje, contraperfiles, libramientos, cruzamientos con ríos, zonas de contaminación, vandalismo y áreas de incendio.
2. **Inspección menor**. Podrán realizarse mínimo dos inspecciones menores por año en la línea de transmisión, en el entendido de que durante esta actividad no es estrictamente necesario por parte del liniero subir a las estructuras.
3. **Patrullaje o inspección aérea**. Es una actividad que se realiza en helicóptero o avioneta sobrevolando la línea, permite detectar fallas notorias en el hilo de guarda, cable conductor, estructuras, brecha de maniobra y patrullaje, aisladores, colas de rata, elementos estructurales, cimentaciones e invasiones de derechos de vía.
4. **Inspección de brechas de terceros**. Comprende las actividades de supervisión y recepción de brecha realizadas por el contratante cuando se maneje algún contrato de servicios llevados a cabo por terceros.
5. **Control de quemas y maleza.** Se debe de programar esta actividad en el derecho de vía de la línea eléctrica donde se realicen quemas controladas de pastos o que estén considerados como zonas de incendio ocasionados por malezas, así como los trabajos especiales de braceo en zonas con proliferación de malezas. Lo anterior a fin de la salida del servicio de la línea por sobrecalentamiento de los cables de tensión. Esta actividad se realizará cada 2 o 3 años, dependiendo de las condiciones naturales. **Es importante resaltar que el Proyecto, no considera realizar ningún tipo de quema.**
6. **Medición de resistencia a tierra**. Debe realizarse cada 4 años, se estima conveniente hacer programas de medición de resistencia de tierras al 100%. Tratándose de líneas nuevas (en recepción) se deberán medir todas las estructuras antes de su puesta en servicio. El equipo más recomendable para medir la resistencia de tierras en líneas energizadas es de alta frecuencia que no requiere una desconexión. La medición de tierra deberá ejecutarse en las épocas del año en el que el terreno permanezca seco.

Consulta Pública

7. **Medición de corrosión.** Esta actividad deberá evaluarse y programarse en aquellas líneas que pudieren presentar corrosión, conforme al manual CFE MMAOO-01 Evaluación de la corrosión para mantenimiento de estructuras metálicas de líneas de transmisión, subtransmisión y distribución, debiéndose considerar la medición de la corrosión en cimentaciones mediante la obtención de la resistividad del terreno y potencial al piso.
8. **Cambio de aislamiento con línea energizada**. Cambio de aislamiento con el uso de equipo de línea viva, pudiendo aplicarse el método a potencial o con pértiga.
9. **Cambio de aislamiento con línea desenergizada**. Actividad programada que se realiza cuando la línea eléctrica está desenergizada. Se busca que no afecte la prestación del servicio eléctrico ni que reste confiabilidad a la red. Se realiza cuando la actividad con la línea energizada implicaría un alto riesgo para el personal.
10. **Sustitución de empalme de conductor o guarda.** En aquellas líneas donde se detecten empalmes dañados o defectuosos (mecánicos o compresión), se deberá programar su reemplazo, considerando para ello el método que ofrezca mayor seguridad para el personal (uso de canastillas, bajar cable al piso, etc.).
11. **Reapriete de herrajes**. Incluye la corrección de conexiones deficientes por tornillería floja en clemas de suspensión, clemas de remate, puente de cables de guarda y estructura en general.
12. **Sustitución de conectores de guarda**. En zonas de alta contaminación, donde los cables de guarda son severamente atacados por corrosión, se programará la sustitución de los mismos incluyendo los casos donde eventualmente se llega a tener una ruptura de uno o más hilos de cable de guarda.
13. **Sustitución de cola de rata.** Esta actividad se realizará cuando se encuentre dañado el cable de guarda.
14. **Mantenimiento a conexiones o cambio de puente**. Incluye sustitución de tornillería en zapatas de conectores mecánicos en las estructuras de tensión-remate, remate-deflexión y/o transposición, así como cambio de puentes y conectadores.
15. **Reparación de conductor o hilo de guarda**. Estos trabajos tienen como propósito efectuar reparaciones en cables con hilos rotos, golpeados o dañados por corrosión, descargas atmosféricas o vandalismo.
16. **Corrección al sistema de tierras.** Como resultado de un programa de medición en algunas líneas que resultarán valores de resistencia altos, los valores mayores a 10 OHMS deberán corregirse, utilizando preferentemente el método de contra antenas y electrodos y/o mejorando las propiedades del terreno artificialmente.
17. **Corrección de corrosión.** Se aplicará el criterio del manual CFEMAOO-01 Evaluación de la corrosión para mantenimiento de estructuras metálicas de líneas de transmisión, subtransmisión y distribución, que consiste en la

Consulta Pública

aplicación de recubrimiento anticorrosivo previa preparación de superficies, tanto para la parte aérea, interfase y subterránea.

18. **Limpieza de brecha por terceros**. Se acreditará al programa de mantenimiento los créditos que resulten de la contratación de servicio de brecheo en líneas en operación. Para llevar a cabo esta actividad se deberá de coordinar con las autoridades de protección ambiental.
19. **Mantenimiento de equipo y herramientas**. Esta actividad se programará para efectuarse dos veces al año, debiéndose incluir equipo personal, de maniobra y de seguridad.

En la siguiente tabla, se presenta la periodicidad de las principales actividades de mantenimiento y el programa de trabajo respectivamente.

Tabla 3: Actividades de Mantenimiento y su periodicidad.

No.	Actividad	Periodicidad
1	Inspección mayor	anual 1 x Año
2	Inspección menor	bianual 2 x Año
3	Patrullaje o inspección aérea	anual 1 x Año
4	Inspección de brechas a terceros	cada 2 x Años
5	Control de quema de maleza	anual 1 x Año
6	Medición de resistencia a tierra	cada 4 Años
7	Medición de corrosión	cada 6 Años
8	Cambio de aislamiento con línea energizada	anual 1 x Año
9	Cambio de aislamiento con línea desenergizada	anual 1 x Años
10	Sustitución de empalmes de conducción o guarda	cada 5 Años
11	Reapriete de herrajes	cada 3 Años
12	Sustitución de conectador de guarda	cuando se requiera
13	Sustitución cable de guarda	cuando se requiera
14	Sustitución de cola de rata	cuando se requiera
15	Mantenimiento a conexiones o cambio de puente	cuando se requiera
16	Reparación de conductor o hilo de guarda	cuando se requiera
17	Corrección al sistema de tierras	cada 4 Años
18	Corrección de corrosión	cada 6 Años
19	Corrección de brecha	anual 1 x Año
20	Limpieza de brecha por terceros	cada 2 Años
21	Mantenimiento de equipo y herramienta	cada 2 Años

Consulta Pública

1.4.4 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES

Para las líneas de transmisión, no se contempla el abandono del sitio, ya que se considera infraestructura permanente; sin embargo, la vida útil de esta, se calcula de 30 años, al término de los cuales se renovará la infraestructura de las obras a través de las siguientes adecuaciones:

- Aumento o disminución de capacidad de voltaje
- Cambio de estructuras de soporte
- Cambio de cable de guarda y conductor
- Cambio de aisladores
- Renovación del sistema de tierras
- Cambio de transformadores

La infraestructura que sea reemplazada, como postes, estructuras, etc. Se vende para su fundición o se utiliza en líneas de distribución.

La renovación del proyecto por medio de adecuaciones, influirá en el desarrollo regional y nacional, por lo que el área siempre será ocupada de manera federal como derecho de vía de la LT, reflejándose en un nivel de aumento de empleo, contratación de empresas y servicios, además de infraestructura y equipamiento.

1.4.5 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión requerida para la instalación del Proyecto, incluyendo los trabajos necesarios para acondicionar el predio, la obra civil, la construcción, los insumos y el personal necesario, es de $15,600,000 de pesos, por lo que para la etapa de preparación se dispondrán de $ 5,200,000 de pesos y $31,200,000 millones de pesos para la construcción. Para la operación y mantenimiento se destinarán $5,200,000 de pesos por año durante la duración del proyecto.

El costo aproximado para la aplicación de las medidas de mitigación corresponde a aproximadamente al 2% del valor total de la inversión (aproximadamente 1,040,000 de pesos).

Consulta Pública

1.4.6 PROGRAMA DE TRABAJO

El proyecto se desarrollará en las siguientes etapas:

Preparación y construcción - Para la cual se estima un plazo de 24 meses (9 para Preparación y 15 para construcción).

Operación y Mantenimiento - Para lo cual se estima un plazo de 30 años. La vida útil del proyecto puede extenderse con las medidas de mantenimiento que se implementen a lo largo de estas etapas.

| Actividad | Meses | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Años | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1.4.7 RESIDUOS

Durante las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto se generarán residuos sólidos (no peligrosos, de manejo especial, peligrosos) y aguas sanitarias:

1.4.7.1 RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos se clasifican en no peligrosos y peligrosos

1.4.7.1.1 RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

Se clasifican en:

- Residuos sólidos urbanos
- Residuos susceptibles a reutilización y reciclaje
- Residuos de manejo especial

Durante la obra (y al final está) y durante las actividades de operación y manejo los residuos sólidos no peligrosos realmente producidos (tipo y cantidades) quedarán registrados en las correspondientes bitácoras.

- Bitácora de residuos sólidos urbanos y susceptibles de reutilización y reciclaje.
- Bitácora de residuos de manejo especial.

Tabla 4:Clasificación de residuos sólidos no peligrosos.

Residuos sólidos urbanos (susceptibles a reutilización y reciclaje)	Residuos de Manejo Especial
Madera	Residuos de concreto (cimentaciones)
Papel	Producto de desmonte y despalme
Cartón	Material producto de excavación
Metales	Electrónicos (distintos componentes, cables, etc.)
Plásticos (PET)	Residuos de rocas
Vidrio	Residuos de demolición (cemento)
Basura (restos de comida, envolturas, etc.)	Metálicos (chatarra)

1.4.7.1.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Categorización de Generadores y Registro

Antes de iniciar el proceso constructivo (obra civil, montaje electromecánico y pruebas preoperativas) del proyecto donde se prevé generar residuos peligrosos, se tiene la obligación de definir la categorización en este caso en la categoría de Pequeño Generador (entre 450 kg y 10 t) así como obtener su registro ante SEMARNAT en la delegación federal del estado de Yucatán.

Los residuos serán clasificados como peligrosos cuando:

- Se encuentren definidos como tal en la legislación ambiental.
- Se encuentren en alguno de los listados de la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Consulta Pública

- Cuando sean biológico-infecciosos, se gestionarán de acuerdo con la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.
- Sean productos usados, caducos o fuera de especificación.
- Exista una mezcla de Residuos Peligrosos (RP) con otros residuos o los envases que contuvieron sustancias o residuos peligrosos y aquellos equipos o construcciones que hubiesen estado en contacto con RP y sean desechados.
- Se mezcle suelo con residuos peligrosos, debido a algún derrame o por lixiviación de RP al suelo.

Los residuos peligrosos en donde se determine alguna de las características CRETIB, resultado de alguna prueba o análisis. Dichos registros deberán conservarse durante 5 (cinco) años. Estos serán registrados en la bitácora de generación de acuerdo con las características CRETIB, asignando el Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR), basándose en la siguiente tabla:

Tabla 5: Características de los residuos CRETIB.

Características	Descripción	CPR
Corrosividad	Es corrosivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	C
	Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6.35 mm o más por año a una temperatura de 328 K (55°C), según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.	
Reactividad	Es reactivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	R
	Es un líquido o solido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.	
	Cuando se pone en contacto con el agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo del residuo por hora, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor, según el procedimiento de la NOM correspondiente.	
	Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones acidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kg de residuo o 500gm de ácidos sulfhídrico por kg de residuo, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
Explosividad	Es explosivo cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo.	E
Toxicidad	Es toxico ambiental cuando el extracto del PECT, obtenido mediante el procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993, cuando contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos de la Tabla 2 de la NOM-052-SEMARNAT-2005 en una concentración mayor a los limites ahí señalados, la cual deberá obtenerse según los procedimientos que se establecen en las NOM correspondientes	T
Ambiental	Característica de una substancia o mezcla de sustancias que ocasionan un desequilibrio ecológico	Te
Aguda	Grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola explosión, daños o la muerte de algún organismo.	Th
Crónica	Propiedad de una substancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de explosiones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratógenos o mutagénicos.	Tt

Consulta Pública

Características	Descripción	CPR
Inflamabilidad	Es inflamable cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	I
	Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución que tiene un punto de una inflamación inferior a 60.5 C, medido en copa cerrada, de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%.	
	No es un líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25 °C, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.	
	Es un gas que, a 20 °C y una presión de 101.9 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con el aire de cuando menos 12 % sin importar el límite inferior de inflamabilidad.	
	Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material	
Biológico / infeccioso	Es biológico - infeccioso de conformidad con lo que se establece en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	B
Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos listados 3 y 4 de la NOM052-SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica de residuos peligrosos de mayor volumen, agregándole al CPR la Letra M		

Se deberá asignar la clave correspondiente de acuerdo con los listados 1, 2, 3, 4 y 5 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, con los siguientes datos: nombre genérico y clave del residuo peligroso:

Tabla 6: Categoría de los residuos peligrosos.

Categoría	Tipo	Clave
Aceite gastado	Dieléctricos	05
	Lubricantes	01
	Hidráulicos	03
	Solubles	02
	Templado de Metales	06
	Otros (especifique)	04
Breas	Catalíticas	B1
	De Destilación	B2
	Otras (Especifique)	B3
Biológico-Infecciosos	Cultivo y Cepas	BI1
	Objetos Punzocortantes	BI2
	Residuos Patológicos	BI3
	Residuos No Anatómicos	BI4
	Sangre	BI5
Escorias de Metales Pesados	Finas	E1
	Granulares	E2
Líquidos Residuales de Proceso	Corrosivos	LR1
	No Corrosivos	LR2
Lodos Aceitosos		**L6**
Lodos Provenientes de:	Galvanoplastia	L3
	Proceso de Pinturas	L5
	Templado de Metales	L4
	Tratamiento de Aguas de Aguas de Proceso	L2
	Tratamiento de Aguas Negras	L1
	Otros (especifique)	L7
Sólidos	Telas, Pieles o Asbesto encapsulado	SO1
	De Mantenimiento Automotriz	SO2
	Con Metales Pesados	SO5
	Tortas de Filtro	SO3
	Otros (especifique)	SO4
Solventes	Orgánicos	S1

Consulta Pública

Categoría	Tipo	Clave
	Órgano Clorados	S2
Sustancias Corrosivas	Ácidos	C1
	Álcalis	C2
Otros Residuos Peligrosos (especifique)		O

Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos de los Listados 3 y 4 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica del residuo de mayor volumen, agregándole al CPR la letra "M". Cada residuo peligroso será identificado con diferentes símbolos de características de peligrosidad para la identificación y etiquetado de bidones de residuos peligrosos, de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005 según aplique y corresponda.

Los residuos peligrosos que se tienen contemplados provienen de bolsas, estopas y trapos impregnados de hidrocarburos o/y aceites; y de envases plásticos y metálicos que contuvieron aceites, diésel o gasolina.

1.4.7.2 Residuos Líquidos

Los únicos residuos líquidos que se generaran durante el proyecto serán las aguas sanitarias, provenientes de los baños móviles durante la etapa de operación, construcción y mantenimiento y será la empresa contratada para brindar este servicio quien se encargue de la recolección, tratamiento y disposición final de este residuo.

Se calcula un sanitario por cada 25 trabajadores, por lo tanto, para las 60 personas que laborarán durante la duración de las etapas de preparación y construcción del proyecto; se utilizarán 20,430 litros de agua al mes que por los 24 meses de ambas etapas son 490,320 litros de agua. Se calcula la contratación de 3 baños portátiles con un gasto de agua diaria de 34.4285 litros (por sanitario).

Durante la operación y el mantenimiento, al ser este proyecto un proyecto asociado a la Planta Solar Haab Kiin, se utilizarán los sanitarios de las instalaciones de la planta estos baños que contarán con una fosa séptica y se contratara el servicio con una empresa autorizada para su limpieza y mantenimiento. En caso de ser requerido, se contratará un baño móvil que irá moviéndose con forme se realice el mantenimiento y se instalará en el frente de trabajo donde se esté realizando el mantenimiento. Se calcula un gasto de 5,400 litros al mes. Con un gasto de 9 litros por persona diario para las 20 personas que laborarán en esta etapa.

1.4.7.3 Cantidades de Generación

La identificación de cada uno de los residuos a generar en el proyecto, y la estimación inicial de las cantidades totales, son los indicados en la siguiente tabla; para su cálculo se han tenido en consideración las actividades generadoras de residuos, datos del proyecto conocidos hasta el momento y datos de residuos producidos en proyectos similares.

Se calcula que se producirán 0.27 toneladas de basura urbana durante la duración de las etapas de preparación y construcción. Durante la etapa de operación y mantenimiento la producción de residuos sólidos será de 0.040 t al año, debido a que la presencia de personal en el proyecto se reduce.

Consulta Pública

Durante las etapas de Preparación y de Construcción, se generarán alrededor de 658.68 m^3 de residuos de manejo especial, provenientes de los restos de los materiales de las excavaciones; cabe resaltar que este material será almacenado para su posterior utilización en las zonas de construcción (cimentaciones, rellenado de zanjas, etc.).

La estimación de generación de residuos durante las fases del proyecto serán las siguientes cantidades:

Para las etapas de Preparación y Construcción:

Tabla 7: Residuos estimados en la etapa de Preparación.

Etapa de Preparación del Proyecto				
Tipo de residuo	**Nombre**	**Cantidad (m^3)**	**Cantidad (toneladas)**	**Observaciones**
Residuos no peligrosos	Basura municipal (restos de comida, envolturas, etc.).	-	0.02	-
	Madera	-	0.015	-
	Metal (fierro dulce)	-	0.025	-
	Cartón	-	0.0025	-
	Aluminio	-	0	-
	Cobre (cable)	-	0	-
	Vidrio	-	0	-
	Plásticos (PET) y otros		0.0075	
Residuos de manejo especial	Residuos de excavaciones, concreto y escombro.	219.56	Parte del material de excavación se utilizará para el relleno de las obra necesarias, siempre y cuando cumplan con las características necesarias	
Residuos Peligrosos	Solidos con Hidrocarburos (trapos, plásticos, cartón, filtros)	-	0.01	-
	Solidos con solventes y pinturas (trapos, plásticos, contenedores)	-	0.01	-
	Suelo contaminado con hidrocarburos y solventes	-	0.15	-
	Aceites gastados (lubricante e hidráulico)	-	0.0225	-
	Envases de aerosol		0.005	
Total		**219.56**	0.2675	**-**

Consulta Pública

Tabla 8: Residuos estimados en la etapa de Operación.

Etapa de Construcción del Proyecto				
Tipo de residuo	**Nombre**	**Cantidad (m^3)**	**Cantidad (toneladas)**	**Observaciones**
Residuos no peligrosos	Basura municipal (restos de comida, envolturas, etc.).	-	0.25	
	Madera	-	50	
	Metal (fierro dulce)	-	0.3	
	Cartón	-	25	
	Aluminio	-	17.5	
	Cobre (cable)	-	6.25	
	Vidrio	-	0.056	
	Plásticos (PET) y otros		1.75	
Residuos de manejo especial	Residuos de excavaciones, concreto y escombro.	439.12		
Residuos Peligrosos	Solidos con Hidrocarburos (trapos, plásticos, cartón, filtros)	-	0.025	
	Solidos con solventes y pinturas (trapos, plásticos, contenedores)	-	0.025	
	Suelo contaminado con hidrocarburos y solventes	-	0.15	
	Aceites gastados (lubricante e hidráulico)	-	0.125	
	Envases de aerosol		0.015	
	Silicón y resinas		0.005	
	Envases de electrolitos (envases y baterías)		0.005	
	Pinturas / Solventes (estado líquido)		0.015	
	Residuos de soldadura (escorias)		0.015	
	Residuos de soldadura cadweld		0.015	
	Residuos de acido		0.0025	
	Agua con aceite		0.0025	
	Residuo de asfalto		0.06	
	lámparas fluorescentes y pilas		0.0025	
Total		**439.12**	**101.5685**	

Consulta Pública

Tabla 9: Residuos estimados en la etapa de Operación y Mantenimiento.

Etapa de Operación y Mantenimiento del Proyecto		
Tipo de residuo	**Nombre**	**Cantidad (toneladas)**
Residuos no peligrosos	Basura municipal (restos de comida, envolturas, etc.).	0.040
	Madera	1.200
	Metal (fierro dulce)	1.000
	Cartón	0.160
	Aluminio	0.120
	Cobre (cable)	0.120
	Vidrio	0.008
	Plásticos (PET) y otros	0.008
Residuos Peligrosos	Solidos con Hidrocarburos (trapos, plásticos, cartón, filtros)	0.016
	Solidos con solventes y pinturas (trapos, plásticos, contenedores)	0.016
	Suelo contaminado con hidrocarburos y solventes	0.02
	Aceites gastados (lubricante e hidráulico)	0.04
	Envases de aerosol	0.004
	Silicón y resinas	0.02
	Envases de electrolitos (envases y baterías)	0.02
	Pinturas / Solventes (estado líquido)	0.02
	Residuos de soldadura (escorias)	0.02
	Residuos de soldadura cadweld	0.02
	Residuos de acido	0.012
	lámparas fluorescentes y pilas	0.008
Total		**2.872**

1.4.7.4 Infraestructura Adecuada Para el Manejo y Disposición Adecuada de los Residuos

Los residuos sólidos no peligrosos generados serán separados de acuerdo con las características que presenten, se contendrán en cada frente de trabajo, mediante contenedores con tapa y debidamente etiquetados. Se almacenarán temporalmente de acuerdo con los siguientes criterios:

1.4.7.5 Residuos Susceptibles a Reutilización y Reciclaje

Los residuos susceptibles a reutilización y reciclaje (principalmente residuos inorgánicos) que se generen durante las actividades constructivas se podrán dar en donación, siempre y cuando el personal de la planta solar lo autorice (director o residente de obra), como madera de desecho, tierra de excavación, chatarra, blocs de desecho, plásticos (petos), plásticos utilizados en equipos, lonas, que pueden ser utilizados por los propietarios, por las comunidades cercanas al proyecto, de lo contrario serán donados o vendidos a empresas especializadas (recicladoras) debidamente autorizadas.

1.4.7.6 Residuos de Manejo Especial

Para la gestión de los residuos de manejo especial, previamente se deberá consultar ante las instancias ambientales gubernamentales donde se ubique el proyecto, si es necesario o no la integración de un Plan de Manejo específico para el tipo de residuos que se generarán; instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores,

Consulta Pública

importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos, medianos y grandes generadores de estos residuos. Este plan aplica siempre y cuando la generación de estos se encuentre en la categoría de mediano y gran generador.

Para el tratamiento de residuos se contratará a una empresa especializada y autorizada para dar el debido tratamiento de recolección, transporte y disposición final a este tipo de residuos.

En específico la materia orgánica producto del desmonte y despalme se dispersará en las áreas de reforestación previamente determinadas y evaluadas, se deberá utilizar como mejorador de suelos/control de erosión.

1.4.7.6.1 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (SÓLIDOS MUNICIPALES)

Los residuos sólidos urbanos generados se clasificarán de la siguiente manera: residuos orgánicos e inorgánicos. Los residuos orgánicos (residuos de comida, cáscara de frutas, etc.) se colocarán en contenedores de color debidamente rotulado y provisto con tapa, para no atraer especies de fauna doméstica o silvestre. Para los residuos inorgánicos (plásticos, papel, flejes, etc.) se colocarán contenedores debidamente rotulados y con tapa.

El tamaño de los contenedores estará en función de las necesidades del proyecto, y en caso de que el promovente o autoridades en materia ambiental, soliciten el cambio de color o agregar un color para la separación de los residuos se tomará en consideración.

A los contenedores se los pondrá una bolsa de plástico para permitir un manejo práctico y fácil de los residuos y permitir que los recipientes se mantengan en buen estado. Estos se distribuirán en sitios estratégicos en el proyecto para que los trabajadores depositen los residuos y se mantenga limpia el área de trabajo.

Los residuos urbanos se registrarán en la Bitácora de residuos sólidos urbanos, y susceptibles a reutilización y reciclaje. La disposición final de los residuos sólidos no peligrosos se realizará por medio de una empresa autorizada (privada) o por el departamento de limpia municipal.

El supervisor ambiental realizará recorridos para verificar que los contenedores no rebasen del 80% de su capacidad y evitar que las áreas donde estén los recipientes se encuentren sucias.

1.4.7.7 ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS NO PELIGROSOS

Para residuos sólidos urbanos (reutilización-reciclaje) se requiere habilitar un área para almacenar temporalmente estos residuos, esta estará localizada en el área de obras temporales y las características mínimas que se debe cumplir son:

- Que se asigne un espacio dentro del área del proyecto, previamente autorizada
- Que el área este delimitada (malla ciclónica, bardeada, etc.)
- Estar techado
- Se deberá asignar un espacio específico para cada tipo de residuo a almacenar y deberá estar identificado y delimitado
- Deberá contar con las medidas mínimas de seguridad

Consulta Pública

Figura 3: Esquema de Almacén de residuos susceptibles a reutilización y reciclaje.



1.4.7.8 RESIDUOS PELIGROSOS

Se deberá asegurar que el personal asignado para almacenar los Residuos Peligrosos (RP), evite mezclarlos entre sí o con otros residuos y que no los deposite en lugares no autorizados.

Se deberán segregar y envasar de acuerdo con su estado físico, con sus características de peligrosidad y considerando su incompatibilidad con otros residuos, en envases:

- Cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad, previstas en la normativa, necesarias para evitar que, durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga y transporte, no sufran pérdida o escape y eviten la exposición de los operarios al residuo.
- Identificados con nombre, clave y características del residuo.
- Los contenedores para residuos peligrosos deberán ser rojos preferentemente; sin embargo, si la autoridad solicita que se utilice un color diferente de contenedor para cada tipo de Residuos Peligrosos es aceptable.

Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:

- Incompatibles en los términos de la legislación
- En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento
- En áreas que no reúnan las condiciones previstas en los Impresos I-GPM10602-C y I-GPM10602-D.
- Por más de seis meses

Se realizará el almacenaje de los Residuos Peligrosos considerando sus características de incompatibilidad, las cuales se establecen en la NOM-054-SEMARNAT-1993.

Los contenedores se deberán identificar y etiquetar para el almacenaje de los residuos peligrosos, citando su contenido y características de riesgo, estos contenedores deberán estar en buenas condiciones, con su tapa; se identificará cada uno de los contenedores con su etiqueta correspondiente con:

- Datos del generador de Residuo Peligroso (razón social, dirección)
- Nombre del residuo peligroso (categoría, tipo, clave)
- Características de peligrosidad (CPR)

Consulta Pública

- Fecha de ingreso al almacén
- Trazabilidad del residuo peligroso en cada contenedor
- Se deberá contar con copia de las hojas de datos de los materiales peligrosos (MSDS) dentro del almacén temporal.

El almacenamiento de residuos peligrosos debe cubrir condiciones básicas para los centros de acopio temporal. Al inicio del proyecto se deberá definir el establecimiento de un almacén de Residuos Peligrosos, según se especifique en la legislación ambiental y/o contractualmente; el cual comenzará a operar desde el momento en que estos se empiecen a generar.

Los almacenes temporales deberán cumplir con la legislación aplicable a los sitios de almacenamiento de Residuos Peligrosos. El almacén temporal podrá ser utilizado cuando el proyecto genere un volumen tal que se encuentre en el intervalo de la categoría de Pequeño Generador (entre 450 kg y 10 t) principalmente.

Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

Figura 4: Almacenaje de los Residuos Peligrosos.



1.4.7.9 Recolección y Transporte

1.4.7.9.1 Residuos Peligrosos

Para la recolección y transporte de los residuos peligrosos se contratará a una empresa especializada y autorizada ante la SEMARNAT y la SCT. Esta deberá entregar los permisos vigentes, además de las autorizaciones del sitio de disposición final en donde se confinarán los residuos peligrosos.

La empresa responsable de la recolección de los residuos deberá entregar por cada evento, el Manifiesto de entrega, transporte y recepción correspondiente, así como la orden de embarque y el certificado de destino final correspondiente; el manifiesto deberá ser conservado durante cinco años. Adicionalmente deberá considerar lo siguiente:

- Verificar que los residuos peligrosos de que se trate estén debidamente etiquetados e identificados, y en su caso, envasados y embalados

Consulta pública

- Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes
- Contar con personal capacitado para la recolección y transporte de Residuos Peligrosos
- Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de Residuos Peligrosos que vayan a transportarse, firmarlo y guardar las dos copias que del mismo le corresponden.

Observar las características de compatibilidad para el transporte de los Residuos Peligrosos.

Los residuos que contengan agentes infecciosos que les confieren peligrosidad no podrán ser transportarlos junto con ningún otro tipo de Residuo Peligroso.

1.4.7.10 DISPOSICIÓN FINAL

1.4.7.11 RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

Al inicio del proyecto, el supervisor ambiental deberá identificar y ubicar si existe un relleno sanitario o tiradero municipal autorizado cerca del área de influencia donde se construirán las obras. En el caso de que dichas áreas existan y se encuentren alejadas y no se cuente con el servicio de recolección municipal o particular; será necesario trasladar los residuos en vehículos particulares, acondicionando un vehículo para evitar escurrimientos, malos olores, dispersión de basura con el aire, y deberán ser limpiados una vez concluida dicha actividad. Siempre que sea factible se deberá utilizar el servicio de recolección municipal o contratar un servicio particular. Para la disposición final de estos residuos se deberá contar con las autorizaciones o convenios realizados.

1.4.7.11.1 RESIDUOS PELIGROSOS

Una vez que los residuos peligrosos han sido transportados para disposición final, el prestador de servicios deberá entregar el manifiesto de cada disposición final y certificado correspondiente, mencionando si estos serán reutilizados, reciclados o para co-procesamiento por la empresa que ha dado disposición final.

1.4.7.12 AVISO DE CIERRE COMO GENERADORES

Una vez construido el proyecto, se elaborará el aviso por escrito de cierre o finalización del proceso constructivo que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso y la explicación correspondiente y se presentará a la Secretaría (SEMARNAT) en la delegación correspondiente al estado de Yucatán, con la siguiente información:

Como pequeños generadores de residuos peligrosos (este proyecto se tendría esta categoría durante el proceso constructivo) proporcionará:

- La fecha prevista del cierre o de la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos;
- La relación de los residuos peligrosos generados y de materias primas, productos y subproductos almacenados durante los paros de producción, limpieza y desmantelamiento de la instalación;

Consulta Pública

- El programa de limpieza y desmantelamiento de la instalación, incluyendo la relación de materiales empleados en la limpieza de tubería y equipo;
- El diagrama de tubería de proceso, instrumentación y drenajes de la instalación,
- El registro y descripción de accidentes, derrames u otras contingencias sucedidas dentro del predio durante el periodo de operación, así como los resultados de las acciones que se llevaron a cabo. Este requisito aplica sólo para los grandes generadores.

Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta.

1.4.8 GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Se conoce como efecto invernadero a la forma en que el calor queda atrapado cerca de la superficie de la Tierra por los gases de efecto invernadero. Dichos gases envuelven a la Tierra para mantenerla a una temperatura cálida ya que sin ella la superficie terrestre sería de 33°C menos cálida[2].

Los gases de efecto invernadero ocurren de forma natural ya que son parte de la composición de la atmósfera terrestre y que permiten que la vida ocurra, sin embargo, las actividades humanas han alterado el equilibrio energético natural del planeta, principalmente a través de la quema de combustibles fósiles agregando dióxido de carbono al aire haciendo que se atrape calor adicional cerca de la superficie de la Tierra haciendo aumentar las temperas en los últimos años.

Los principales contaminantes climáticos de vida corta son:

- Carbono negro (CN)
- Metano (CH_4)
- Ozono troposférico (O_3)
- Hidrofluorocarbonos (HFC's)

1.4.8.1 IDENTIFICAR POR ETAPAS DEL PROYECTO, EN SU CASO LAS FUENTES GENERADORAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.

El presente proyecto tiene contemplada la generación de gases de efecto invernadero durante las etapas de preparación y construcción solamente por parte de las fuentes móviles como son los vehículos y maquinaria utilizados durante las etapas ya mencionadas anteriormente. Los gases contemplados a generar son: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4) y Óxido de Nitrógeno (N_2O).

1.4.8.2 DETERMINACIÓN DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO QUE SE GENERARÁN DURANTE LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO, COMO SEA EL CASO DE VAPOR DE AGUA, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, ENTRE OTROS.

A continuación, se muestra una estimación de la cantidad de gases generada durante las diferentes etapas que dura el Proyecto. Cabe señalar que esta estimación se realizó con

[2] *https://climate.nasa.gov/faq/70/que-es-el-efecto-invernadero/*

Consulta Pública

base a Metodología para calcular las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) hecha por el gobierno del Estado de México[3].

De acuerdo a dicha metodología, el Cálculo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, se realiza bajo 3 componentes esenciales, los cuáles son:

- Tipo de Combustible.
- Factor de Emisión que es el valor dado por la relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y el consumo de combustible utilizado.
- Consumo de Combustible.

Para obtener la cantidad de cada Gas de Efecto Invernadero se debe seguir con la siguiente fórmula:

$$Emisión_{GEI} = CC_i \times FE_{GEI}$$

Dónde:

CC_i es el Consumo de combustible (i) utilizado al año en Tera Joules (TJ)

FE_{GEI} es el Factor de emisión para el combustible i para cada tipo de GEI en toneladas de GEI por Tera Joules (t_{GEI}/TJ).

GEI es el tipo de Gas de efecto invernadero (CO_2, CH_4 y N_2O)

i = Tipo de combustible (Gas natural, Gas L.P., diésel, gasolina, entre otros)

Con respecto al Factor de emisión se usará el valor establecido por los lineamientos presentados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC sus siglas en inglés) creado por la ONU[4].

Tabla 10: Factor de Emisión.

Tipo de Combustible	Factor de emisión para CO_2 (En kg/TJ)	Factor de emisión para CH_4 (En kg/TJ)	Factor de emisión para N_2O (En kg/TJ)
Gasolina	69.3	3.8	5.7
Diésel	74.10	3.9	3..9

El consumo de combustible estimado anual en TJ para el proyecto estará dado por la siguiente tabla:

Tabla 11: Consumo de combustible para el proyecto.

Estimación de Consumo de Combustible para el proyecto.			
Etapa	**Vehículo**	**Tipo de Combustible**	**Cantidad de Combustible en TJ**
Preparación	Pickup	Gasolina	0.00007274448
	Motoconformadora	Diésel	0.00026200800
	Retroexcabadora	Diésel	0.00017467200
	Bulldoser D8	Diésel	0.00065502000

[3] *https://sfpya.edomexico.gob.mx/recaudacion/ReadFile.jsp?File=MetodologiaEmisionesEP.pdf*

[4] *https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/981195/lista_de_combustibles_2025.pdf*

Consulta Publica

Estimación de Consumo de Combustible para el proyecto.			
Etapa	**Vehículo**	**Tipo de Combustible**	**Cantidad de Combustible en TJ**
	Camiones	Diésel	0.00030567600
	Pipa	Diésel	0.00013100400
	Vibrocompactador	Diésel	0.00023289600
	Hincadora	Diésel	0.00036390000
	Carcador Frontal	Diésel	0.00024017400
Construcción	pickup	Gasolina	0.000290978
	motoconformadora	Diésel	0.00078602400
	retroexcavadora	Diésel	0.00052401600
	Bulldoser D8	Diésel	0.00196506000
	pipa	Diésel	0.00058951800
	Hiab	Diésel	0.00019650600
	Hincadora	Diésel	0.00109170000
	Montacargas	Diésel	0.00043668000
	Grua	Diésel	0.00052401600
Operación y Mantenimiento	Pickup	Gasolina	0.0026188013
	Montacargas	Diésel	0.00157204800
	Grua	Diésel	0.00104803200

Lo que nos da como resultado las siguientes estimaciones de Gas de Efecto Invernadero durante las etapas del Proyecto:

Tabla 12: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Preparación

Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Preparación	
Gas de Efecto Invernadero	**Cantidad**
Dióxido de Carbono (CO_2)	0.180313627 t
Metano (CH_4)	0.009501294 t
Óxido de Nitrógeno (N_2O)	0.009639509 t

Tabla 13: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Construcción

Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Construcción	
Gas de Efecto Invernadero	**Cantidad**
Dióxido de Carbono (CO_2)	0.473176602 t
Metano (CH_4)	0.024948444 t
Óxido de Nitrógeno (N_2O)	0.025501302 t

Tabla 14: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Operación y Mantenimiento.

Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Operación y Mantenimiento	
Gas de Efecto Invernadero	**Cantidad**
Dióxido de Carbono (CO_2)	0.375630857 t
Metano (CH_4)	0.020169757 t
Óxido de Nitrógeno (N_2O)	0.025145479 t

Consulta Pública

1.5 SUPERFICIES GENERALES DEL PROYECTO

Las Superficies se detallan de la siguiente manera:

Tabla 15: Superficies que componen el Área del Proyecto.

Área del Proyecto			
Descripción	**m²**	**ha**	**Porcentaje en el Proyecto**
Obras Temporales	31,500	3.1500	13.39%
Obras Permanentes	52,261	5.2261	22.21%
Área Sin Infraestructura	151,491	15.1491	64.40%
Total	**235,252**	**23.5252**	**100.00%**

1.5.1.1 OBRAS TEMPORALES

Las Obras Temporales se irán moviendo a lo largo de la línea de transmisión y se instalarán en el área de maniobras donde se realizará la instalación de cada torre. En caso de ser necesario guardar equipo, éste se resguardará dentro de los límites de la Planta Solar Haab Kiin a la que este proyecto está asociado.

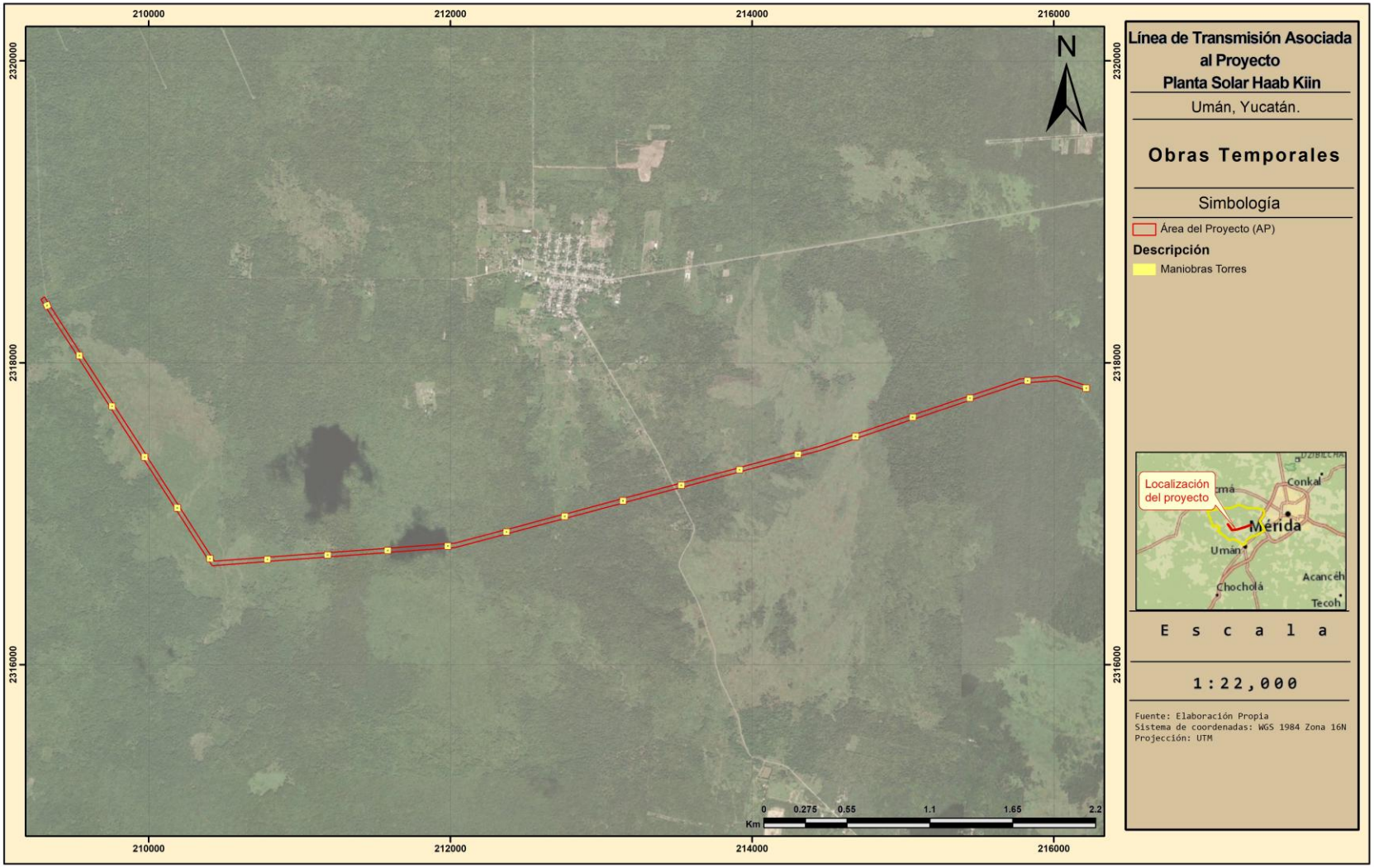
Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 16Q, y representan sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 2.

Tabla 16. Extracto de coordenadas de los Paneles Solares.

Vértice	Este X*	Norte Y*
1	210425	2316722
2	210425	2316682
3	210385	2316682
4	210385	2316722
5	210425	2316722

Consulta Pública

Mapa 3: Obras Temporales



1.5.1.2 1.4.1.2 OBRAS PERMANENTES

Las obras permanentes del Proyecto ocuparán un área de 52,261 m2 (5.2261 ha), incluyen la brecha de mantenimiento (camino de conexión entre torres) y la cimentación de las Torres Autosoportadas.

Brecha de mantenimiento (camino de conexión entre torres)

La brecha de mantenimiento, ocupará un área de 50,161 m^2 (5.01610 ha).

Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 16Q, y representan sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 2.

Tabla 17. Extracto de coordenadas de la Brecha de Mantenimiento.

Vértice	Este X*	Norte Y*
1	210766.064	2316691.191
2	210426.407	2316665.884
3	210425.871	2316665.885
4	210425.341	2316665.968
5	210424.830	2316666.131
6	210424.350	2316666.370

Cimentación de las Torres

La superficie total de las 31 cimentaciones de las torres será de 2,100 m^2 (0.21000 ha).

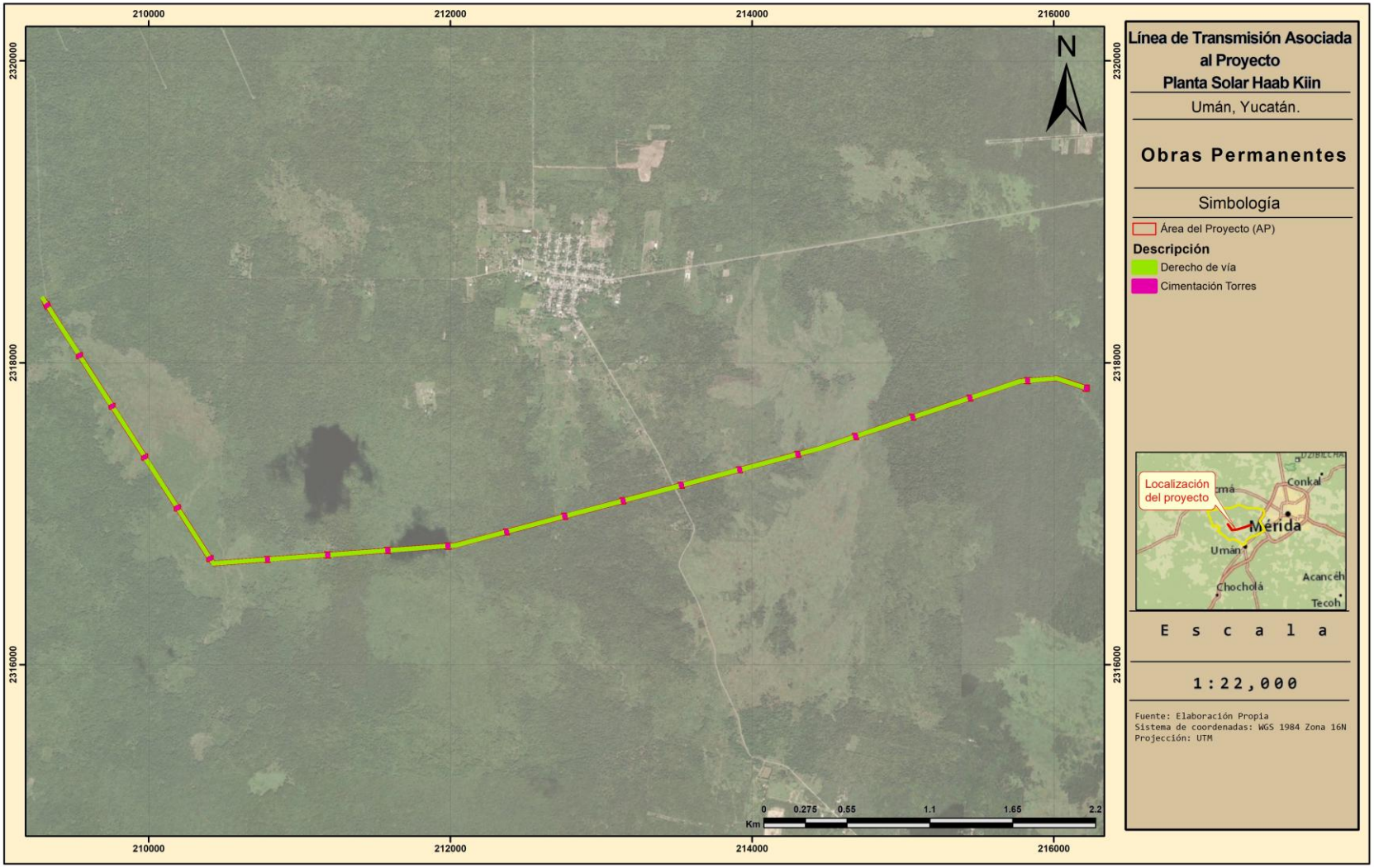
Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 16Q, y representan sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 2.

Tabla 18. Extracto de coordenadas de las cimentaciones de las torres.

Vértice	Este X*	Norte Y*
1	210410	2316697
2	210400	2316697
3	210400	2316707
4	210410	2316707
5	210410	2316697

Consulta Pública

Mapa 4: Obras Permanentes.



1.5.1.3 1.4.1.3 Área Sin Infraestructura

Además de las áreas antes mencionadas existirá el Área Sin Infraestructura que es una superficie que no se instalará infraestructura, dentro de esta superficie, también se encuentra la superficie que corresponde a la carretera que atraviesa en una parte el Área del Proyecto. La superficie total de esta área es de 151,491 m2 (15.1491 ha).

Tabla 19: Superficies que componen el Área sin Infraestructura.

Área Sin Infraestructura			
Descripción	**m²**	**ha**	**Porcentaje en el Proyecto**
Área Sin Infraestructura para el DDV LT	151,199	15.1199	64.27%
Cruce con carretera	292	0.0292	0.12%
Total	**151,491**	**15.1491**	**64.40%**

Cruce con Carretera

Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 16Q.

Tabla 20. Coordenadas del Cruce con la Carretera.

Vértice	Este X*	Norte Y*
1	209306.862	2318402.505
2	209296.332	2318399.466
3	209293.507	2318403.856
4	209290.684	2318408.243
5	209292.603	2318408.805
6	209301.210	2318411.289
7	209308.231	2318413.315
8	209318.761	2318416.354
9	209321.587	2318411.962
10	209324.413	2318407.570
11	209313.882	2318404.531
12	209306.862	2318402.505

Consulta Pública

Área Sin Infraestructura

Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 16Q, y representan sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 2.

Tabla 21. Extracto de coordenadas de las cimentaciones de las torres.

Vértice	Este X*	Norte Y*
1	210766	2316681
2	210427	2316655
3	210425	2316655
4	210423	2316656
5	210421	2316656

Consulta Pública

Mapa 5: Área sin Infraestructura.

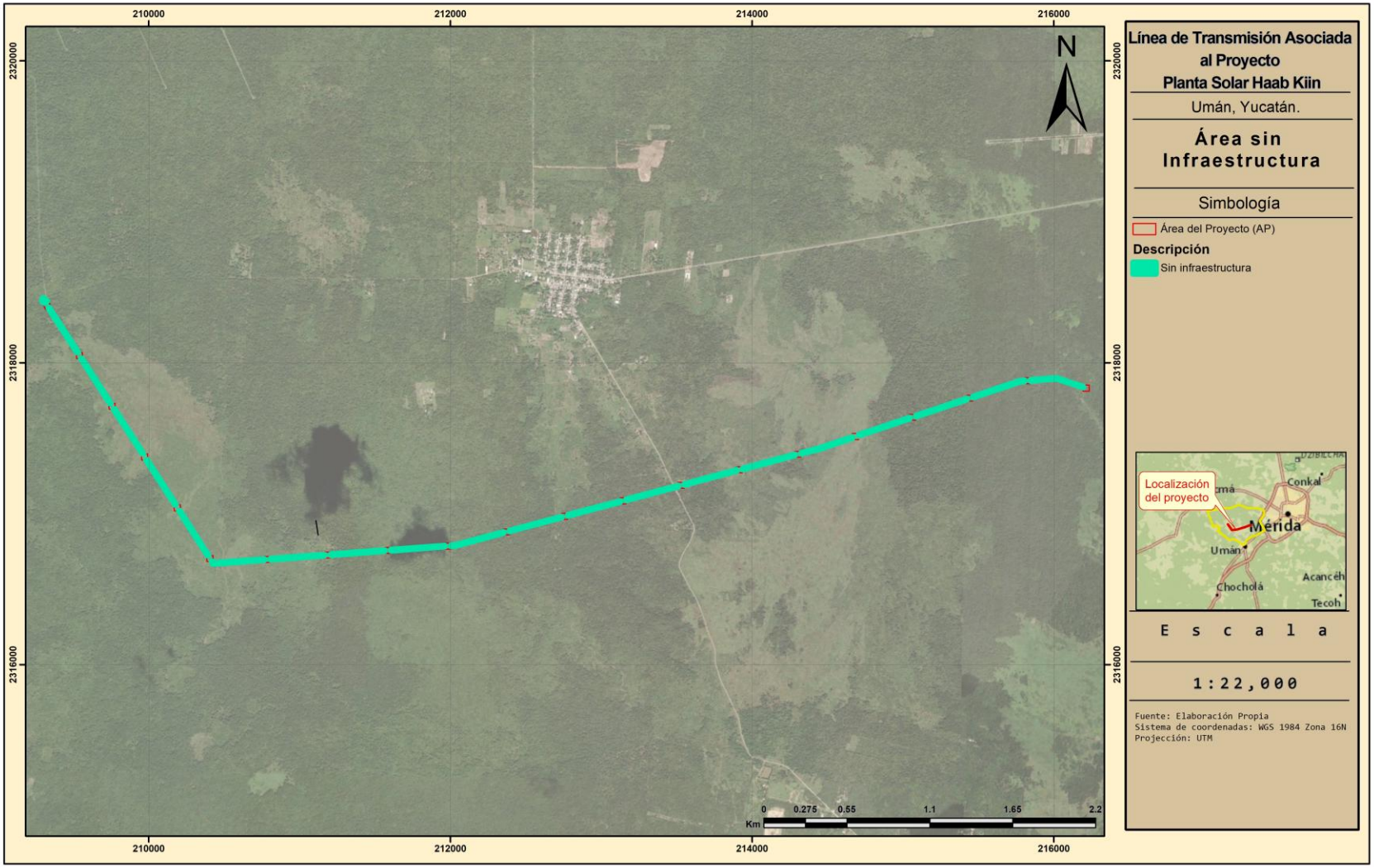


Tabla 22: Tabla 8. Longitud de Trazo de la Línea de Transmisión.

Descripción	m	km
Longitud de Línea de Transmisión	8,051	8.0510
Total	**8,051**	**8.0510**

El ancho será de 18 metros.

Tabla 23: Superficies con sellamiento de suelo.

Superficie de Sellamiento de Suelo			
Descripción	**m²**	**ha**	**Porcentaje en el Proyecto**
Cimentación Torres	2,100	5.01610	0.89%
Total	**2,100**	**5.01610**	**0.89%**

1.5.1.4 SUPERFICIE A AFECTAR EN M² CON RESPECTO A LA COBERTURA VEGETAL DEL ÁREA DEL PROYECTO.

De acuerdo a lo observado en campo, el área del proyecto posee los siguientes tipos y vegetación y usos de suelo:

- Pastizal Cultivado
- Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia
- Desprovisto de Vegetación

Distribuidos como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 24: Superficies por Tipo de Vegetación Actual.

Superficie por Obra			Superficie por Vegetación		
Descripción	**m²**	**ha**	**Vegetación Actual**	**m²**	**ha**
Cimentación Torres	2,100	0.2100	Pastizal Cultivado	600	0.0600
			Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	1,100	0.1100
			Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia	400	0.0400
Maniobras Torres	31,500	3.1500	Pastizal Cultivado	9,000	0.9000
			Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	16,500	1.6500
			Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia	6,000	0.6000
Brecha de Mantenimiento	50,161	5.0161	Desprovisto de Vegetación	189	0.0189
			Pastizal Cultivado	15,610	1.5610
			Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	27,312	2.7312
			Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia	7,050	0.7050
Área Libre de Infraestructura para la LT	151,199	15.1199	Desprovisto de Vegetación	569	0.0569
			Pastizal Cultivado	47,499	4.7499
			Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	81,946	8.1946
			Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia	21,185	2.1185
Cruce con carretera	292	0.0292	Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia	292	0.0292
Total	**235,252**	**23.5252**		**235,252**	**23.5252**

Consulta Pública

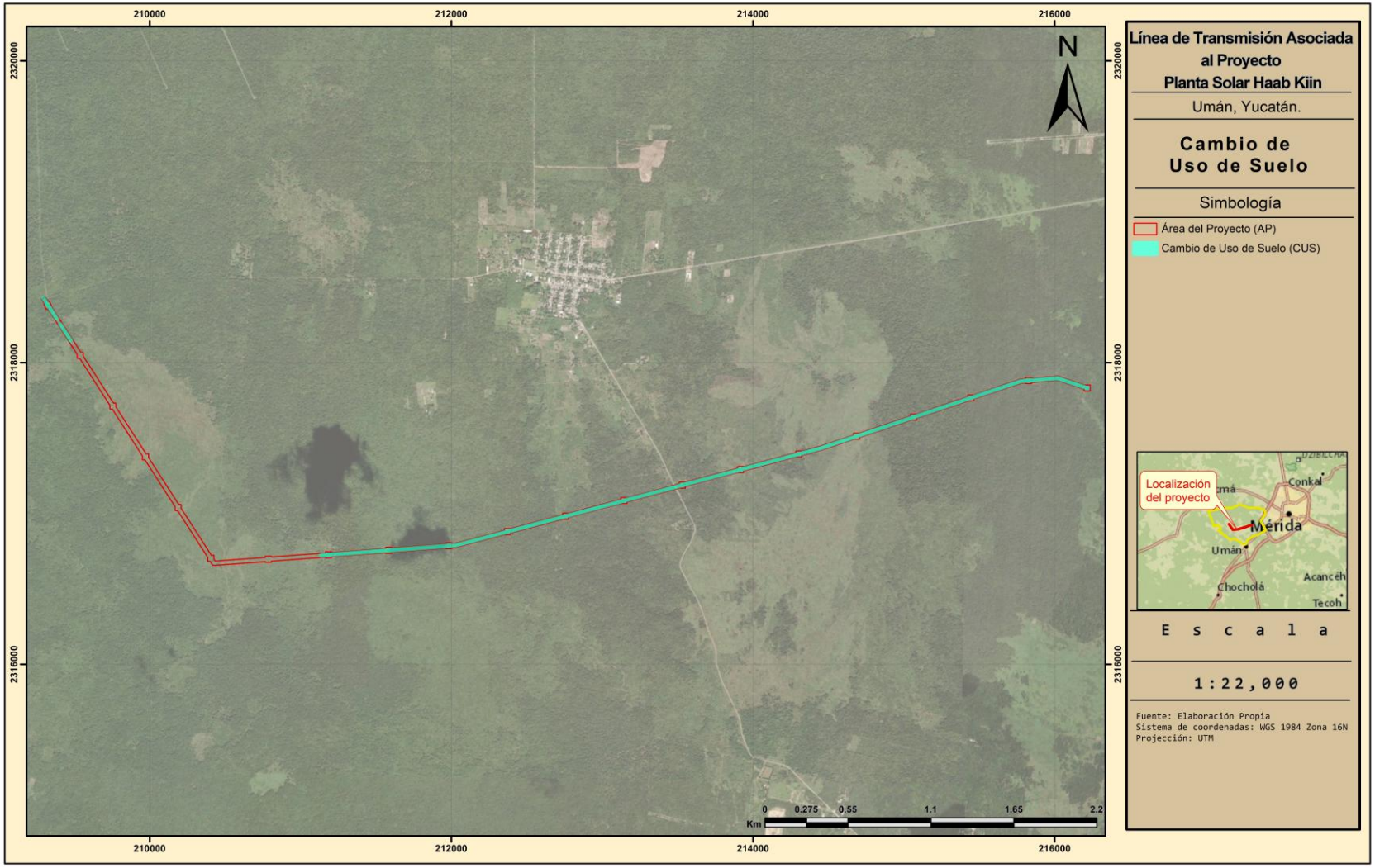
Dado lo anterior, será requerido Cambio de Uso de Suelo en las superficies de Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia en las cuales se instalarán las Torres Autosoportadas, (tanto para la superficie de maniobras como la de la cimentación) y la Brecha de Mantenimiento (camino de conexión entre torres) como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 25: Cambio de Uso de Suelo necesario para la instalación del Proyecto

Descripción	Vegetación Actual	m²	ha
Brecha de mantenimiento	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	27,312	2.7312
	Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia	7,050	0.7050
Cimentaciones	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	1,100	0.1100
	Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia	400	0.0400
Maniobras de cimentaciones	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	16,500	1.6500
	Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia	6,000	0.6000
Total		**58,362**	**5.8362**

Consulta Pública

Mapa 6: Cambio de Uso de Suelo.



2 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 2-1

2.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES N.D.) 2-1

2.1.1 REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA 2-2

2.1.2 LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS 2-2

2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE 2-10

2.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY) 2-26

2.4 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 2-39

2.4.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP) 2-39

2.4.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS) 2-41

2.4.3 SITIOS RAMSAR 2-43

2.4.4 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP) 2-45

2.4.5 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP) 2-47

2.4.6 UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE 2-49

2.5 ARQUEOLOGÍA, CULTURA Y TRADICIONES 2-51

2.6 POBLACIÓN INDÍGENA 2-53

2.6.1 AUTODESCRIPCIÓN 2-54

2.6.2 POBLACIÓN INDÍGENA 2-55

2.6.3 LENGUA INDÍGENA 2-58

2.6.4 REGIONES INDÍGENAS 2-58

2.7 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES Y MUNICIPALES 2-62

2.7.1 PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO DE YUCATÁN (PEDUY) 2-62

2.7.2 PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE UMÁN 2-68

2.8 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 2-70

2.8.1 ATMÓSFERA 2-71

2.8.2 FLORA Y FAUNA 2-72

2.8.3 RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL 2-73

2.8.4 RESIDUOS PELIGROSOS 2-73

2.8.5 RUIDO 2-74

2.8.6 SUELO Y SUBSUELO 2-74

2.9 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR 2-75

2.9.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 1917) 2-75

Consulta Pública

2.9.2 Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (H. Congreso de la Unión 1988)... 2-79
2.9.3 Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental (H. Congreso de la Unión 2000b) 2-88
2.9.4 Ley general del desarrollo forestal sustentable(H. Congreso de la Unión 2018) 2-93
2.9.5 Reglamento de la ley general de desarrollo forestal sustentable (H. Congreso de la Unión 2020) 2-95
2.9.6 Ley general de vida silvestre (H. Congreso de la Unión 2000a) 2-97
2.9.7 Ley general de cambio climático (H. Congreso de la Unión 2012) 2-100
2.9.8 Ley general de prevención y gestión integral de los residuos (H. Congreso de la Unión 2003)..... 2-103
2.9.9 Reglamento de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (H. Congreso de la Unión 2006) 2-110
2.9.10 Ley de aguas nacionales (H. Congreso de la Unión 1992) 2-122
2.9.11 Ley de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad 2-133
2.9.12 Ley Del Sector Eléctrico 2-136
2.9.13 Tratados Internacionales..... 2-140
2.9.13.1 Tratados sobre Cambio Climático Global 2-140
2.9.13.2 Tratados Sobre El Agotamiento Del Ozono Estratosférico..... 2-141
2.9.13.3 Tratados Sobre Comercio, Industria Y Medio Ambiente 2-141
2.9.13.4 TRATADOS SOBRE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS TRANSFRONTERIZOS 2-142
2.9.13.5 Protocolo De Kyoto 2-142
2.9.14 Plan nacional de desarrollo 2025-2030..... 2-143
2.9.15 Plan Estatal de Desarrollo "Renacimiento Maya" 2024–2030 2-150
2.10 Plan Municipal de Desarrollo 2021–2024 Umán (Gobierno Municipal Umán 2021)..... 2-152
2.10.1 Leyes Estatales 2-154
2.10.1.1 Constitución Política del Estado de Yucatán..... 2-154
2.10.1.2 Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán..... 2-156
2.10.1.3 Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Yucatán 2-158

Índice de Mapas

Mapa 1 Unidades Ambientales Biofísicas..... 2-4
Mapa 2 Unidad de Gestión Ambiental (UGA)..... 2-11
Mapa 3 UGA en la que recae el Proyecto..... 2-27
Mapa 4: Áreas Naturales Protegidas..... 2-40
Mapa 5: Áreas de importancia para la conservación de las aves..... 2-42
Mapa 6: Sitios RAMSAR..... 2-44

Consulta Pública

Mapa 7: Regiones Terrestres Priortarias 2-46
Mapa 8: Regiones Hidrológicas Prioritarias. 2-48
Mapa 9: Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). 2-50
Mapa 10 Pueblos indígenas con mayor presencia en la entidad. 2-57
Mapa 11 Región indígena en la que se ubica el Proyecto. 2-61
Mapa 12: Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán (PEDUY) 2-63

Indice de Tablas

Tabla 1 Regiones Ecológicas Y Unidades Ambientales Biofísicas Donde Recae El Proyecto 2-5
Tabla 2 Vinculación con los Criterios de la UAB 62 2-6
Tabla 3 Vinculación con las UGA 100 2-12
Tabla 4 UGA 059 2-29
Tabla 5 Compatibilidad del Uso de Suelo con el Proyecto 2-30
Tabla 6 Vinculación con los Criterios de la UGA059-APROV-CHO 2-32
Tabla 37: Población indígena y afromexicana en el municipio. 2-56
Tabla 38: Población de habla de lengua indígena en los municipios en que se ubica la Región Ecológica. .. 2-58

Índice deFiguras

Figura 1: UGT-APT-01-SI 2-64
Figura 2: UGT-APT-01-AM 2-65
Figura 3: UGT-VIAL-01 2-66

Consulta Pública

2 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

El presente capítulo tiene por objeto cumplir con lo establecido en la fracción III del artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. En tal sentido, en este apartado se analiza el grado de concordancia existente entre las características y alcances del Proyecto, con respecto a los instrumentos normativos en materia de planeación del desarrollo y en materia ambiental, así como la regulación a la ejecución de este tipo de obras.

Dicho análisis, incluye la información cartográfica que, sobre el tema, se ha generado en las diferentes instancias estatales y municipales, identificando y analizando las fuentes de información vigentes de los diferentes instrumentos de planeación en los ámbitos: federal, estatal y municipal, identificando los componentes y elementos ambientales que son relevantes para asegurar la sustentabilidad del área donde el proyecto será ubicado.

El presente análisis se realizó inicialmente desde la jurisdicción federal, para, posteriormente identificar y vincular al proyecto con los instrumentos normativos y de planeación a nivel regional, estatal y municipal. Al respecto, cabe indicar que, actualmente la Administración Federal, así como algunas estatales y municipales, se encuentran actualizando y estructurando sus instrumentos de planeación, razón por la que se vinculó al proyecto con los documentos vigentes disponibles.

Es importante recalcar que, al presentar la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional MIA-R, se estarán incluyendo las medidas necesarias para atender todos aquellos impactos detectados durante la evaluación. Así mismo, se incluyen los Programas Ambientales que recogen todas aquellas medidas de mitigación e incluyen las métricas para determinar la eficacia de la aplicación de las mismas. Con lo anterior, se buscará dar cabal cumplimiento a todos y cada uno de los criterios aplicables al proyecto.

2.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES N.D.)

La planeación ambiental en México se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y en su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE).

De acuerdo con lo establecido en el artículo 20 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la formulación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 07 de septiembre del año 2012, el cual promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal (APF) a quienes está dirigido este Programa, que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional,

Consulta Pública

por lo cual, no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso de suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, en cambio los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

2.1.1 REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo, obteniendo la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

Las Áreas de Atención Prioritaria de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, o la mitigación de impactos ambientales adversos. Se establecieron cinco niveles de prioridad: Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja.

Las Políticas Ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas.

2.1.2 LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para el POEGT, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Los lineamientos ecológicos para cumplir son los siguientes:

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.

Consulta Pública

3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

De acuerdo con el análisis realizado al Programa de Ordenamiento Ecológico General de Territorio, se identificó que el área del proyecto se encuentra en la Unidad Ambiental Biofísica REGION ECOLOGICA: 17.33 Unidades Ambientales Biofísicas que la componen: 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo, por lo que se hace la vinculación con la unidad ambiental a continuación (Ver Anexo 2.1):

Consulta Pública

Mapa 1 Unidades Ambientales Biofísicas

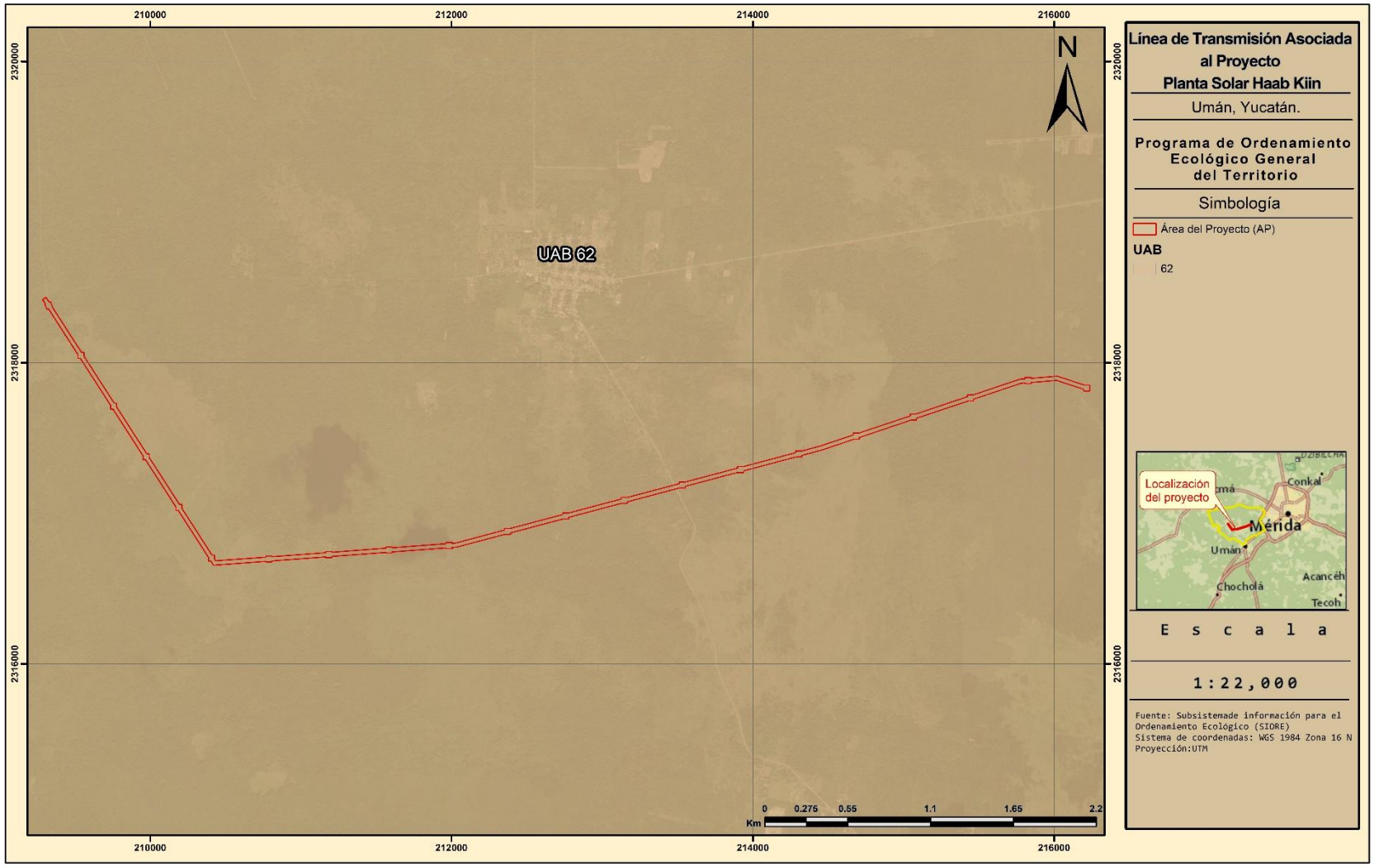
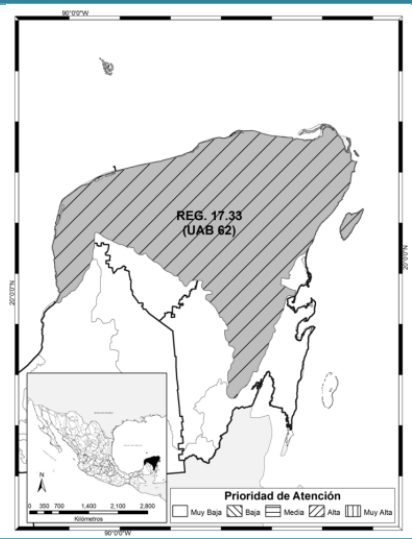


Tabla 1 Regiones Ecológicas Y Unidades Ambientales Biofísicas Donde Recae El Proyecto

REGION ECOLOGICA: 17.33					
	**Unidad Ambiental Biofísica que la compone**				
	62. Karst de Yucatán y Quintana Roo				
	Localización:	**Superficie en km2**	**Población Total:**	**Población Indígena:**	
	Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo	59,542.35 Km2	2,982,494 hab	Maya	
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.				
Escenario al 2033:	Inestable a Crítico				
Política Ambiental:	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable				
Prioridad de Atención:	Alta				
UAB	**Rectores del desarrollo**	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**	**Otros sectores de interés**	**Estrategias sectoriales**
62	Preservación de Flora y Fauna -Turismo	Desarrollo Social- Forestal	Agricultura-Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Consulta Pública

Tabla 2 Vinculación con los Criterios de la UAB 62

Estrategias. UAB 62		
Estrategia		**Vinculación**
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad	El Proyecto considera la conservación de los ecosistemas presentes mediante la delimitación de áreas estrictamente necesarias para el desarrollo de sus obras, evitando afectaciones adicionales fuera del área autorizada. Asimismo, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, priorizando la protección de especies, en especial aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	El Proyecto contempla acciones de rescate y reubicación de individuos de flora y fauna, contribuyendo a la protección de especies en riesgo. En caso de ser requerido por la autoridad competente, se atenderán las disposiciones adicionales que se establezcan en materia de compensación ambiental conforme a la normativa aplicable.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto integra estudios de línea base ambiental dentro de la MIA-R, así como la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se dará seguimiento al comportamiento de los componentes bióticos y abióticos, permitiendo evaluar la efectividad de las medidas de mitigación.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El Proyecto se desarrolla bajo un enfoque de aprovechamiento sustentable, limitando la intervención del sitio a las áreas requeridas, implementando medidas de mitigación y evitando la sobreexplotación de los recursos naturales.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El Proyecto no promueve el cambio de vocación productiva más allá del área requerida, y contempla medidas para la conservación del suelo, mediante la implementación del Programa de Conservación de Suelo y Agua, evitando procesos erosivos o degradación.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No aplica directamente al Proyecto; sin embargo, se asegura que las actividades no interfieran con infraestructura hidráulica existente ni con el funcionamiento de sistemas hidrológicos locales.

Consulta Pública

Estrategias. UAB 62		
Estrategia		**Vinculación**
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El Proyecto reconoce que, debido a la presencia de vegetación forestal en el sitio, se requerirá la autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que dará cumplimiento a lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Para tal efecto, se elaborará el correspondiente Estudio Técnico Justificativo (ETJ), en el cual se definirán las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental aplicables, incluyendo, en su caso, las aportaciones al Fondo Forestal Mexicano, conforme a lo que determine la autoridad competente. De manera complementaria, en el marco de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el Proyecto contempla la implementación de medidas orientadas a la conservación del suelo y la infiltración, incluyendo acciones de reforestación asociadas a la pérdida de infiltración, sin que estas sustituyan las obligaciones que, en su caso, se establezcan en el ETJ.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	El Proyecto reconoce la importancia de los servicios ambientales del área, particularmente aquellos relacionados con la infiltración de agua y regulación ecológica, por lo que implementará medidas de protección y mitigación para conservar su funcionalidad.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El Proyecto no contempla la extracción de agua ni la modificación de los flujos naturales superficiales o subterráneos. Asimismo, se implementarán medidas preventivas para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, mediante el manejo adecuado de residuos y sustancias, contribuyendo a la protección del equilibrio hidrológico del área.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	El Proyecto no realizará extracción de agua; adicionalmente, se garantizará la protección de los recursos hídricos mediante la correcta gestión de residuos y el manejo de aguas provenientes de sanitarios portátiles, los cuales serán recolectados y dispuestos por empresas autorizadas por la autoridad competente.
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	No aplica, ya que el Proyecto no interactúa con infraestructura hidráulica de este tipo.
	12. Protección de los ecosistemas.	El Proyecto integra medidas de prevención, mitigación y control de impactos, así como programas ambientales que garantizan la protección de los ecosistemas durante todas sus etapas.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No aplica directamente, ya que el Proyecto no contempla actividades agrícolas.

Consulta Pública

Estrategias. UAB 62		
Estrategia		**Vinculación**
D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El Proyecto cumplirá con las medidas de compensación ambiental establecidas en la legislación forestal aplicable, particularmente mediante el pago al Fondo Forestal Mexicano, y en su caso, conforme a lo que determine la autoridad en la resolución correspondiente.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No aplican directamente al Proyecto, ya que su naturaleza no corresponde al sector turístico; sin embargo, su desarrollo contribuye indirectamente al desarrollo regional mediante la generación de empleo y fortalecimiento de la infraestructura.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El Proyecto contribuye al fortalecimiento de la infraestructura regional al integrarse como un proyecto de generación de energía, favoreciendo el desarrollo sustentable y la competitividad del territorio. Su desarrollo se realiza bajo criterios de eficiencia, ordenamiento territorial y cumplimiento de la normativa ambiental aplicable.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	El Proyecto se ubica fuera de zonas urbanas consolidadas, por lo que no promueve la expansión urbana desordenada. Asimismo, su desarrollo se realiza en áreas previamente definidas para actividades productivas, sin inducir procesos de urbanización no planificada.
E) Desarrollo Social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	El Proyecto contribuye a la diversificación de las actividades económicas en la región mediante la generación de energía, fortaleciendo el desarrollo regional sin depender exclusivamente de actividades tradicionales como la ganadería o agricultura.

Consulta Pública

Estrategias. UAB 62		
Estrategia		**Vinculación**
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Durante las etapas de preparación, construcción y operación, el Proyecto promoverá la contratación de mano de obra local, fomentando la inclusión de la población de las localidades cercanas, en apego a condiciones de igualdad de oportunidades.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	El Proyecto generará oportunidades de empleo temporal y permanente, lo que contribuye indirectamente al fortalecimiento de capacidades laborales en la población local.
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No aplica de manera directa; sin embargo, el Proyecto cumplirá con las disposiciones en materia de seguridad e higiene laboral, contribuyendo al bienestar de los trabajadores.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No aplica directamente al Proyecto, dado que corresponde a políticas públicas de carácter social; sin embargo, el desarrollo del Proyecto contribuye indirectamente al fortalecimiento económico regional.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El Proyecto se desarrollará respetando en todo momento la tenencia de la tierra y los derechos de propiedad rural, mediante la celebración de los instrumentos legales correspondientes con los legítimos poseedores o propietarios, en apego a la legislación agraria aplicable.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El Proyecto se sustenta en la identificación y validación de la información catastral y agraria del área donde se pretende desarrollar, lo que permite su correcta planeación y compatibilidad con los instrumentos de ordenamiento territorial vigentes.
	44. 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.	El Proyecto es congruente con los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables, incluyendo el POEGT, y se desarrolla bajo un esquema de coordinación con las autoridades competentes, en cumplimiento con la normatividad ambiental y territorial vigente, contribuyendo al desarrollo regional.

Consulta Pública

2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE(SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2012)

De acuerdo establecido en el Artículo Tercero.- Conforme a los términos del "Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe", los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Por lo que se realiza la vinculación con en el mismo Programa de la Unidad de Gestión Ambiental UGA 100 (Ver Anexo 2.2)

Consulta Pública

Mapa 2 Unidad de Gestión Ambiental (UGA).

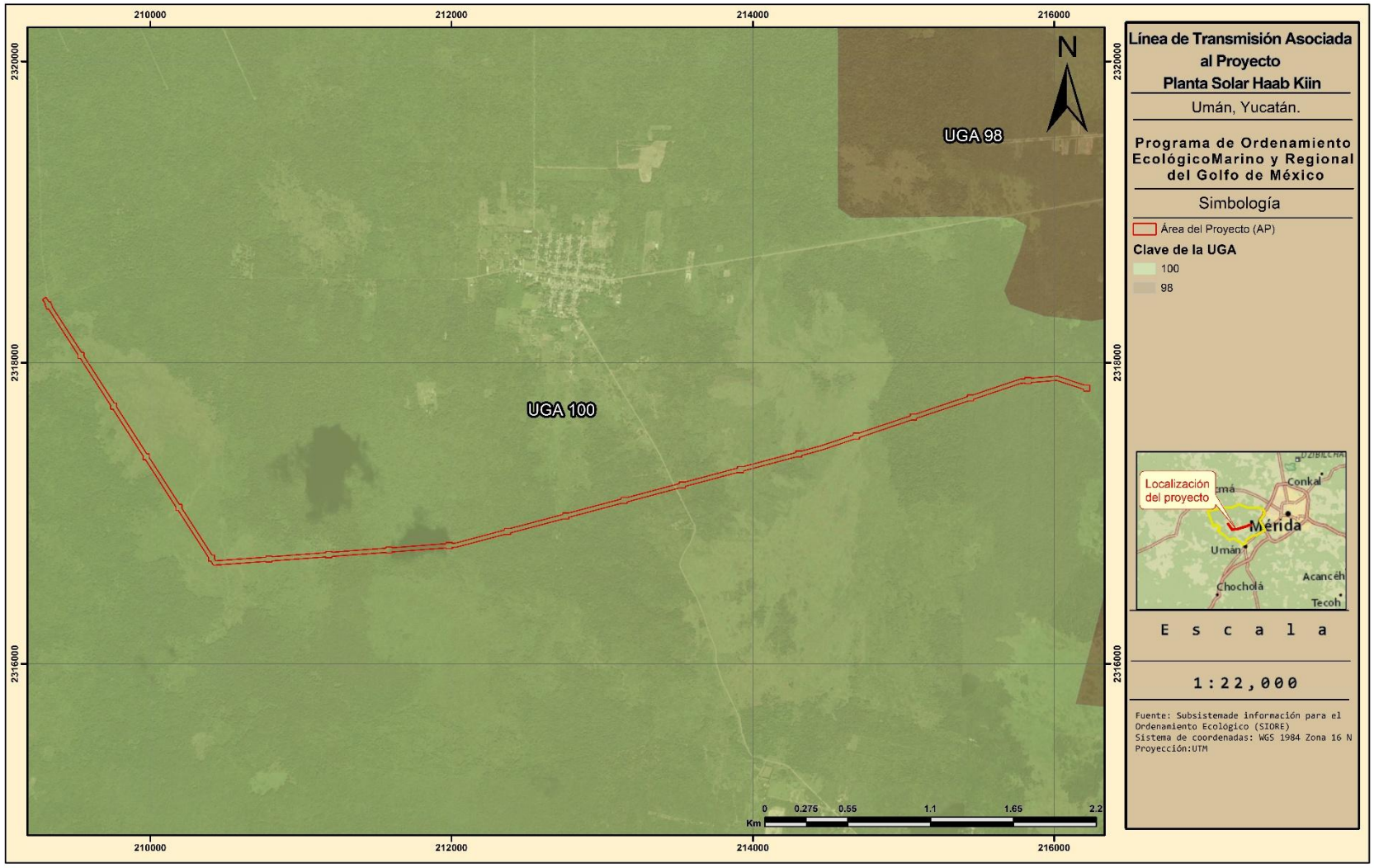


Tabla 3 Vinculación con las UGA 100

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
G001	G001.- Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El Proyecto no contempla la extracción de agua ni el uso intensivo del recurso hídrico. No obstante, se implementarán medidas de prevención para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, así como el manejo adecuado de residuos y sanitarios portátiles mediante empresas autorizadas, contribuyendo indirectamente a la protección de los recursos hídricos.
G002	G002.- Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	
G003	G003.- Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El Proyecto dará cumplimiento mediante la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, priorizando la protección de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, evitando su afectación y contribuyendo a la conservación de la biodiversidad.
G004	G004.- Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	
G005	G005.- Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El Proyecto reconoce la importancia de la conservación del material genético de las especies; sin embargo, las acciones específicas en materia de germoplasma, en caso de ser requeridas, serán definidas en el marco del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), conforme a la legislación forestal aplicable y a lo que determine la autoridad competente. De manera complementaria, en el marco de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se contempla que, para las acciones de reforestación asociadas a la pérdida de infiltración, se realizará la colecta de germoplasma de especies nativas presentes en el área, para su utilización en dicho programa.
G006	G006.- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	La línea de transmisión forma parte de la infraestructura necesaria para incorporar al Sistema Eléctrico Nacional la energía eléctrica proveniente de fuentes renovables, permitiendo su transporte desde el sitio de generación hasta los puntos de interconexión. En este sentido, el Proyecto contribuye indirectamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero al favorecer la sustitución gradual de fuentes convencionales de generación eléctrica basadas en combustibles fósiles y apoyar la transición energética. Asimismo, durante la etapa de operación de la línea de transmisión no se generan emisiones directas de gases de efecto invernadero asociadas al proceso de transmisión de
G007	G007.- Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	

Consulta Pública

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
		energía eléctrica; por otra parte, aunque el Proyecto no contempla la implementación de programas voluntarios de reducción de emisiones ni la participación en esquemas de comercio de Bonos de Carbono, su desarrollo contribuye al cumplimiento de este criterio al facilitar la incorporación de energía proveniente de fuentes renovables al Sistema Eléctrico Nacional, fortaleciendo las políticas nacionales orientadas a la mitigación del cambio climático.
G008	G008.- El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No aplica, ya que el Proyecto no contempla el uso de organismos genéticamente modificados.
G009	G009.- Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El Proyecto considera la planificación de sus obras con base en el análisis del entorno ambiental, incluyendo la identificación de corredores biológicos y áreas relevantes para el desplazamiento de la fauna, con el propósito de evitar la interrupción de su movilidad y minimizar la fragmentación del hábitat. En este sentido, el trazo de la línea de transmisión fue definido procurando mantener la continuidad ecológica del sitio y reduciendo al mínimo la afectación sobre la vegetación forestal. Asimismo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna, conforme a la normatividad aplicable, con el objetivo de proteger a los ejemplares presentes dentro del área de influencia del Proyecto. Cabe señalar que, si bien este criterio hace referencia a la infraestructura de comunicaciones terrestres, el Proyecto corresponde a una línea de transmisión de energía eléctrica, por lo que no implica la apertura de nuevas vías regionales de comunicación; las obras se limitan a la infraestructura estrictamente necesaria para su construcción, procurando reducir la fragmentación del hábitat y mantener la conectividad ecológica del área.

Consulta Pública

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
G010	G010.- Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	En este sentido, su implementación no promueve la ampliación de la frontera agropecuaria, sino que se inserta en un esquema de aprovechamiento ordenado del territorio, en concordancia con los principios de sustentabilidad establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General de Vida Silvestre. Asimismo, en caso de requerirse la remoción de vegetación forestal, el Proyecto gestionará la autorización correspondiente mediante la elaboración del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), conforme a la legislación aplicable, asegurando que las actividades se realicen de manera regulada y sin propiciar el cambio desordenado del uso del suelo hacia áreas naturales.
G011	G011.- Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	No aplica directamente, al no ubicarse en zona costera; sin embargo, se implementarán medidas generales de protección ambiental.
G012	G012.- Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El Proyecto no corresponde al establecimiento de parques industriales; sin embargo, su ubicación se alinea con el principio de ordenamiento territorial establecido en el presente criterio, al desarrollarse en un sitio cuya viabilidad ha sido evaluada conforme a los instrumentos de planeación aplicables. En este sentido, la implementación del Proyecto no promueve la expansión desordenada hacia nuevas áreas, sino que se realizará bajo un esquema regulado, sujeto a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, mediante la elaboración del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), conforme a la legislación aplicable. Lo anterior garantiza que el aprovechamiento del sitio se llevará a cabo de manera planificada, evitando impactos no controlados sobre el entorno y asegurando la aplicación de medidas de mitigación y compensación ambiental correspondientes.
G013	G013.- Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El Proyecto no contempla la introducción, manejo, traslado o liberación de especies exóticas o potencialmente invasoras, toda vez que las actividades asociadas a la construcción, operación y mantenimiento de la línea de transmisión se limitan a la instalación y funcionamiento de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica. Asimismo, las acciones de manejo de la vegetación se restringirán a las especies presentes de manera natural en el sitio, privilegiando la conservación de la composición florística local y evitando la incorporación de especies ajenas al ecosistema.

Consulta Pública

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
G014	G014.- Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El Proyecto no se ubica en márgenes de ríos; no obstante, las acciones de restauración y reforestación que en su caso resulten procedentes serán definidas en el marco del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), conforme a la legislación forestal aplicable.
G015	G015.- Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	Si bien el trazo de la línea de transmisión cruza algunos cauces naturales presentes en el área del Proyecto, la ubicación de las estructuras ha sido definida de manera que no se implanten dentro de éstos ni interfieran con su funcionamiento hidráulico o hidrológico. Asimismo, el Proyecto no contempla el establecimiento de zonas industriales, asentamientos humanos ni obras que modifiquen el cauce, flujo o condiciones naturales de los ríos, por lo que se mantiene la funcionalidad de los sistemas hidrológicos y se da cumplimiento al presente criterio.
G016	G016.- Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El Proyecto no se ubica en zonas montañosas o laderas; sin embargo, en caso de que la autoridad determine acciones de restauración, estas serán atendidas conforme al ETJ y la legislación forestal aplicable.
G017	G017.- Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El Proyecto no se desarrolla en pendientes mayores al 50%, por lo que no contraviene este criterio.
G018	G018.- Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Si bien el trazo de la línea de transmisión cruza algunos cauces naturales presentes en el área de estudio, el diseño del Proyecto considera la ubicación de las estructuras fuera de los cauces y de sus márgenes inmediatas, evitando la alteración de su estabilidad y funcionamiento hidrológico. Asimismo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se implementarán medidas de prevención y control para proteger la vegetación asociada a estos ambientes y evitar afectaciones innecesarias. En caso de que, derivado de la ejecución de las obras, se identifiquen áreas que requieran acciones de restauración, éstas se llevarán a cabo conforme a la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.
G019	G019.- Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	El Proyecto es congruente con los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables, incluyendo el presente Programa, considerando criterios de riesgo y sustentabilidad ambiental.

Consulta Pública

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
G020	G020.- Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	Si bien el trazo de la línea de transmisión cruza algunos cauces naturales presentes en el área de estudio, las estructuras fueron proyectadas fuera de las riberas y de las zonas inundables asociadas, evitando la remoción innecesaria de la vegetación ribereña y la alteración de estos ecosistemas. Asimismo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se implementarán medidas de protección ambiental para prevenir afectaciones sobre la vegetación presente en dichos ambientes y, en caso de que se genere alguna afectación atribuible al Proyecto, se llevarán a cabo las acciones de restauración que resulten procedentes conforme a la normatividad ambiental aplicable.
G021	G021.- Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El Proyecto forma parte de la infraestructura necesaria para la transmisión de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables, contribuyendo a la consolidación de un modelo de desarrollo energético más sustentable. En este sentido, favorece indirectamente la sustitución de actividades asociadas al aprovechamiento de recursos no renovables mediante el fortalecimiento de tecnologías productivas compatibles con la transición energética. Asimismo, la infraestructura proyectada incorpora criterios técnicos y ambientales que optimizan el aprovechamiento del territorio, procurando minimizar la superficie de ocupación y la huella de intervención sobre los ecosistemas, promoviendo un uso más eficiente de los recursos disponibles y reduciendo la necesidad de ampliar las áreas de afectación.
G022	G022.- Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	
G023	G023.- Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con el manejo de especies que puedan convertirse en plagas, por lo que no contraviene este criterio.
G024	G024.- Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	El Proyecto reconoce la importancia de las acciones de restauración y captura de carbono; sin embargo, dichas medidas serán definidas, en su caso, en el marco del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y lo que determine la autoridad competente.
G025	G025.- Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El Proyecto no contempla la introducción de especies para actividades productivas.

Consulta Pública

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
G026	G026.- Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El Proyecto forma parte de la infraestructura necesaria para la transmisión de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables, contribuyendo a la consolidación de un modelo de desarrollo energético más sustentable y al fortalecimiento de la transición energética. En este sentido, favorece la incorporación y aprovechamiento de tecnologías de generación eléctrica con menor impacto ambiental, reduciendo indirectamente la dependencia de fuentes convencionales basadas en combustibles fósiles. Asimismo, la infraestructura proyectada incorpora criterios técnicos y ambientales orientados a optimizar el aprovechamiento del territorio, procurando minimizar la superficie de ocupación y la huella de intervención sobre los ecosistemas, mediante el uso eficiente del derecho de vía y la implementación de medidas de prevención y mitigación ambiental.
G027	G027.- Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	El Proyecto se alinea con este criterio al constituir la infraestructura necesaria para la transmisión de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables, favoreciendo su incorporación al Sistema Eléctrico Nacional y contribuyendo a disminuir la dependencia de combustibles de origen fósil para la generación de energía. Asimismo, durante la operación de la línea de transmisión no se requiere el consumo de combustibles fósiles para el proceso de transmisión de energía eléctrica.
G028	G028.- Promover el uso de energías renovables.	
G029	G029.- Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	
G030	G030.- Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	El Proyecto considera la utilización de equipos, materiales y componentes que cumplen con las especificaciones técnicas y normativas aplicables para garantizar una transmisión eficiente de la energía eléctrica, favoreciendo la reducción de pérdidas durante su transporte y optimizando el desempeño de la infraestructura. Asimismo, durante las etapas de construcción y operación se promoverá el uso de maquinaria y equipos con tecnologías que contribuyan a un uso eficiente de la energía, en la medida que resulte técnica y económicamente viable.
G031	G031.- Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	El Proyecto contribuye al cumplimiento de este criterio al constituir la infraestructura necesaria para la transmisión de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables, favoreciendo su incorporación al Sistema Eléctrico Nacional y promoviendo indirectamente la sustitución de fuentes de generación basadas en combustibles fósiles por alternativas de menor impacto ambiental. Asimismo, durante la operación de la línea de transmisión no se requiere el consumo de combustibles para el proceso de transmisión de energía eléctrica,

Consulta Pública

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
		contribuyendo con ello a la reducción de emisiones asociadas al sector energético.
G032	G032.- Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	El Proyecto no contempla la generación, almacenamiento, transporte o utilización de hidrógeno como fuente de energía, por lo que este criterio no resulta aplicable de manera directa. No obstante, la línea de transmisión forma parte de la infraestructura del Sistema Eléctrico Nacional que favorece la incorporación de tecnologías energéticas de bajas emisiones, por lo que, en caso de que en el futuro se integren fuentes de generación basadas en hidrógeno u otras tecnologías limpias al sistema eléctrico, la infraestructura proyectada podrá contribuir a su transmisión conforme a las condiciones técnicas y regulatorias aplicables.
G033	G033.- Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El Proyecto incorpora infraestructura diseñada conforme a especificaciones técnicas y ambientales que favorecen una transmisión eficiente y confiable de la energía eléctrica proveniente de fuentes renovables. Asimismo, su desarrollo promueve la modernización de la infraestructura eléctrica y la implementación de tecnologías compatibles con la transición energética, contribuyendo indirectamente al impulso de tecnologías limpias y al fortalecimiento de un sistema eléctrico más eficiente y sustentable.
G034	G034.- Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	Los presentes criterios no resultan aplicables de manera directa al Proyecto, ya que éste no contempla la construcción, rehabilitación o modernización de viviendas, edificaciones o instalaciones domésticas e industriales destinadas al consumo de energía. No obstante, la línea de transmisión forma parte de la infraestructura necesaria para fortalecer el Sistema Eléctrico Nacional, permitiendo el transporte eficiente de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables. Asimismo, su diseño incorpora especificaciones técnicas orientadas a reducir las pérdidas de energía durante la transmisión, contribuyendo indirectamente al fortalecimiento de la eficiencia energética del sistema eléctrico y favoreciendo el aprovechamiento de tecnologías compatibles con la transición energética.
G035	G035.- Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	
G036	G036.- Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	
G037	G037.- Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No aplica, ya que el Proyecto no está relacionado con actividades agrícolas.
G038	G038.- Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	El Proyecto reconoce la importancia de la captura de carbono; sin embargo, las acciones específicas serán definidas en el ETJ, conforme a la legislación forestal aplicable.

Consulta Pública

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
G039	G039.- Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El Proyecto es congruente con los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables, incluyendo el presente Programa.
G040	G040.- Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	El Proyecto podrá, en su caso, integrarse a esquemas de cumplimiento voluntario en materia ambiental conforme a la normatividad aplicable.
G041	G041.- Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	El Proyecto no se ubica en centros de población ni promueve el desarrollo urbano; no obstante, es congruente con los instrumentos de planeación territorial aplicables.
G042	G042.- Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	El Proyecto dará cumplimiento a la normativa ambiental aplicable en materia de emisiones y manejo de residuos, y en su caso, se sujetará a los registros correspondientes conforme a la legislación vigente.
G043	G043.- LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	No aplica directamente al Proyecto, al no estar relacionado con actividades pesqueras o marinas, ni incidir sobre especies acuáticas.
G044	G044.- Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No aplica, dado que el Proyecto no pertenece al sector pesquero.
G045	G045.- Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El Proyecto no tiene como finalidad la prestación de servicios de transporte; sin embargo, el acceso al sitio se realizará mediante infraestructura existente, sin generar modificaciones relevantes en la movilidad regional.
G046	G046.- Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	
G047	G047.- Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El Proyecto contribuye al cumplimiento de este criterio al fortalecer la infraestructura de transmisión de energía eléctrica, favoreciendo la disponibilidad y confiabilidad del suministro eléctrico para el desarrollo de actividades productivas en la región. La ampliación y modernización de la infraestructura eléctrica constituye un elemento estratégico que impulsa la diversificación de las actividades económicas, al proporcionar las condiciones necesarias para el establecimiento y crecimiento de sectores productivos que requieren un suministro eléctrico seguro y continuo, contribuyendo al desarrollo regional de manera compatible con los objetivos de sustentabilidad.
G048	G048.- Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	El Proyecto considera la implementación de medidas de seguridad y atención a contingencias, en apego a la normatividad aplicable en materia de protección civil.
G049	G049.- Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	

Consulta Pública

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
G050	G050.- Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	No aplica directamente, al no tratarse de infraestructura habitacional.
G051	G051.- Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	El Proyecto implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, asegurando su adecuada clasificación, manejo y disposición final mediante empresas autorizadas.
G052	G052.- Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	
G053	G053.- Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El Proyecto no contempla el uso ni generación de aguas residuales tratadas para su reutilización.
G054	G054.- Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El Proyecto no contempla descargas de aguas residuales, por lo que no requiere infraestructura de tratamiento; sin embargo, las aguas de sanitarios portátiles serán manejadas por empresas autorizadas.
G055	G055.- La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El Proyecto reconoce que la remoción de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo deberá realizarse conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, por lo que dará cumplimiento a la obtención de la autorización correspondiente y a las medidas que determine la autoridad competente, mismas que serán definidas en el marco del Estudio Técnico Justificativo (ETJ).
G056	G056.- Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	El Proyecto garantizará que los residuos generados sean manejados y dispuestos en sitios autorizados conforme a la normatividad aplicable.
G057	G057.- Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	El Proyecto no contempla la realización de estudios en materia de salud; sin embargo, al formar parte de la infraestructura necesaria para la transmisión de energía proveniente de fuentes renovables, contribuye indirectamente a las acciones orientadas a la mitigación del cambio climático.
G058	G058.- La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	El Proyecto dará cumplimiento a la legislación aplicable en materia de manejo de residuos peligrosos.
G059	G059.- El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El Proyecto no se ubica dentro de un Área Natural Protegida, por lo que no contraviene este criterio.
G060	G060.- Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	No aplican directamente, al no tratarse de infraestructura costera.

Consulta Pública

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
G061	G061.- La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	
G062	G062.- Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No aplica, al no corresponder a actividades agropecuarias.
G063	G063.- Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No aplica, al no estar relacionado con actividades pesqueras.
G064	G064.- La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El Proyecto se desarrollará evitando la alteración de los flujos hidrológicos naturales, y en caso necesario, implementará medidas para prevenir afectaciones.
G065	G065.- La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El Proyecto no se localiza en un Área Natural Protegida, por lo que no contraviene este criterio.
A005	A005.- Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El Proyecto no contempla el uso ni distribución de agua para procesos productivos; asimismo, no generará aguas grises asociadas a actividades de este tipo, por lo que no contraviene estos criterios.
A006	A006.- Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	
A007	A007.- Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El Proyecto se desarrolla en un sitio definido para actividades productivas, sin afectar Áreas Naturales Protegidas ni promover cambios en la vocación de conservación del territorio.
A011	A011.- Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El Proyecto reconoce la importancia de las acciones de restauración; sin embargo, al requerir autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, dichas medidas serán definidas, en su caso, en el marco del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y lo que determine la autoridad competente.
A016	A016.- Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	Durante el diseño del Proyecto se consideró la ubicación de los corredores biológicos y de las áreas con mayor importancia para la conectividad ecológica, procurando que el trazo de la línea de transmisión minimice la fragmentación del hábitat y mantenga la funcionalidad de dichos corredores. Asimismo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna, contribuyendo a la protección de las

Consulta Pública

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
		especies presentes y a la conservación de la conectividad ecológica del área de influencia del Proyecto.
A017	A017.- Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El Proyecto reconoce la importancia de las acciones de restauración; sin embargo, al requerir autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, dichas medidas serán definidas, en su caso, en el marco del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y lo que determine la autoridad competente.
A018	A018.- Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	El Proyecto dará cumplimiento mediante la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, priorizando la protección de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
A019	A019.- Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	En caso de presentarse contingencias, las acciones de remediación se realizarán conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y demás normatividad aplicable.
A021	A021.- Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	El Proyecto implementará medidas para prevenir la contaminación del aire, suelo y agua, mediante el adecuado mantenimiento de maquinaria, así como la correcta gestión de residuos, en apego a la normatividad aplicable.
A023	A023.- Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	El Proyecto contempla medidas preventivas para evitar la contaminación del suelo, incluyendo el manejo adecuado de residuos y la atención a contingencias conforme a la normatividad aplicable.
A024	A024.- Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	El Proyecto promoverá el uso de maquinaria, vehículos y equipos que se encuentren en adecuadas condiciones de operación y mantenimiento, con la finalidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y partículas durante las etapas de preparación del sitio y construcción, siempre que ello sea técnica y económicamente viable. Asimismo, la línea de transmisión forma parte de la infraestructura necesaria para la incorporación de energía proveniente de fuentes renovables al Sistema Eléctrico Nacional, contribuyendo indirectamente a la reducción de emisiones asociadas al sector energético.
A025	A025.- Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	El Proyecto dará cumplimiento a la legislación aplicable en materia de manejo de residuos peligrosos, evitando la contaminación de suelos.

Consulta Pública

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
A026	A026.- Promover e impulsar el uso de tecnologías 'Limpias' y 'Ambientalmente amigables' en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	Si bien el Proyecto no corresponde a una instalación industrial, la línea de transmisión forma parte de la infraestructura necesaria para la incorporación de energía proveniente de fuentes renovables al Sistema Eléctrico Nacional, favoreciendo el uso de tecnologías con menor impacto ambiental. Asimismo, durante las etapas de construcción se procurará el uso de maquinaria y equipos en adecuadas condiciones de operación y mantenimiento, contribuyendo a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos.
A033	A033.- Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No aplica, ya que el Proyecto no corresponde a generación de energía eólica.
A037	A037.- Promover la generación energética por medio de energía solar.	Si bien el Proyecto no tiene como finalidad la generación de energía solar, constituye la infraestructura necesaria para la transmisión de la energía eléctrica proveniente de esta fuente renovable, permitiendo su incorporación al Sistema Eléctrico Nacional. En este sentido, contribuye directamente al aprovechamiento y expansión del uso de la energía solar, favoreciendo el cumplimiento del presente criterio.
A038	A038.- Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de residuos agrícolas para la generación de energía, por lo que este criterio no resulta aplicable de manera directa. No obstante, la línea de transmisión forma parte de la infraestructura necesaria para incorporar al Sistema Eléctrico Nacional la energía proveniente de fuentes renovables, contribuyendo al fortalecimiento de un modelo energético sustentable, sin promover actividades que incrementen el riesgo de incendios forestales.
A050	A050.- Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	El Proyecto no promueve el desarrollo urbano; sin embargo, es congruente con los instrumentos de planeación territorial aplicables.
A051	A051.- Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	El Proyecto no tiene como finalidad el desarrollo de infraestructura carretera o de comunicación regional.
A052	A052.- Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	El Proyecto no contempla actividades agropecuarias; no obstante, implementará medidas de manejo ambiental que eviten la degradación del suelo.
A053	A053.- Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El Proyecto no corresponde a actividades productivas extensivas, y su desarrollo se basa en el uso eficiente del espacio, mediante infraestructura de transmisión de energía.
A054	A054.- Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	

Consulta Pública

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
A055	A055.- Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No aplican, al no tratarse de actividades agrícolas o ganaderas.
A057	A057.- Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	El Proyecto no corresponde al establecimiento de zonas urbanas ni induce procesos de urbanización, por lo que no promueve el crecimiento de asentamientos humanos.
A058	A058.- Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No aplica, dado que el Proyecto no implica desplazamiento de población.
A059	A059.- Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El Proyecto contribuye indirectamente al desarrollo regional mediante el fortalecimiento de la infraestructura de transmisión energética.
A060	A060.- Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	El Proyecto considera criterios de diseño que permiten su operación bajo condiciones climáticas propias de la región.
A061	A061.- Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	No aplica, al no tratarse de infraestructura habitacional.
A062	A062.- Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El Proyecto dará cumplimiento a la legislación aplicable en materia de manejo integral de residuos peligrosos y de manejo especial.
A063	A063.- Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El Proyecto no contempla la generación de aguas residuales que requieran tratamiento; las aguas de sanitarios portátiles serán manejadas por empresas autorizadas.
A064	A064.- Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	
A065	A065.- Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	No aplica directamente, al no tratarse de actividades agrícolas o de rehabilitación de suelos mediante este tipo de insumos.
A066	A066.- Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	El Proyecto no contempla la descarga de aguas residuales tratadas en cuerpos de agua; las aguas provenientes de sanitarios portátiles serán manejadas por empresas autorizadas, conforme a la normatividad aplicable.
A067	A067.- Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El Proyecto no requiere sistemas de captación de agua pluvial para su operación, dado que no utiliza agua en procesos productivos.
A068	A068.- Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El Proyecto implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, garantizando su correcta clasificación, almacenamiento, transporte y disposición final mediante empresas autorizadas, evitando afectaciones al suelo y cuerpos de agua.
A069	A069.- Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	

Consulta Pública

UGA y 100		
ID_C	**DESCRIBE_C**	**Vinculación**
A071	A071.- Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	No aplican al Proyecto, al no estar relacionado con actividades turísticas.
A072	A072.- Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	
A075	A075.- La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura carretera deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	No aplican, ya que el Proyecto no contempla infraestructura portuaria ni actividades marítimas.

Consulta Pública

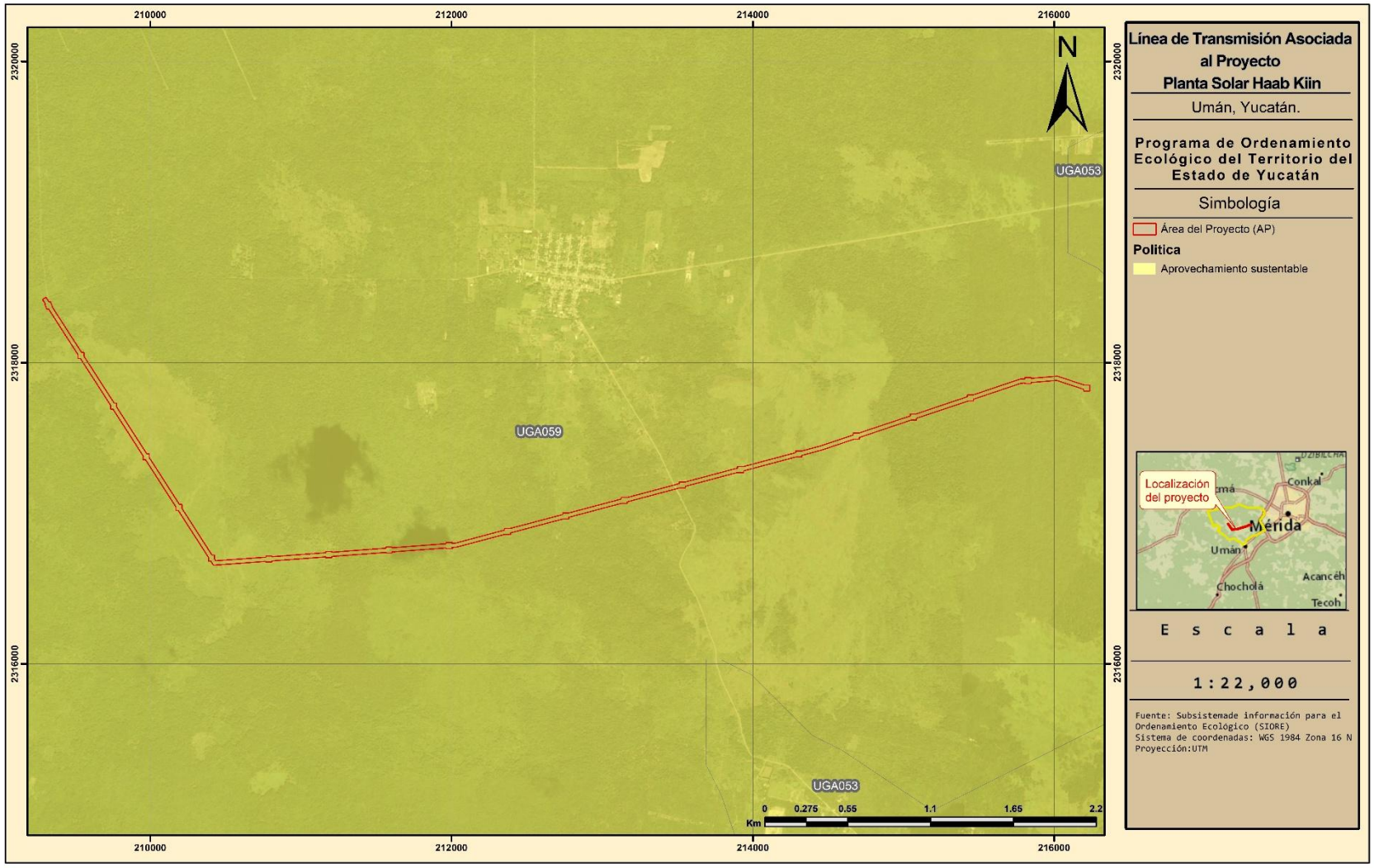
2.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY) (GOBIERNO DEL ESTADO DE YUCATÁN 2023)

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, el Proyecto se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental UGA059-APROV-CHO, la cual presenta una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable, orientada al desarrollo de actividades productivas bajo criterios de sustentabilidad ambiental (Ver Anexo 2.3).

En este sentido, se realizó el análisis de los lineamientos ambientales, criterios generales y la matriz de compatibilidad de dicha unidad, con la finalidad de determinar la congruencia del Proyecto con los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables.

Consulta Pública

Mapa 3 UGA en la que recae el Proyecto.



A continuación, se presenta la vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) correspondiente, conforme a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán.

Para tal efecto, se analizan los criterios generales y particulares que resultan aplicables en función de la naturaleza del Proyecto, evaluando su congruencia con los lineamientos ambientales, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación que aseguran el cumplimiento de la normatividad vigente.

Consulta Pública

Tabla 4 UGA 059

Usos de suelo de la Unidad de Gestión Ambiental 059					
CLAVE UGA	**NOMBRE UGA**	**POLITICA**	**USOS COMPATIBLES**	**USOS CONDICIONADOS**	**USOS INCOMPATIBLES**
UGA059	UGA059-APROV-CHO	Aprovechamiento sustentable	1, 2, 4, 10, 13, 19	5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 18	3, 14, 16, 17, 20

UGA 059		
Lineamientos Ambientales		
Propiciar el aprovechamiento de 149.007 km2 para el desarrollo de las actividades compatibles. Propiciar la restauración de 293.89 km2 de la vegetación forestal menos conservada y preservarlas a largo plazo.		
Criterios Generales		
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15		
Matriz de Compatibilidades		**Criterios de Regulación Ecológica**
ACTIVIDAD	**CLASIFICACIÓN**	
Acuacultura de agua dulce	C	1, 2, 3, 4
Acuacultura salobre	C	1, 2, 3, 4
Agricultura tecnificada	INC	
Agricultura extensiva	C	1, 2, 3, 5
Apicultura	COND	1
Energía eólica	COND	2, 3, 4
Energía fotovoltaica	COND	1, 2
Infraestructura	COND	1, 2, 3
Forestal	COND	1, 2, 3, 4, 5
Industrial	C	1, 2, 4, 6
Milpa maya	COND	1
Minería no metálica	C	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Pecuario bovino	INC	
Pecuario porcino	INC	
Pecuario avícola	COND	1, 2, 3, 4
Pesca	INC	
Turismo de naturaleza	C	1, 2
Turismo de sol y playa	INC	
Turismo convencional	COND	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
Asentamientos humanos	COND	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
C= Compatible	**COND= Condicionado**	**INC= Incompatible**

Consulta Pública

Tabla 5 Compatibilidad del Uso de Suelo con el Proyecto

De acuerdo con la compatibilidad del uso de suelo de la UGA con el Proyecto que se encuentra en:	USOS CONDICIONADOS	11
No	**Actividad y Clave**	**Definición**
11	11 Infraestructura INFRA	Se refiere a las obras e instalaciones que proveen de servicios a centros poblacionales o sectores productivos, como puede ser el suministro de agua potable, sistemas de tratamiento de agua municipales, vías de comunicación y estaciones de servicio, generación y transmisión de energía eléctrica, y cualquier otra necesaria acorde al crecimiento poblacional del país, del estado o el municipio.

Consulta Pública

Compatibilidad con la UGA

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, el Proyecto se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental UGA059-APROV-CHO, la cual presenta una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable, orientada al desarrollo de actividades productivas bajo criterios de sustentabilidad ambiental.

Conforme a la matriz de compatibilidad del Programa de Ordenamiento Ecológico, el Proyecto corresponde a la actividad 11. Infraestructura (INFRA), definida como:

> "Se refiere a las obras e instalaciones que proveen de servicios a centros poblacionales o sectores productivos, como puede ser el suministro de agua potable, sistemas de tratamiento de agua municipales, vías de comunicación y estaciones de servicio, generación y transmisión de energía eléctrica, y cualquier otra necesaria acorde al crecimiento poblacional del país, del estado o el municipio."

Asimismo, la matriz de compatibilidad establece que la actividad Infraestructura (INFRA) constituye un uso condicionado dentro de la UGA059-APROV-CHO, por lo que su desarrollo es viable siempre que se dé cumplimiento a los criterios de regulación ecológica aplicables.

En este sentido, el Proyecto corresponde a una línea de transmisión de energía eléctrica, por lo que se ubica dentro de la categoría de Infraestructura (INFRA) prevista expresamente por el Programa de Ordenamiento Ecológico. En consecuencia, su desarrollo resulta compatible con la política de Aprovechamiento Sustentable de la Unidad de Gestión Ambiental, al sujetarse al cumplimiento de los criterios ecológicos establecidos en dicho instrumento de planeación, así como a las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental previstas en el presente estudio y a las demás condicionantes que, en su caso, determine la autoridad competente.

A continuación, se realiza la vinculación del Proyecto con los criterios aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental UGA059-APROV-CHO.

Consulta Pública

Tabla 6 Vinculación con los Criterios de la UGA059-APROV-CHO

Criterios		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
Criterios Generales CG		
1	Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con la normatividad aplicable previo a la disposición de aguas residuales. En todos los casos, el drenaje pluvial y el sanitario deberán estar separados.	El Proyecto no contempla la generación de aguas residuales derivadas de procesos productivos durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la línea de transmisión. Únicamente se prevé el uso de sanitarios portátiles para el personal, cuyas aguas residuales serán recolectadas, transportadas y dispuestas por empresas autorizadas, conforme a la normatividad ambiental aplicable, evitando cualquier descarga al suelo o a cuerpos de agua.
2	Todo proyecto, obra o actividad que genere residuos sólidos urbanos (RSU), deberán contar con la infraestructura apropiada y con un programa de manejo integral para su recolección, tratamiento o disposición final, ya sea por cuenta propia, contratación de servicios especializados o a través de los servicios públicos municipales.	El Proyecto implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante el cual se establecerán las medidas para la adecuada separación, recolección, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos que se generen durante las diferentes etapas del Proyecto, privilegiando su manejo a través de empresas autorizadas o de los servicios públicos municipales, conforme a la normatividad aplicable.
3	Todo proyecto, obra o actividad que generen residuos de manejo especial, deberán reportar su generación y estrategias de manejo a la dependencia estatal de conformidad con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.	El Proyecto dará cumplimiento a las disposiciones establecidas en la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán y demás ordenamientos aplicables, reportando, cuando corresponda, la generación y el manejo de residuos de manejo especial ante la autoridad competente e implementando las medidas necesarias para su adecuado manejo durante las diferentes etapas del Proyecto.
4	Todo proyecto, obra o actividad que requieran el abastecimiento de agua subterránea quedarán supeditas a que se demuestre que no se afecta la disponibilidad ni la calidad del agua del acuífero mediante la presentación estudios que determinen los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos y el aforo de extracción de agua. Así mismo deberá indicar el número de pozos de extracción necesarios para el proyecto y su distribución en el predio, el volumen de agua requerido en m3/día y las velocidades de extracción en L/s de cada pozo.	El Proyecto no contempla la extracción ni el aprovechamiento de agua subterránea para su construcción, operación o mantenimiento, por lo que no afectará la disponibilidad ni la calidad del acuífero y, en consecuencia, no requiere la construcción de pozos de extracción ni la realización de obras asociadas al abastecimiento de agua subterránea.
5	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de oquedades, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante derrumbes de zonas cavernosas.	Previamente al desarrollo de las obras se verificará la presencia de oquedades, cavernas, cenotes o zonas inundables dentro del área de intervención. En caso de identificarse estos elementos, serán excluidos de las áreas de trabajo y se implementarán las medidas necesarias para evitar afectaciones a su integridad, reduciendo la vulnerabilidad del Proyecto y preservando la funcionalidad de estos sistemas naturales.
	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de zonas inundables, las cuales se deberán excluir de las áreas	

Consulta Pública

Criterios		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
	aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante efectos climáticos.	
6	Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos deberán integrar un sistema de drenes adecuados y suficientes que permitan el flujo natural del agua y considerar la viabilidad de utilizar materiales permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural.	El Proyecto contempla la habilitación y adecuación de accesos y caminos necesarios para la construcción y mantenimiento de la línea de transmisión. Estas obras incorporarán las medidas necesarias para conservar el flujo natural del agua, evitando modificaciones significativas a la infiltración y al drenaje superficial, privilegiando, cuando resulte técnica y ambientalmente viable, el uso de materiales que favorezcan la permeabilidad del terreno.
7	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar en terrenos que presenten vegetación forestal, deberán mantener los parches mejor conservados, fomentar la creación de franjas de vegetación para mejorar la conectividad, disminuir la fragmentación y funcionar como corredor biológico.	El Proyecto se desarrolla en un entorno donde se identifican áreas con vegetación forestal y corredores biológicos; por ello, durante el diseño del trazo de la línea de transmisión se procuró evitar la intervención directa sobre las áreas mejor conservadas, favoreciendo la continuidad ecológica y minimizando la fragmentación del hábitat. Asimismo, se implementarán el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna y las demás medidas de manejo de la vegetación previstas para el Proyecto, en cumplimiento de la normatividad ambiental y forestal aplicable.
8	Todo proyecto, obra o actividad que requiera la realización de excavación como parte de su proceso construcción, deberá contemplar medidas de mitigación para reducir afectaciones por el material extraído, como puede ser su reutilización en las propias actividades constructivas.	El material producto de las excavaciones será reutilizado, en la medida de lo técnicamente posible, en las propias actividades constructivas del Proyecto, reduciendo la generación de material de desecho y minimizando los impactos asociados a su manejo y disposición final.
9	Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa autorización de la autoridad competente.	El Proyecto se desarrolla en un sitio seleccionado con base en criterios técnicos, ambientales y de factibilidad, donde se identifican superficies con vegetación forestal. En este sentido, la remoción de vegetación forestal se limitará estrictamente a la superficie indispensable para la construcción y operación de la línea de transmisión, por lo que el presente Proyecto se encuentra sujeto a la obtención de la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.
10	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda desarrollar en un predio, deberá identificar y caracterizar los humedales (cenotes, poljes, uvalas, cuevas, grutas, humedales costeros) que se encuentren en su interior, con lo cual deberá establecer las medidas necesarias para evitar los impactos directos, indirectos o a distancia de la obra o actividad que causen la desecación o la sedimentación de los humedales. En el caso de vías de transporte (veredas, caminos, carreteras, red ferroviaria), se deberá evitar la alteración de la hidrodinámica natural, tanto superficial como subterránea.	El Proyecto considera la identificación y caracterización de cenotes, cavidades, oquedades y demás elementos del sistema kárstico que pudieran localizarse dentro del área de influencia. En caso de identificarse, se implementarán las medidas necesarias para evitar afectaciones a su integridad física y a la hidrodinámica superficial y subterránea, procurando conservar sus condiciones naturales durante el desarrollo de las obras.

Consulta Pública

Criterios		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
11	Todo proyecto, obra o actividad que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran su desalinización para su uso, deberán presentar los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas y las características naturales de los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho.	El criterio no resulta aplicable al Proyecto, ya que no contempla la extracción, aprovechamiento ni desalinización de agua salobre proveniente del acuífero.
12	Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero, con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.	El Proyecto no contempla la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, ya que no genera aguas residuales derivadas de procesos productivos. Únicamente se utilizarán sanitarios portátiles para el personal, cuyo mantenimiento, recolección y disposición de residuos será realizado periódicamente por empresas autorizadas, conforme a la normatividad aplicable.
13	Todo proyecto, obra o actividad deberá remitirse a los atlas de riesgos y peligros y demostrar que incorporan las medidas constructivas y operativas necesarias para disminuir la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos y a los efectos del cambio climático. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes: a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles exposición. b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos. c) Preservar la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos. d) Adaptar los caminos a la topografía del terreno. e) Utilizar diseños y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, así como la infiltración al subsuelo. f) Disminuir posibles afectaciones a las estructuras de cavernas y formaciones geológicas. j) Implementar diseños y estructuras constructivas que disminuyan la vulnerabilidad.	El Proyecto incorpora criterios de diseño orientados a reducir la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos y los efectos del cambio climático, considerando las condiciones topográficas, geológicas e hidrológicas del sitio. Asimismo, durante el diseño del trazo se procuró minimizar la fragmentación de los ecosistemas, conservar la vegetación fuera de las áreas estrictamente necesarias para el desarrollo de las obras y mantener, en la medida de lo posible, la permeabilidad natural del suelo. De igual forma, los accesos requeridos para la construcción y mantenimiento de la línea de transmisión se adaptarán a las condiciones del terreno, implementando las medidas necesarias para favorecer el flujo natural del agua y reducir procesos erosivos. Adicionalmente, se implementará un Programa de Conservación de Suelo y Agua que contribuya a mantener la estabilidad del suelo y disminuir los efectos de la erosión durante las diferentes etapas del Proyecto.
14	Todo proyecto, obra o actividad deberá implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero. Estas medidas podrán incluir la recuperación del suelo, la construcción de pozos de absorción de agua de lluvia y/o la reforestación de áreas desmontadas o degradadas.	El Proyecto implementará medidas orientadas a favorecer la infiltración natural del agua y la conservación de las condiciones naturales del terreno, procurando mantener superficies permeables fuera de las áreas estrictamente requeridas para la instalación de las estructuras y accesos. Asimismo, se implementará un Programa de Conservación de Suelo y Agua mediante el cual se desarrollarán acciones para reducir procesos erosivos, favorecer la infiltración y mantener la estabilidad del suelo durante las diferentes etapas del Proyecto.

Consulta Pública

Criterios		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
Criterios del sector Energía fotovoltaica		
1	Los proyectos de generación y distribución de energía solar deberán sujetarse a las siguientes medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales: a) Minimizar el área del proyecto asociada a los módulos de paneles. b) Minimizar la fragmentación de hábitat privilegiando la instalación de líneas de distribución en caminos ya existentes, la revegetación con especies nativas y melíferas. c) Privilegiar las medidas mecánicas de control de la vegetación sobre el uso de herbicidas. d) Establecer un programa de monitoreo anual de biodiversidad con indicadores clave. f) Minimizar el consumo de agua para el enfriamiento y limpieza colectores, concentradores y generadores.	El Proyecto dará cumplimiento a los criterios aplicables al sector energético mediante la implementación de medidas orientadas a minimizar los impactos ambientales derivados de la construcción y operación de la línea de transmisión. En este sentido, durante el diseño del trazo se procuró reducir la fragmentación del hábitat, privilegiando, cuando fue técnicamente viable, el seguimiento de derechos de vía, caminos existentes y áreas previamente intervenidas, favoreciendo la conservación de los parches de vegetación mejor conservados y la conectividad ecológica. Asimismo, se priorizará el control mecánico de la vegetación, evitando el uso de herbicidas, y se implementarán el Programa de Monitoreo de Biodiversidad, así como el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, conforme a la normatividad aplicable. De igual forma, la operación de la línea de transmisión no requiere consumo de agua para procesos productivos, contribuyendo a la conservación del recurso hídrico.
2	La evaluación de los impactos y de los beneficios ambientales y sociales deberán considerarse de manera conjunta, para garantizar que los medios de vida y el bienestar de los pueblos indígenas y las comunidades locales no se verán afectados negativamente.	La evaluación de los impactos y beneficios ambientales y sociales del Proyecto se realiza de manera integral en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, considerando los componentes ambientales, sociales y económicos del área de influencia, con el objeto de garantizar que su desarrollo no genere afectaciones significativas sobre los medios de vida, el bienestar de las comunidades locales ni sobre los grupos en situación de vulnerabilidad. Asimismo, las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental contribuirán a reducir los impactos identificados durante las diferentes etapas del Proyecto.
Criterios del sector Industrial		
1	El establecimiento de parques industriales deberá incluir un plan de operación que considere la generación de un inventario de flujos de materias primas e insumos, energía, agua y residuos de las empresas del parque, con lo cual se evaluará la viabilidad de instaurar procesos de reducción y circularidad de dichos flujos. Asimismo, deberá presentarse un sistema de gestión con indicadores de sostenibilidad de la construcción y operación de la zona o parque industrial.	Los presentes criterios no resultan aplicables de manera directa al Proyecto, debido a que no corresponde a un parque o instalación industrial, ni contempla procesos de transformación de materias primas, plantas desalinizadoras o actividades industriales que generen descargas líquidas, residuos industriales o emisiones atmosféricas permanentes. No obstante, durante la etapa de construcción se implementará un Programa de Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria para reducir las emisiones derivadas del uso de equipo pesado, así como un Programa de Manejo Integral de Residuos que garantice la adecuada separación, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los residuos generados mediante empresas autorizadas, conforme a la normatividad ambiental aplicable. Asimismo, durante la operación de la línea de transmisión no se generan emisiones directas de gases de efecto invernadero ni contaminantes atmosféricos asociadas al proceso de transmisión de energía eléctrica.
2	Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.	
4	No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos o biológico infecciosos.	

Consulta Pública

Criterios		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
6	Toda industria deberá contar con equipos y mecanismos de control de emisiones a la atmosfera, ya sean partículas, y/o contaminantes criterio y/o gases de efecto invernadero, de conformidad con la normatividad ambiental aplicable.	
Criterios del sector Infraestructura		
1	Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.	El Proyecto contempla exclusivamente las obras de infraestructura necesarias para la construcción, operación y mantenimiento de la línea de transmisión, procurando minimizar la alteración de las condiciones naturales del terreno y de los procesos hidrológicos. Durante el diseño del trazo se consideró la presencia de cenotes, cavidades, humedales y demás elementos del sistema kárstico, estableciendo medidas para evitar afectaciones a su integridad y a la hidrodinámica superficial y subterránea. Asimismo, la habilitación de accesos incorporará medidas para favorecer el flujo natural del agua y reducir procesos erosivos, conforme al Programa de Conservación de Suelo y Agua. El Proyecto no contempla la construcción u operación de plantas desalinizadoras ni la descarga de aguas residuales al suelo o cuerpos de agua. En caso de requerirse materiales pétreos, éstos serán obtenidos de bancos autorizados conforme a la legislación aplicable, evitando la apertura de bancos de préstamo no autorizados dentro del área del Proyecto.
2	Las obras de infraestructura deberán mantener los humedales libres de todo tipo de afectación a sus condiciones hidrodinámicas (o hidrológicas), con el objeto de mantener los procesos hidrodinámicos naturales a fin de minimizar los impactos negativos directos, indirectos o a distancia sobre éstos.	
3	Las obras de infraestructura que requieran de bancos de préstamo de material pétreo, únicamente podrán apresurarlos en la misma UGA donde se realice el proyecto, debiendo justificar el beneficio social de la obra, y únicamente podrá ser utilizado el material en dicha obra.	
Criterios del sector Forestal		
1	Las actividades de aprovechamiento de especies de fauna únicamente se podrán realizar en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre.	El Proyecto se desarrolla sobre terrenos donde existen áreas con vegetación forestal, por lo que la remoción de vegetación se limitará estrictamente a la superficie indispensable para la construcción y operación de la línea de transmisión. En este sentido, se dará cumplimiento a lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento mediante la obtención de la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, sustentada con el correspondiente Estudio Técnico Justificativo. Asimismo, se implementarán medidas para la protección de la biodiversidad, incluyendo el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, privilegiando la conservación de los parches de vegetación mejor conservados y la conectividad ecológica. El Proyecto no contempla actividades de aprovechamiento forestal maderable o no maderable, plantaciones forestales comerciales, producción de bioenergéticos a partir de residuos forestales, ni el establecimiento de unidades de manejo para el aprovechamiento de fauna silvestre, por lo que dichos criterios no resultan aplicables a la naturaleza del Proyecto.
2	Los proyectos de producción de bioenergéticos a partir de residuos forestales deberán contar con medidas para: a) Prevenir impactos sobre la biodiversidad y los ecosistemas b) Conservar las áreas con especies de flora y fauna endémica o en algún estatus de peligro. c) Controlar la generación de lixiviados y escurrimientos de los sitios de almacenamiento de biomasa. d) Tratar las aguas residuales del proceso de conversión de la biomasa previo a su disposición final. e) Controlar y monitorear las emisiones al aire (gaseosas y cenizas) derivadas del traslado y de la combustión de la biomasa.	

Consulta Pública

Criterios		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
3	El aprovechamiento forestal maderable se podrá realizar en tasas de extracción siempre que no se sobrepase la capacidad de recuperación natural.	
4	Se podrá realizar el aprovechamiento forestal no maderable de tierra de monte, madera (leña), y plantas medicinales, únicamente para autoconsumo de las comunidades rurales asentadas al interior de la UGA	
5	Se permitirá el establecimiento de plantaciones forestales comerciales siempre que cuenten con un programa de manejo autorizado que asegure que no ocasionarán cambio de uso de suelo forestal	

Consulta Pública

Conclusión

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, el Proyecto se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental UGA059-APROV-CHO, la cual presenta una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable, orientada al desarrollo de actividades productivas bajo criterios de sustentabilidad ambiental.

Conforme a la matriz de compatibilidad del ordenamiento ecológico, el Proyecto corresponde a la actividad Infraestructura (INFRA), la cual constituye un uso condicionado dentro de la UGA, por lo que su desarrollo resulta compatible siempre que se dé cumplimiento a los criterios de regulación ecológica establecidos en dicho instrumento. En este sentido, la construcción y operación de la línea de transmisión es congruente con la política ambiental de la Unidad de Gestión Ambiental, al formar parte de la infraestructura necesaria para el transporte de energía eléctrica y sujetarse a las disposiciones ambientales aplicables.

En atención a los criterios de regulación ecológica, durante el diseño del trazo se procuró minimizar la fragmentación del hábitat, privilegiando, cuando fue técnica y ambientalmente viable, el aprovechamiento de derechos de vía, caminos existentes y áreas previamente intervenidas, así como la conservación de los parches de vegetación de mayor valor ecológico y la conectividad del paisaje. Asimismo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se implementarán el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Manejo Integral de Residuos, el Programa de Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria y las demás medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Por otra parte, el Proyecto no contempla procesos industriales, plantas desalinizadoras, extracción de agua subterránea para procesos productivos ni descargas de aguas residuales al suelo o cuerpos de agua. Asimismo, durante la operación de la línea de transmisión no se generan emisiones directas derivadas de procesos productivos, limitándose las emisiones atmosféricas a aquellas de carácter temporal asociadas a la etapa de construcción, las cuales serán controladas mediante la aplicación de las medidas ambientales correspondientes.

En materia forestal, debido a que el Proyecto requiere la remoción de vegetación forestal en superficies específicas para la instalación de estructuras, accesos y demás obras asociadas, se tramitará la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, para lo cual se elaborará el correspondiente Estudio Técnico Justificativo, en cumplimiento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, su Reglamento y demás disposiciones jurídicas aplicables.

Finalmente, del análisis realizado se concluye que el Proyecto es compatible con la política de Aprovechamiento Sustentable establecida para la UGA059-APROV-CHO, toda vez que su desarrollo se ajusta a la matriz de compatibilidad del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, incorpora medidas para prevenir, mitigar,

Consulta Pública

compensar y dar seguimiento a los impactos ambientales identificados y cumple con los criterios de regulación ecológica aplicables, contribuyendo al desarrollo ordenado de infraestructura eléctrica bajo un enfoque de sustentabilidad ambiental.

2.4 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas

2.4.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

De acuerdo al Art. 44 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables.

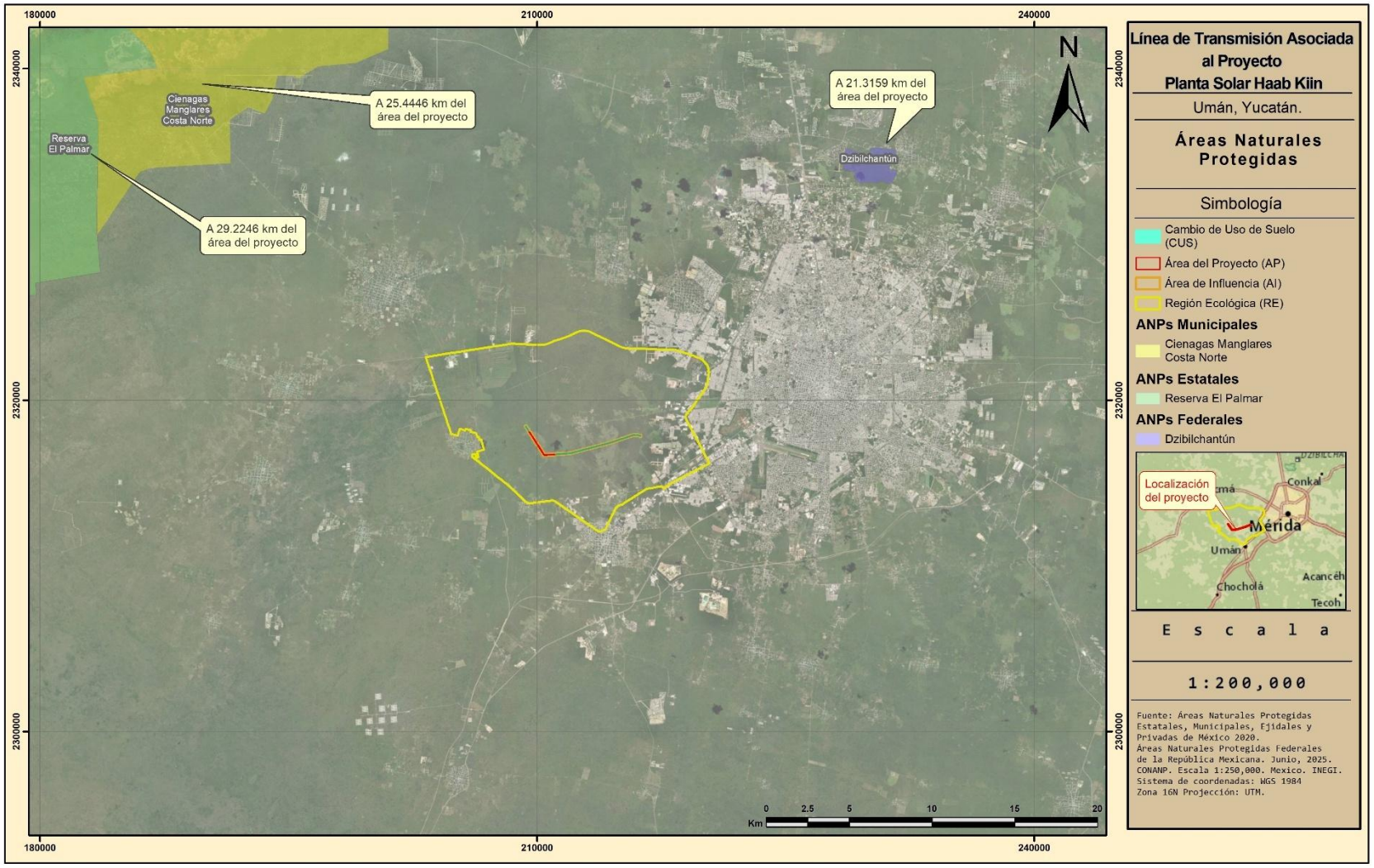
Mediante las ANP se pueden ampliar corredores naturales, que permiten que las especies se adapten y ajusten sus áreas de distribución, frente a las nuevas condiciones climáticas.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), administra actualmente 232 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal que representan 98,000,719 hectáreas.

Tras la realización del análisis de la información presentada por el INEGI, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el proyecto, situado a una distancia de más de 21km del Área Natural Protegida (ANP), por lo que no representa una amenaza (Ver Anexo 2.4).

Consulta Pública

Mapa 4: Áreas Naturales Protegidas



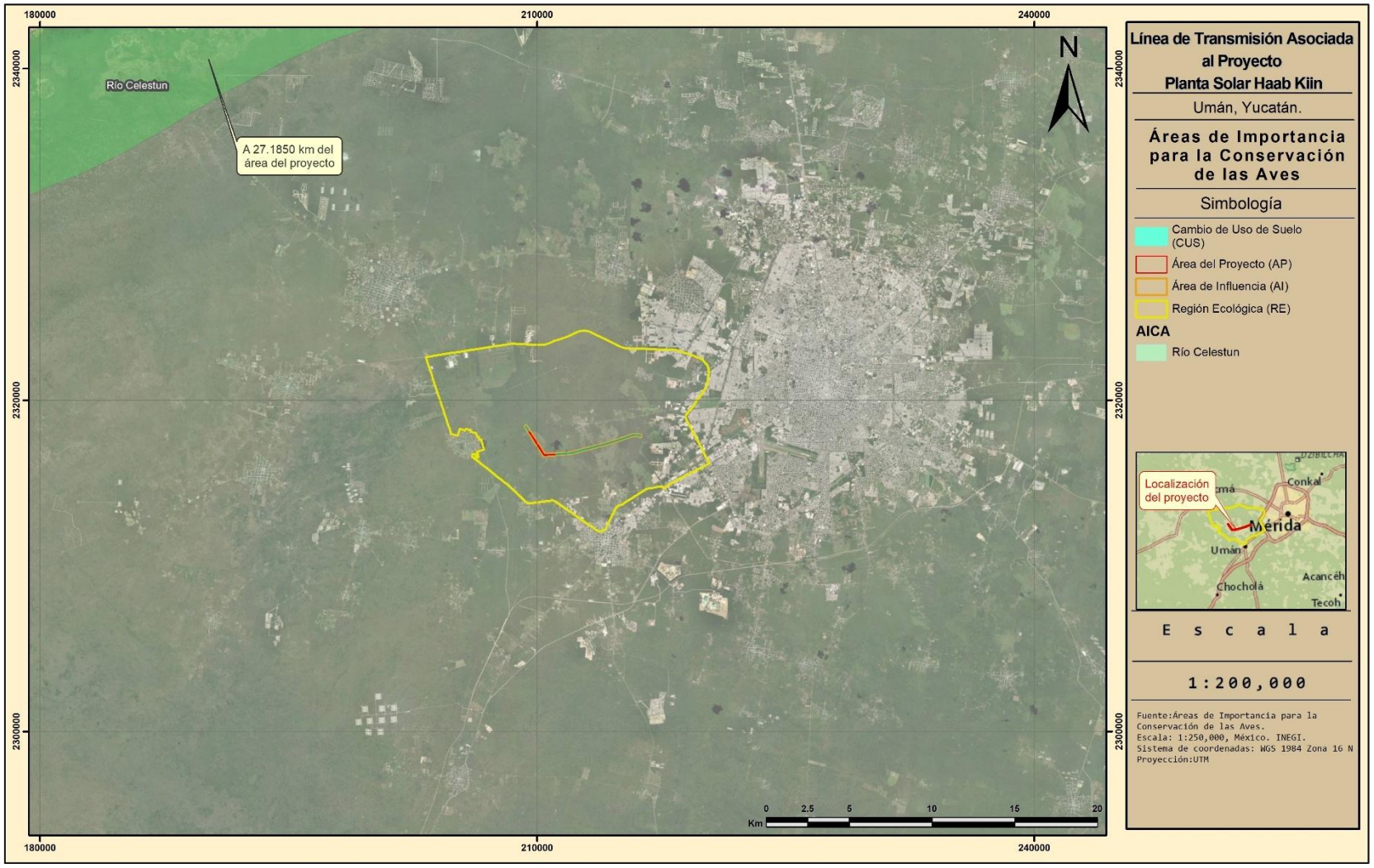
2.4.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), en conjunto con la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International, inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves, el Programa de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

El listado completo incluye un total de 272 áreas, que incluyen aproximadamente 56,116 registros de diversas especies de aves. Tras el análisis realizado la implantación se realizó a más de 27 km de distancia por lo que no incide en ninguna AICA (Ver Anexo 2.5).

Consulta Pública

Mapa 5: Áreas de importancia para la conservación de las aves.



2.4.3 SITIOS RAMSAR

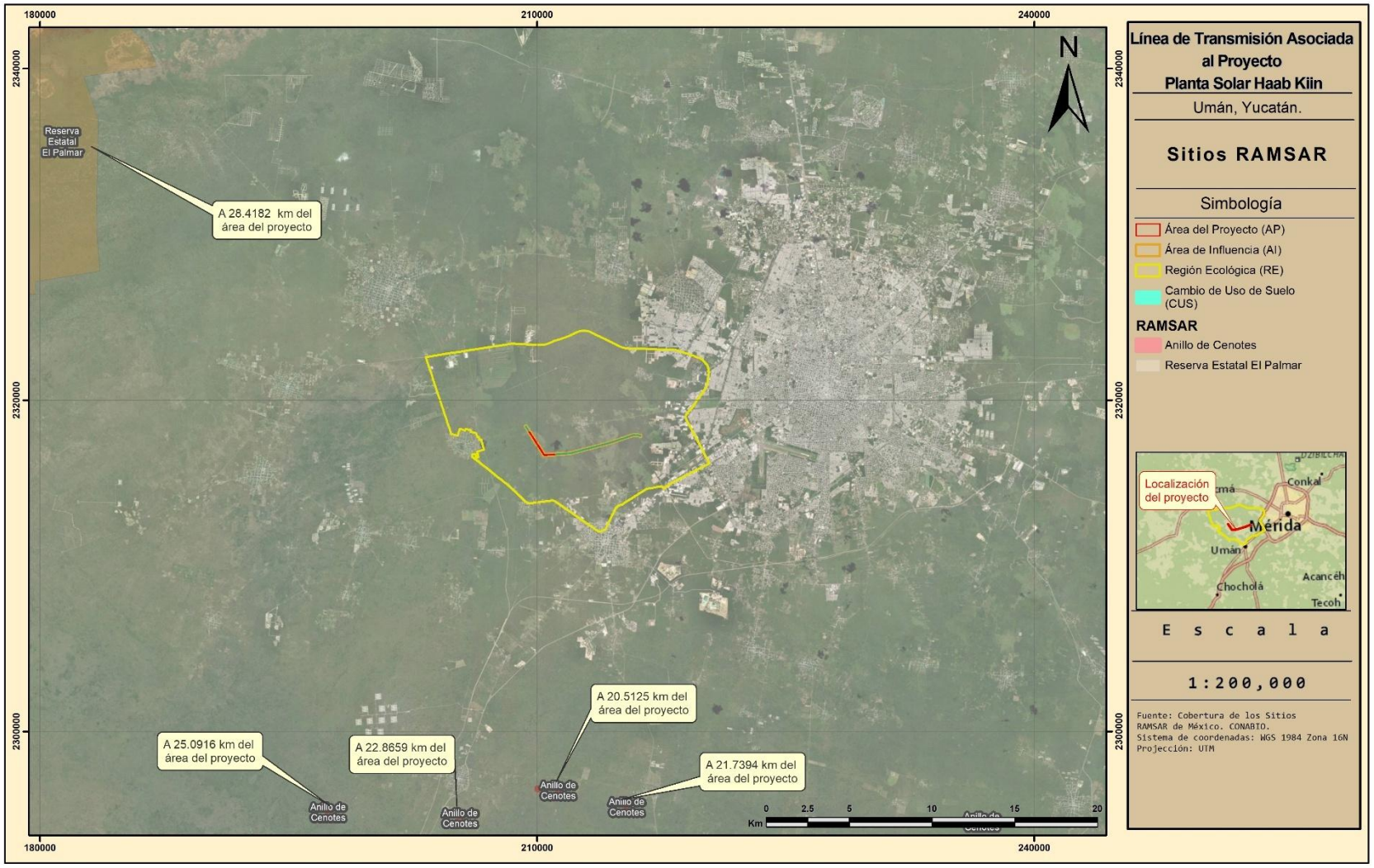
La Convención sobre los Humedales, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

Un compromiso fundamental de las partes contratantes de Ramsar consiste en identificar humedales adecuados e incluirlos en la lista de Humedales de Importancia Internacional, también conocida como la Lista de Ramsar.

Actualmente en México, se cuenta con un listado de 142 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional abarcando una superficie de 8,643,579 hectáreas, de los cuales, el proyecto no incide en ninguno, siendo la más cercana a 20km de distancia (Ver Anexo 2.6).

Consulta Pública

Mapa 6: Sitios RAMSAR.



2.4.4 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

El Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad a cargo de la CONABIO, se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

El proyecto de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

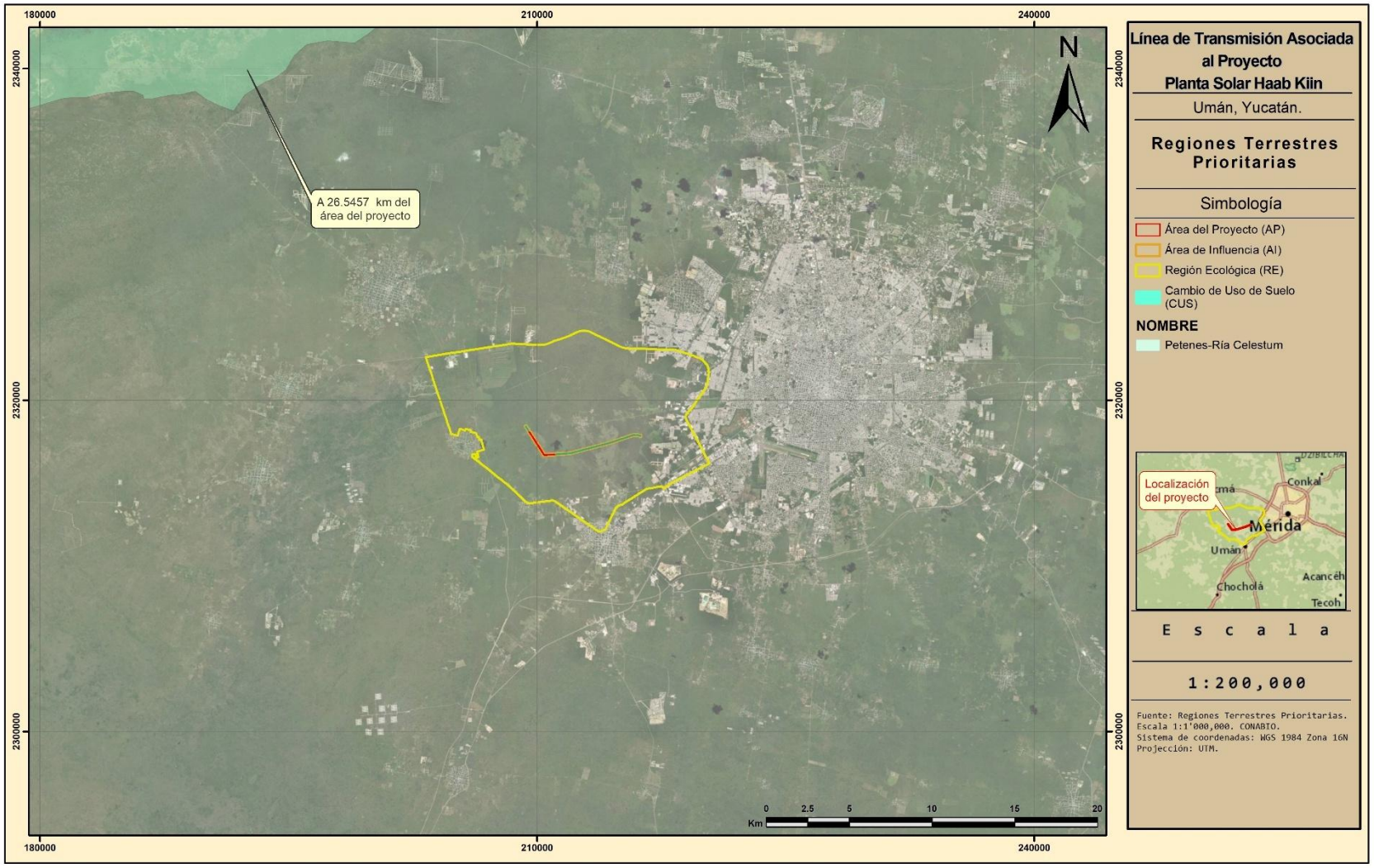
En términos numéricos, la mayor concentración de RTP se presenta en las entidades de mayor extensión del país: Chihuahua, Sonora y Coahuila, las que, al tener una baja densidad demográfica, disponen de grandes espacios relativamente inalterados.

Debe tenerse en cuenta que las regiones identificadas tienen por sí mismas la calidad de prioritarias, ya que representan una propuesta sobre regiones del país que por sus atributos biológicos deben ser consideradas bajo algún esquema de conservación y de uso sustentable, por lo mismo, se pretende sugerir acciones en el corto y mediano plazo, las cuales no necesariamente estarán encaminadas a decretarlas bajo alguna categoría de área natural protegida.

En México se cuenta con un registro de 152 Regiones Terrestres Prioritarias, de las cuales el Proyecto, no recae dentro de ninguna, por lo que no se vincula con ningún lineamiento (Ver Anexo 2.7).

Consulta Pública

Mapa 7: Regiones Terrestres Prioritarias.



2.4.5 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP)

El Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), implementado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en mayo de 1998, tiene como propósito coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento, conservación y aprovechamiento sustentable de la diversidad biológica, mediante la identificación de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, considerando sus características ecológicas, sociales y económicas, con el fin de proporcionar elementos para la planeación y toma de decisiones en materia ambiental.

Como resultado de dicho programa, se identificaron 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso, 75 presentan alta riqueza biológica con potencial para su conservación y un número importante enfrenta diversas presiones ambientales.

De acuerdo con el análisis espacial realizado, el Proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica Prioritaria "Anillo de Cenotes", reconocida por su importancia hidrológica y ambiental, al formar parte del sistema kárstico de la Península de Yucatán y contribuir de manera significativa a la recarga, almacenamiento y circulación del acuífero regional.

En este contexto, durante el diseño del Proyecto se consideraron las características ambientales del sitio, procurando minimizar las afectaciones sobre los procesos hidrológicos superficiales y subterráneos. La línea de transmisión fue proyectada evitando, en la medida de lo técnica y ambientalmente viable, la intervención directa sobre cenotes, cavidades y demás elementos del sistema kárstico, así como la modificación de los patrones naturales de escurrimiento e infiltración.

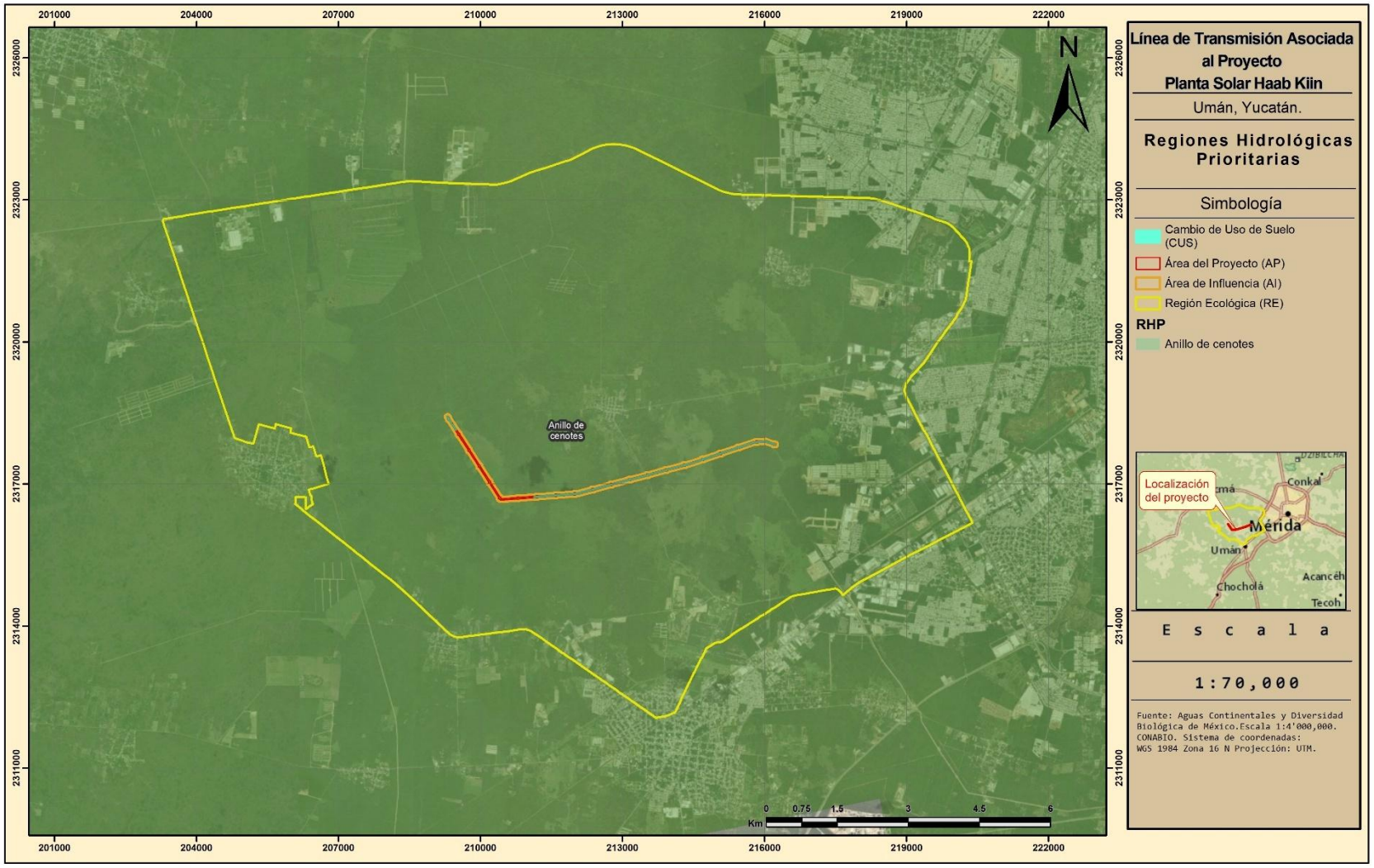
Asimismo, el Proyecto no contempla la extracción de agua subterránea para su operación, ni la generación de aguas residuales derivadas de procesos productivos o descargas directas al suelo o al acuífero. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se implementarán medidas de manejo ambiental, entre ellas el Programa de Manejo Integral de Residuos, el uso de sanitarios portátiles administrados por empresas autorizadas y el Programa de Conservación de Suelo y Agua, con la finalidad de prevenir la contaminación del suelo, favorecer la infiltración natural y reducir procesos erosivos.

En caso de identificarse cenotes, cavidades u otros elementos del sistema kárstico dentro del área de intervención, éstos serán excluidos de las áreas de trabajo y se establecerán las medidas necesarias para evitar afectaciones a su integridad física y funcional.

Por lo anterior, se concluye que el desarrollo del Proyecto es compatible con las características ambientales de la Región Hidrológica Prioritaria "Anillo de Cenotes", al no comprometer la funcionalidad del sistema hidrológico regional ni la calidad del acuífero, incorporando medidas de prevención, mitigación y seguimiento que permiten reducir los impactos ambientales asociados a su construcción y operación (Ver Anexo 2.8).

Consulta Pública

Mapa 8: Regiones Hidrológicas Prioritarias.



2.4.6 UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE

Las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, comúnmente conocidas como UMA, pueden ser definidas como unidades de producción o exhibición en un área delimitada claramente bajo cualquier régimen de propiedad (privada, ejidal, comunal, federal, etc.), donde se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos mediante la utilización directa o indirecta de los recursos de la vida silvestre y que requieren un manejo (SEMARNAT, 2003).

La Ley General de Vida Silvestre, en la fracción XLVIII del artículo 3°, las define como:

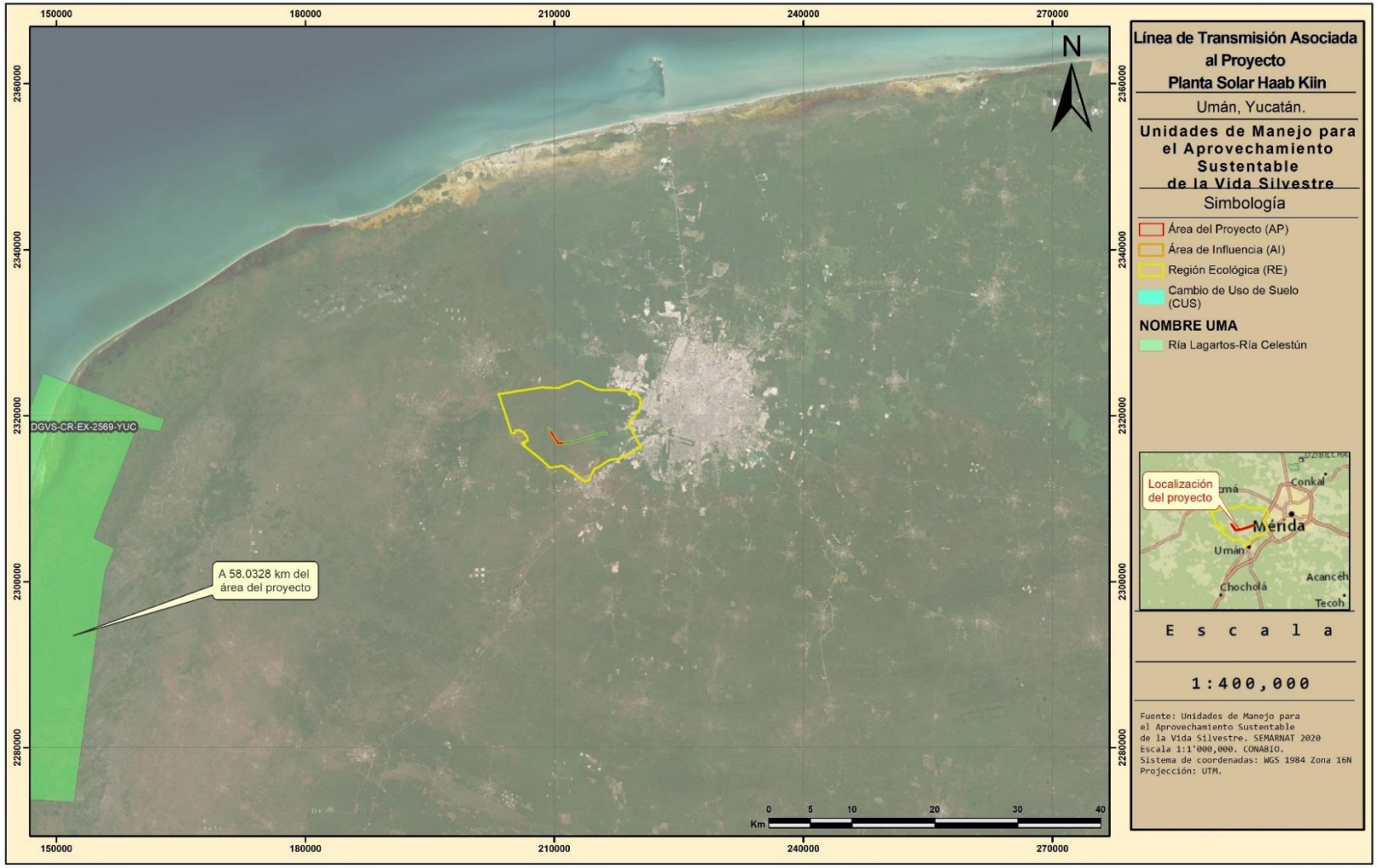
> Artículo 3o. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:
>
> XLVIII. Unidades de manejo para la conservación de vida silvestre: Los predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen.

Asimismo, esta Ley establece que sólo a través de las UMA se permite el aprovechamiento de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre (SEMARNAT, 2005).

En el territorio nacional, existe un registro con 8,384 Unidades de Manejo, de las cuales, el Proyecto no recae en ninguna Unidad de Manejo Ambiental (UMA) (Ver Anexo 2.9).

Consulta Pública

Mapa 9: Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).



2.5 ARQUEOLOGÍA, CULTURA Y TRADICIONES

Los municipios Hunucmá, Mérida, Samahil, Umán, Ucú se ubican en la Región Maya, con evidencias de ocupación prehispánica en diversos sitios arqueológicos, así como con continuidad de prácticas culturales, lengua maya y organización comunitaria en muchas localidades. Esta base cultural se entrelaza con la herencia colonial, en iglesias, exconventos y ex haciendas que aún se conservan y constituyen parte importante del paisaje cultural y turístico del área.

Persisten tradiciones ligadas al cultivo de la milpa, la ganadería, el uso de los recursos naturales de la zona y la relación con el territorio; se llevan a cabo rituales, festividades y formas de organización social, como ejidos, comisarías y comunidades mayas.

Mérida, posee un patrimonio de más de 212 sitios arqueológicos mayas, una basta herencia colonial y tradiciones de origen maya y español. La cabecera municipal se construyó sobre los restos de la ciudad maya T'Hó hacia 1542. En el municipio se encuentra una importante concentración de vestigios arqueológicos distribuidos en selvas, comisarías, fraccionamientos y colonias.

Entre los sitios más importantes destacan Dzibilchaltún, Dzoyilá, Chen Hö, Xoclán, Caucel, Xcatzmil y Flor de Mayo, que abarcan categorías como sitios arqueológicos, zonas de protección, parques arqueológicos, reservas arqueológicas y monumentos situados en vialidades.

El patrimonio cultural de Mérida se refleja en su centro histórico, el tercero más grande de América, que alberga la Catedral de San Ildefonso, la más antigua de la América continental, construida con piedras procedentes de ruinas mayas adyacentes. La ciudad muestra una mezcla única de culturas maya, española y africana de la época colonial, con aportaciones posteriores de Francia, Líbano, Países Bajos, Corea e Italia. El patrimonio edificado incluye museos, galerías, centros culturales, plazas, parques y mercados de épocas colonial, del siglo XIX y de la primera mitad del siglo XX. Los barrios tradicionales de San Cristóbal, Santiago y San Román han sido habitados desde el siglo XVI por indígenas nahuas que acompañaron a Diego de Montejo durante la conquista.

Algunas de las tradiciones son el Hanal Pixán, que significa "comida de las ánimas" en maya, que es la celebración del Día de Muertos yucateco que se realiza en octubre y noviembre, con altares elaborados, ofrendas, flores y alimentos tradicionales para los difuntos. El Paseo de las Ánimas, celebrado a finales de octubre, es una procesión nocturna en la que los participantes llevan velas, tienen los rostros pintados y visten traje maya tradicional. Las vaquerías son bailes típicos yucatecos que se realizan durante las fiestas patronales, con jaranas, zapateado y trajes tradicionales; surgieron en la época colonial.

Hunucmá resguarda una tradición maya profundamente arraigada, con evidencias de ocupación desde la época maya. La cabecera municipal se emplaza sobre antiguas construcciones mayas. Durante el periodo Colonial (1542-1821 DC) nuevos poblados de corte europeo se levantaron sobre las ruinas de los asentamientos prehispánicos de Kinchil, Tetiz, Hunucma, Ucú y Caucel (Laporte n.d.)

Consulta Pública

Las iglesias coloniales de Hunucmá y Ucú se erigieron sobre amplios basamentos Mayas, y muchas piedras labradas de sus edificios prehispánicos se pueden apreciar hoy en día empotradas en los muros de las iglesias, casas y haciendas coloniales de la región (Roys 1949, 1952, 1957)

En el ámbito de monumentos históricos-arquitectónicos, Hunucmá cuenta con varios edificios de época colonial y republicana: el templo en honor de Santiago Apóstol, construido en el siglo XVII; la capilla en honor de San Antonio, de la época colonial, y la capilla de Guadalupe, del siglo XVIII; además del exconvento e iglesia de San Francisco, levantado en el siglo XVI que se localiza en el centro del poblado, así como las ex haciendas Santa Elena, San Joaquín y Chencopo, que ejemplifican la estructura agro hacendista de la región; un museo local donde se exhiben objetos de la cultura maya.

Ucú, cuenta con una cultura maya rural arraigada, con tradiciones de uso comunitario de la tierra, pequeñas localidades y ex haciendas; se encuentran espacios comunes y pequeños centros ceremoniales y religiosos locales.

En el área se encuentran asentamientos mayas prehispánicos y estructuras precolombinas como base o parte de estructuras coloniales. Recientemente se realizó el descubrimiento de un depósito ritual con fragmentos de cerámica, restos óseos posiblemente de venado, entre otros materiales; Además de contar con accesos abiertos desde cualquier lado, características que sugieren que el sitio funcionaba como un espacio semipúblico de reunión o asamblea comunitaria. Estos hallazgos evidencian prácticas ceremoniales mayas en el territorio, probablemente asociadas a ofrendas y rituales en espacios naturales como abrigos en la roca madre. (24 Horas Yucatán 2026)

Samahil cuenta con una fuerte continuidad cultural maya, con presencia previa a la conquista, que de igual manera está basada en las localidades menores y las haciendas. La cabecera municipal de Samahil era parte del cacicazgo de Ak Canul.

El municipio conserva estructuras asociadas a la época colonial y a las haciendas posteriores. Las localidades con mayor presencia de población maya son Kuchel, Samahil y San Antonio Tedzidz.

Umán conserva una rica herencia maya, con tradiciones como el Hanal Pixán (Día de Muertos), altares con mucbil pollo y diversidad religiosa que incluye catolicismo dominante (alrededor del 85% en 2000) junto a prácticas protestantes emergentes. Se practican danzas jaranas, vaquerías y artesanías como hamacas y bordados; la gastronomía destaca cochinita pibil, y dulces regionales. Trajes típicos como el terno y huipil reflejan fusión cultural maya-española en fiestas patronales como la del Cristo del Amor.

Las fiestas populares, se celebran del 13 al 15 de septiembre, en honor al santo Cristo del Amor, en ellas se llevan a cabo gremios: tradición que agrupa a personas que comparten oficio, profesión, estatus social o vecindario, que se organizan para rendir homenaje a un santo patrono durante las fiestas, en Yucatán son un legado de la orden franciscana. Durante las fiestas, también se identifican las alboradas, que son literalmente la celebración con música al amanecer. En la fiesta, también hay feria, bailes populares y carnaval.

Consulta Pública

Monumentos históricos: El exconvento y parroquia de San Francisco de Asís, construido en el siglo XVIII; las capillas a la virgen de Guadalupe, a la virgen de la Candelaria, de Mejorada, de San Marcos, la de la Santa Cruz y la de San Juan de Dios, construidas en el siglo XX; las ex haciendas Yaxcopoil, Xtepen y Hundzity.

En la cabecera municipal y en los lugares denominados Bolon, Hotzus y Kizil se encuentran vestigios arqueológicos.

2.6 POBLACIÓN INDÍGENA

El artículo 2° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Reformado, D.O.F. 30 de septiembre de 2024) estable que:

> La Nación tiene una composición pluricultural y multiétnica sustentada originalmente en sus pueblos indígenas, que son aquellas colectividades con una continuidad histórica de las sociedades precoloniales establecidas en el territorio nacional; y que conservan, desarrollan y transmiten sus instituciones sociales, normativas, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas.
> Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquellas que forman una unidad social, económica y cultural, asentadas en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus sistemas normativos.

De acuerdo al Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas y con base en el artículo 2º. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se entiende que:

> (Reformado, D.O.F. 14 de agosto de 2001) La conciencia de su identidad indígena deberá ser criterio fundamental para determinar a quiénes se aplican las disposiciones sobre pueblos indígenas.
> (Reformado, D.O.F. 30 de septiembre de 2024) Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquellas que forman una unidad social, económica y cultural, asentadas en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus sistemas normativos.

La identificación de pueblos y comunidades indígenas se realiza, bajo las características y definiciones establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (Organización Internacional del Trabajo et al. 2009) y demás instrumentos jurídicos aplicables. Al respecto, la Constitución en su artículo 2° establece que:

> *"El derecho de los pueblos indígenas a la libre determinación se ejercerá en un* marco constitucional de autonomía que asegure la unidad nacional. Para el reconocimiento de los pueblos y comunidades indígenas se deben tomar en cuenta, además de los principios generales establecidos en los párrafos anteriores de este artículo, criterios etnolingüísticos, de asentamiento físico y de *autoadscripción."*
> *"Se reconoce a los pueblos y comunidades indígenas como sujetos de derecho público con personalidad jurídica y patrimonio propio."*

Consulta Pública

El Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) considera Población Indígena (PI) a todas las personas que forman parte de un hogar indígena, donde el jefe del hogar, su cónyuge y/o alguno de los ascendientes (madre, padre, madrastra o padrastro, abuelo, bisabuelo, tatarabuelo, o suegro) declaró ser hablante de lengua indígena, Además incluye a personas que declararon hablar alguna lengua indígena y que no forman parte de estos hogares.

2.6.1 AUTODESCRIPCIÓN

Aunque se ha ensayado la aplicación de diversos criterios, el rasgo que ha permanecido constante durante casi un siglo ha sido el de la calidad de hablante de alguna lengua indígena de la persona censada, es decir, ha prevalecido el criterio lingüístico. Los censos han registrado históricamente a la población hablante de alguna lengua indígena (HLI) mayor de 5 años, aunque la serie que ofrece la mejor base de comparación es la que va de 1930 a 2000. A partir de 1990 se registra también a la población de 0 a 4 años que habita en hogares cuyo jefe(a) o cónyuge habla lengua indígena.

El censo del 2000 registró, además, a la población que, no hablando alguna lengua indígena, declaró pertenecer a algún grupo indígena. En consecuencia, el total de población indígena actual es la sumatoria de:

- La población de 5 años y más hablante de lengua indígena (HLI)
- La población indígena de 0 a 4 años de edad que habita en hogares cuyo jefe o jefa de familia o su cónyuge es hablante de lengua indígena
- La población que se autoadscribió como indígena

A la pregunta puntual: de acuerdo a su cultura, ¿se considera indígena?, en el Censo de Población y Vivienda 2020, se ha considerado como condición indígena a la “Condición que distingue a las personas que se autoreconocen como persona indígena de acuerdo con su cultura, costumbres y tradiciones” (Suprema Corte de Justicia de la Nación 2014)(INEGI 2020b)

“La autoadscripción es el criterio para determinar si una persona es indígena, pues la definición de lo indígena no corresponde al Estado. Es prerrogativa de quienes tienen conciencia de pertenecer a un pueblo o comunidad indígena definirse como tales. En tal sentido, la autoadscripción es el acto voluntario de personas o comunidades que, teniendo un vínculo cultural, histórico, político, lingüístico o de otro tipo, deciden identificarse como miembros de un pueblo indígena reconocido por el Estado nacional. (Suprema Corte de Justicia de la Nación 2014)

No es facultad del Estado definir lo indígena, ni expedir constancias o certificados de pertenencia, tampoco controvertir el dicho de quien se ha definido como tal […] Quien se autoadscribe como indígena no tiene la carga de la prueba sobre esa circunstancia, pues no es una condición biológica o fenotípica, ni conlleva referentes materiales específicos e inmutables, sino que se trata de una identificación subjetiva con una identidad cultural”. (Suprema Corte de Justicia de la Nación 2014)

Consulta Pública

El reconocimiento de la autoadscripción afromexicana o afrodescendiente forma parte de los esfuerzos conjuntos de Naciones Unidas en muchos países de Latinoamérica para el Decenio Internacional para los Afrodescendientes, que inició en 2015 y que busca revalorizar la cultura, la historia y la integración multinacional de grupos históricamente discriminados, la Constitución en la reforma constitucional del Artículo 2° (reformado, D.O.F. 30 de septiembre de 2024) establece que:

> *"Los pueblos y comunidades afromexicanas se integran por descendientes de* personas originarias de poblaciones del continente africano trasladadas y asentadas en el territorio nacional desde la época colonial, con formas propias de organización social, económica, política y cultural, o parte de ellas, y afirman *su existencia como colectividades culturalmente diferenciadas".*

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, en México habitan 126.01 millones de personas y el 2 % se autorreconoce como afrodescendiente es decir 2,576,213 personas que se autorreconocen como afrodescendientes o afromexicanos, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

La edad promedio de dicho sector de la población tiene 32 años, lo cual es mayor a la media nacional que es de 29 años; tienen una base de la pirámide de población más estrecha, debido a que hay personas que se autorreconocen como afrodescendientes que son inmigrantes, la inmigración normalmente ocurre en las edades mayores.

Son diez entidades las que concentran el 45.1 % de la población afromexicana. Los estados donde se concentra el mayor volumen son: Guerrero, con 8.6 millones de individuos; Oaxaca, con 4.7 millones de personas; Baja California Sur, con 3.3 millones; Yucatán, con 3 millones; Quintana Roo, con 2.8 millones; Veracruz, con 2.7 millones; Campeche, con 2.1 millones; Ciudad de México, con 2 millones; San Luis Potosí, con 2 millones y Morelos con 1.9 millones.

2.6.2 Población Indígena

Con el criterio anterior, se incorpora en la población indígena, al universo de personas que aun no siendo hablantes de lengua indígena comparten modos de vida y relaciones activas en el marco de las identidades étnicas. Bajo este criterio, le fue posible a la en su momento CDI la clasificación de municipios a partir de la proporción y el tamaño de la población indígena residente. El resultado de la tipología de municipios es la siguiente:

- Municipios Indígenas (40% y más de Población Indígena (PI))
- Con Presencia de Población Indígena (menos de 40% de PI y más de 5,000 indígenas, o bien, municipios con presencia importante de hablantes de lengua minoritaria),
- Municipios con Población Indígena Dispersa (menos de 40% de PI) y
- Municipios sin Población Indígena.

De acuerdo Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI 2020), la población total indígena y afrodescendiente en los municipios donde se ubica la Región Ecológica del proyecto es:

Consulta Pública

Tabla 7: Población indígena y afromexicana en el municipio.

Estado	Municipio	Tipo de municipio	Población total municipal	Población en hogares indígenas	Población afromexicana
Yucatán	Mérida	Con Presencia	995,129	176,752	28,251
Yucatán	Hunucmá	Con Presencia	35,137	13,786	713
Yucatán	Samahil	Municipio indígena	5,631	4,012	130
Yucatán	Ucú	Municipio indígena	4,049	1,889	187
Yucatán	Umán	Con Presencia	69,147	25,386	928

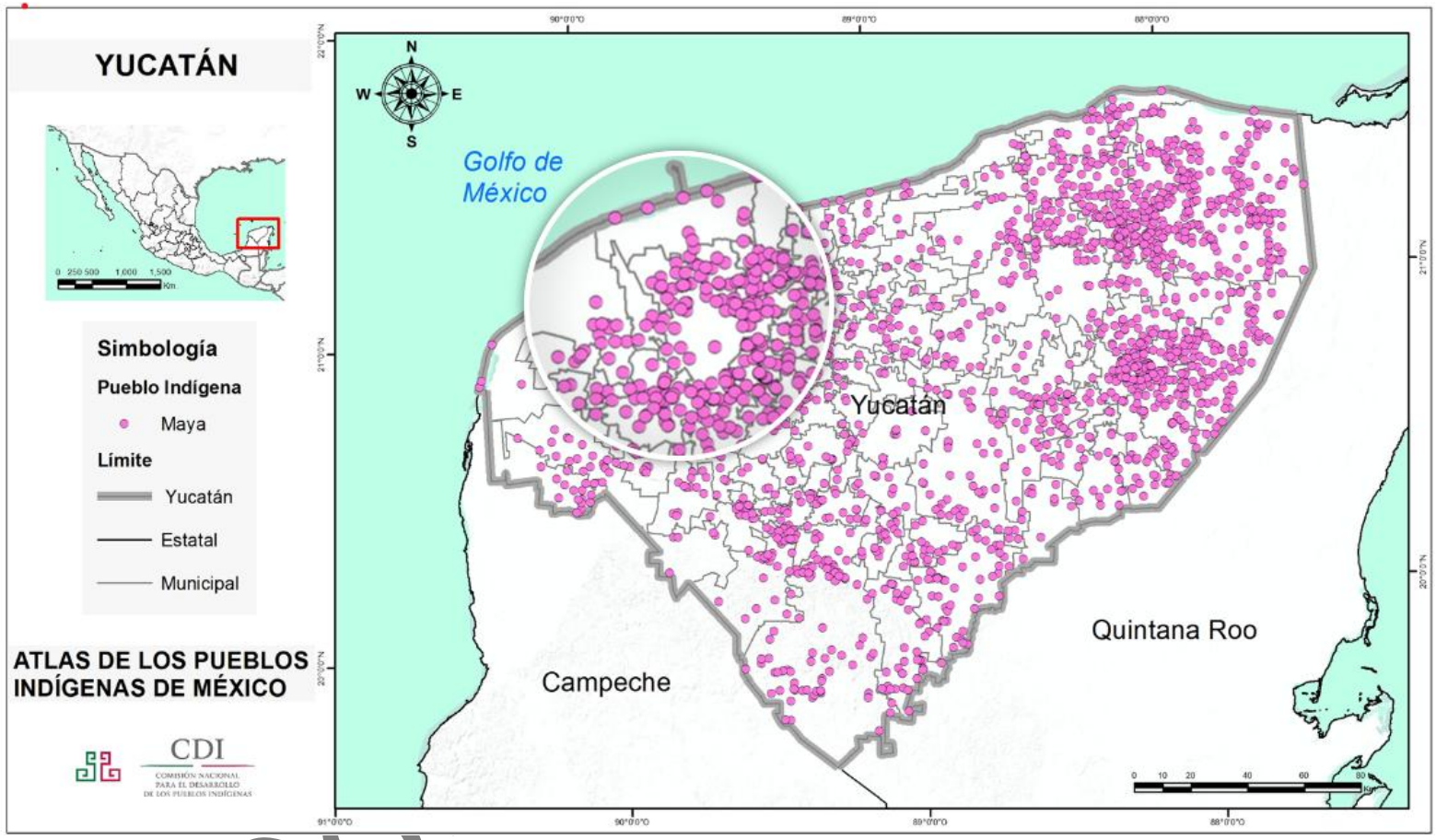
Fuente 1: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020).

La población indígena en la Región Ecológica se caracteriza por una marcada presencia de hablantes de lengua maya, en el marco del estado de Yucatán, entidad con uno de los porcentajes más altos de población indígena y de hablantes de lengua indígena en el país.

La Región Ecológica, se ubica en municipios indígenas, Samahil y Ucú y municipios con presencia de población indígena, Mérida, Hunucmá y Umán; conforme a lo determinado en la tipología de municipios establecida por el INPI.

Consulta Pública

Mapa 10 Pueblos indígenas con mayor presencia en la entidad.



2.6.3 LENGUA INDÍGENA

En el conjunto de la Región Ecológica, la lengua maya concentra casi de forma absoluta a la población indígena-hablante, con porcentajes que van desde 14.2% (Umán) hasta 32.6% (Samahil) de la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena. En Yucatán, el Censo 2020 confirma que la lengua maya es la única lengua indígena mayoritaria en el estado, con 99% de los hablantes de lengua indígena identificados como maya hablantes, lo que refuerza la caracterización de la Región Ecológica como un territorio de identidad maya-lingüística.

En los cinco municipios, la presencia de pequeños grupos hablantes de otras lenguas indígenas (Ch'ol, Tseltal, Zapoteco) se registra en números muy reducidos, lo que refleja dinámicas de migración interna más que la existencia de asentamientos indígenas originarios de dichas lenguas, subrayando que el marco cultural-lingüístico dominante de la Región Ecológica es el pueblo maya-yucateco

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020, la población que habla alguna lengua indígena en los municipios donde se encuentra la Región Ecológica es:

Tabla 8: Población de habla de lengua indígena en los municipios en que se ubica la Región Ecológica.

Municipio	Población total municipal	Población que habla lengua indígena
Hunucmá	35,137	6,162
Mérida	995,129	71,040
Samahil	5,631	1,733
Ucú	4,049	752
Umán	69,147	10,541

Fuente 2: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

2.6.4 REGIONES INDÍGENAS

La definición de los límites —al menos probables— de lo que hoy en día constituyen las regiones indígenas de México no es tarea fácil debido a la compleja e intensa dinámica que caracteriza a los propios pueblos indígenas, la diversidad de grupos etnolingüísticos y sus variantes lingüísticas, sus volúmenes de población, patrones de asentamiento, modos de vida y formas de relación —la mayoría de las veces subordinada y discriminatoria— con el resto de la sociedad nacional. Este último factor, asociado a la apropiación de sus territorios por los grupos sociales dominantes, al mestizaje y al paulatino proceso de abandono de sus lenguas y, en cierta medida, de sus identidades y culturas desde el siglo XVI, ha tenido como resultado una extensa y compleja gama de dinámicas que dificultan la definición precisa de los territorios indígenas.

En términos cuantitativos, esta complejidad se expresa en el hecho de que 60 por ciento de la población indígena, aproximadamente 6.02 millones de personas, vive en los municipios indígenas —éstos son cuando la población indígena representa más del 40 por ciento del total municipal—, mientras que el resto, es decir, cerca de 4.2 millones, habita en municipios

Consulta Pública

donde su representación proporcional es minoritaria. Esta distribución poblacional responde tanto a particularidades históricas locales como a la fuerte migración a las grandes ciudades del país o la de los jornaleros agrícolas. Es importante señalar que la población indígena se encuentra presente en una cuarta parte de las localidades del país, casi en la totalidad de los municipios —sólo 30 de ellos no tienen presencia indígena— y en todas las entidades federativas.

El término región hace referencia al espacio en el que se integran aquellos elementos que pertenecen a un nivel más pequeño —municipios o localidades—, que se encuentran dentro de una entidad mayor a través de la red de relaciones diversas que se establecen entre ellas. Ésta, a su vez, se distingue, al menos hipotéticamente, de otras unidades regionales con las que puede o no mantener determinadas formas de contacto.

Cabe señalar que la integración de una región no depende sólo de la distribución, el tipo y la intensidad de las actividades productivas, en términos del peso de los fenómenos y dinámicas demográficas en su configuración, sino de la relación entre la dispersión y la concentración de los asentamientos humanos; fenómenos comúnmente asociados a aspectos económicos, culturales y sociales. En este sentido, los patrones de asentamiento de la población indígena no sólo responden a procesos económicos, sino también a otros de carácter histórico, geográfico y cultural, lo que explica la dispersión de sus localidades, cuyo análisis a través de los cortes generalmente usados para distinguir lo rural y lo urbano son a todas luces insuficientes. Baste mencionar que entre los pueblos indígenas que habitan en el Gran Nayar y en la Sierra Tarahumara, predominan patrones de asentamiento de enorme dispersión, vinculados a sus particulares sistemas cosmológicos y de creencias, aunadas a las condiciones de carácter geográfico imperante, por lo que la mayoría de su población habita en localidades menores a 100 habitantes.

En general se reconoce la existencia de las regiones indígenas, ligado a la distribución espacial de los pueblos indígenas identificados por las lenguas y el reconocimiento generalizado de los diferentes pueblos con elementos distintivos, como son Los Altos de Chiapas, la Sierra Tarahumara, las Mixtecas, el Gran Nayar o las Huastecas, entre otras. Es por ello que la mayor parte de las propuestas de delimitación de estas regiones se hayan basado en la distribución espacial de la población indígena, y las diferencias que presentan entre sí se deben a las dificultades de aplicar el criterio de hablantes de lenguas indígenas casi de manera exclusiva para determinar el carácter indígena. En este sentido, existen acuerdos sobre la importancia de incluir, además del criterio lingüístico, otros elementos como son las formas de organización social, la pertenencia a una comunidad indígena, el origen y la historia, así como las identidades que se asumen de forma individual o colectiva.

Para la construcción de las regiones se consideraron aspectos de carácter histórico y cultural, expresados a través de la comprensión de “espacios tradicionales”, lugares que históricamente fueron ocupados por los distintos pueblos indígenas antes o después de la conquista española y donde permanecen o permanecieron, que comparten características lingüísticas y/o culturales, expresiones de culto similares, visiones cosmogónicas y relaciones de parentesco, entre otros.

Consulta Pública

Una condición indispensable para la delimitación de los territorios que comprenden las regiones indígenas, es su continuidad. En este aspecto no sólo se incluyeron la vecindad marcada por los límites políticos municipales, sino también las características de tipo morfológico (tipo de relieve físico, altitud, condiciones climáticas) y las posibilidades de comunicación interregional.

La Región Ecológica integrada por los municipios de Hunucmá, Mérida, Samahil, Umán y Ucú y se encuentra ubicada en el estado de Yucatán, entidad que, en el marco oficial del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (Serrano Carreto et al. 2006) y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), forma parte de la Región Maya Peninsular, junto con los estados de Campeche y Quintana Roo. Esta región constituye una de las principales zonas de presencia indígena en México, caracterizada por la predominancia del pueblo maya y de la lengua maya como elementos centrales de la identidad cultural y la organización social de la mayoría de las comunidades rurales y ejidales del territorio.

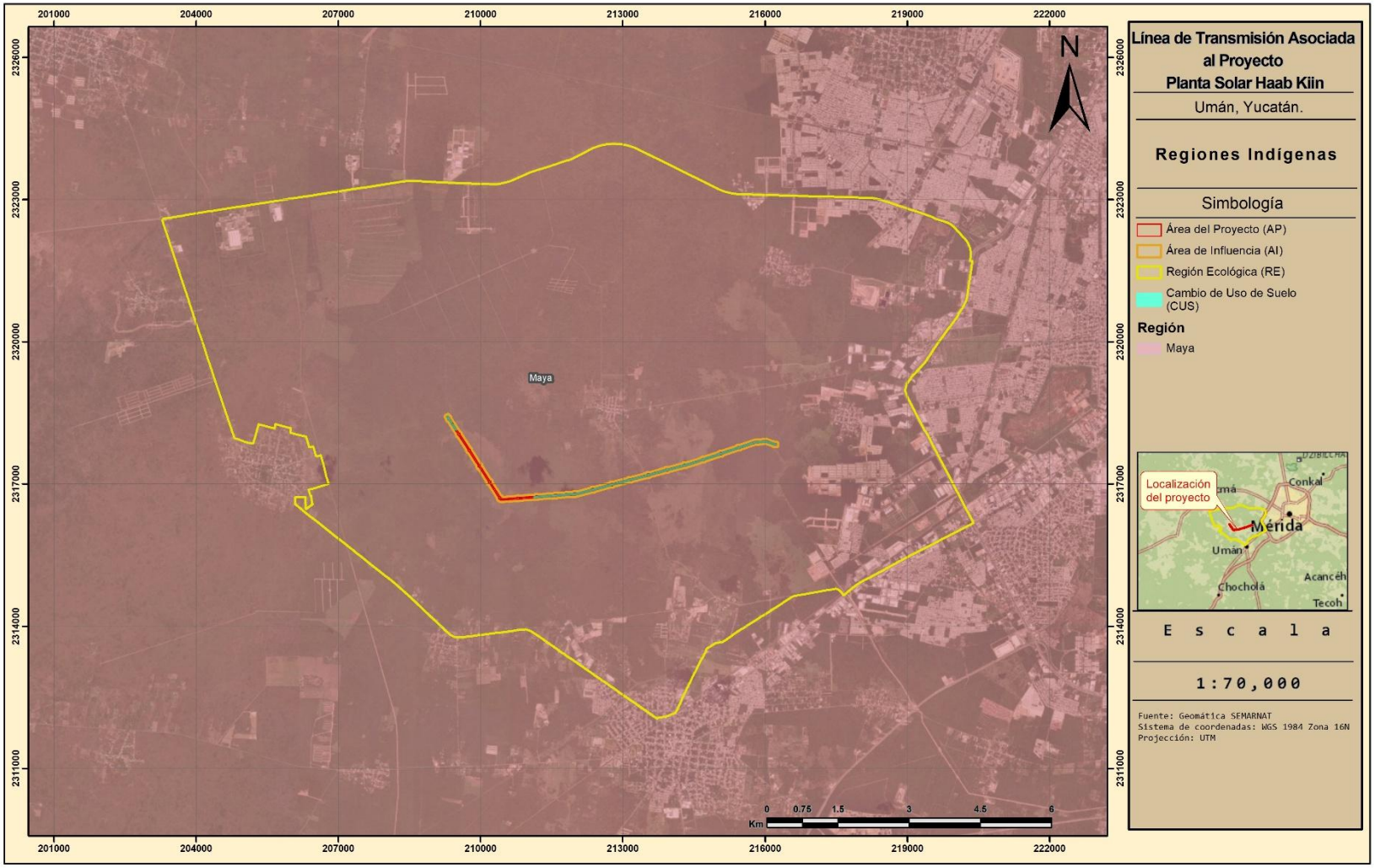
En el contexto oficial-institucional, Yucatán concentra una de las mayores proporciones de población indígena y de hablantes de lengua indígena del país, concentra cerca de 1.5 millones de personas indígenas, de las cuales una parte muy importante reside en Yucatán, evidenciando uno de los porcentajes más altos de población indígena y de hablantes de lengua indígena del país. Sustentada en la continuidad de la población maya-hablante a lo largo del estado.

El INPI y el INEGI describen esta región como un espacio de alta ruralidad maya-hablante, con alta dependencia de la agricultura de temporal, la ganadería y los servicios locales, y con una fuerte articulación entre el territorio, la cosmovisión maya y las formas tradicionales de organización comunitaria.

Así, la Región Ecológica se ubica en un área de alta presencia maya-lingüística, donde la identidad indígena se manifiesta en la lengua, las prácticas agrícolas-comunitarias, la organización ejidal-comisarial y la memoria histórica del territorio, todo ello en el marco de la Región Maya Peninsular reconocida por las autoridades federales y estadísticas de México (Ver Anexo 1.11).

Consulta Pública

Mapa 11 Región indígena en la que se ubica el Proyecto.



2.7 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales y Municipales

2.7.1 Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán (PEDUY) (Gobierno del Estado de Yucatán 2024b)

En atención al análisis de congruencia del Proyecto con los instrumentos de planeación territorial aplicables, se llevó a cabo la revisión del Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán (PEDUY), con la finalidad de determinar la viabilidad territorial del mismo conforme a las disposiciones normativas vigentes en la entidad.

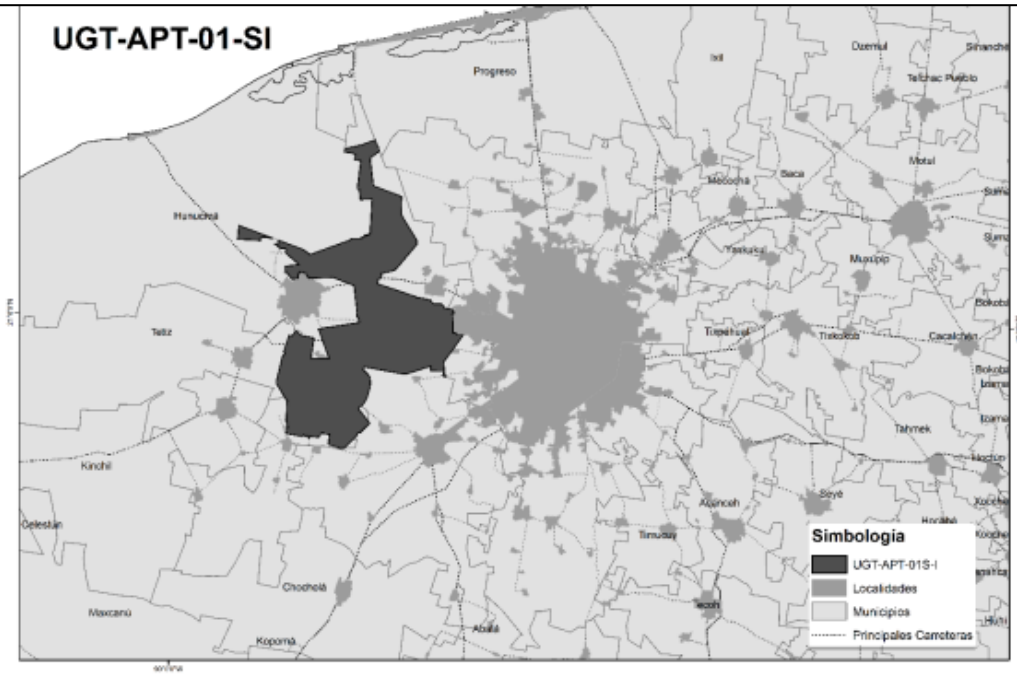
Para ello, se realizó la identificación espacial del Proyecto respecto de las Unidades de Gestión Territorial (UGT) establecidas en dicho ordenamiento, determinándose que éste se localiza predominantemente dentro de la UGT-APT-01-S, con una incidencia menor en la UGT-APT-01-AM, así como dentro de la franja correspondiente a la UGT-VIAL-01, tal como se muestra en el mapa siguiente (Ver Anexo 20.10):

Consulta Pública

Mapa 12: Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán (PEDUY)

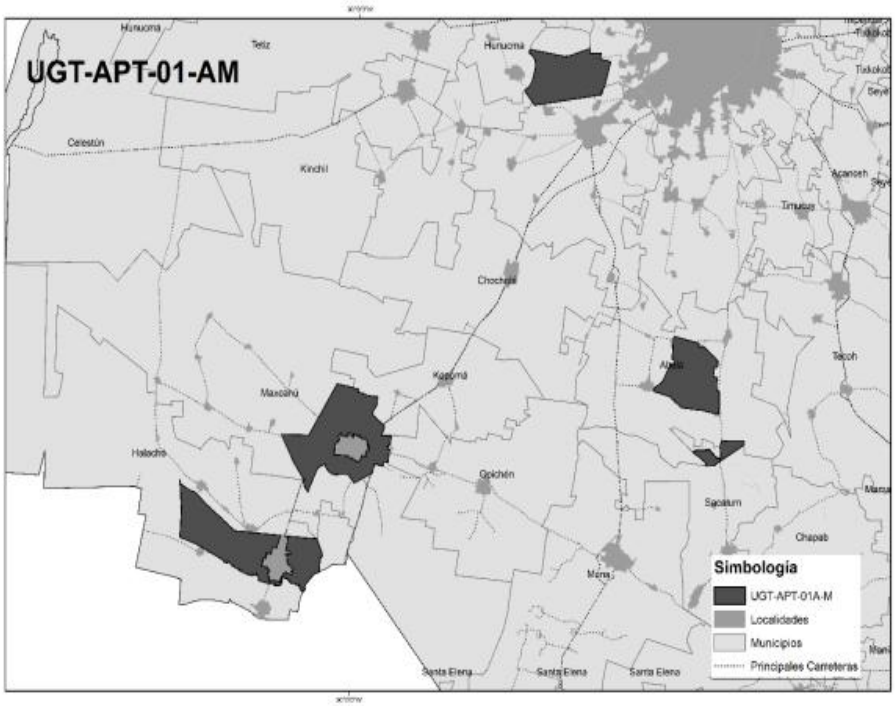


Figura 1: UGT-APT-01-SI



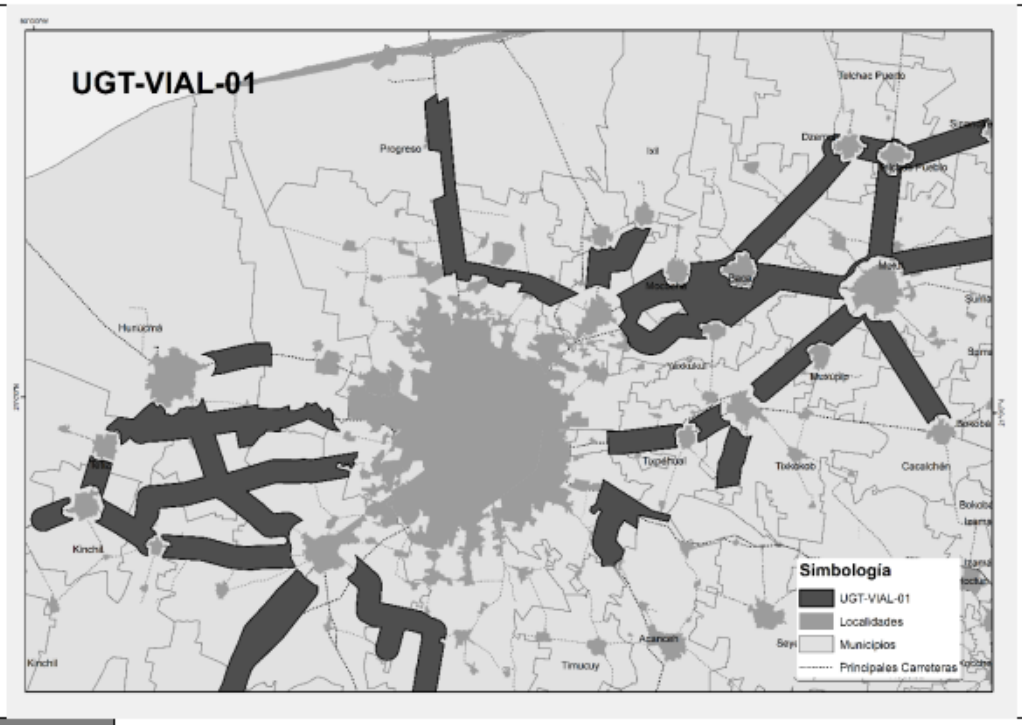
ANP	No aplica	
Regulaciones costeras	**ZOFEMAT y/o regulaciones portuarias**	No
	Sistema de Ciénegas y Manglares	No
	Área de aplicación POETCY	Si
Acciones urbanísticas asociadas a uso de suelo y actividades productivas	Serán factibles las acciones urbanísticas necesarias para el desarrollo de actividades productivas compatibles conforme a la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-004 y las disposiciones establecidas en ordenamientos ecológicos, PDU específico o normatividad armonizada con las regulaciones ambientales y costeras. Asimismo, las acciones urbanísticas asociadas al uso habitacional (uso urbano) estarán condicionadas a su localización en perímetros de aprovechamiento prioritarios y de contención vial. En los perímetros de contención vial solo se autorizarán asentamientos humanos en proyectos integrales de uso mixto con vivienda de bajo impacto territorial, incluyendo uso habitacional integrado en parcelas agropecuarias, en los perímetros de contención vial. Las acciones urbanísticas que impliquen infraestructura urbana y regional promovida por el sector gubernamental serán factibles. En específico es aplicable el numeral IV, incisos b) Agricultura, d) Ganadería, e) Industrial, f) Minería y actividades extractivas y h) Energía.	

Figura 2: UGT-APT-01-AM



ANP	No aplica	
Regulaciones costeras	**ZOFEMAT y/o regulaciones portuarias**	No
	Sistema de Ciénegas y Manglares	No
	Área de aplicación del POETCY	Si (en sectores norte)
Acciones urbanísticas asociadas a uso de suelo y actividades productivas	Serán factibles las acciones urbanísticas necesarias para el desarrollo de actividades productivas compatibles conforme a la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-004 y las disposiciones establecidas en ordenamientos ecológicos, PDU específico o normatividad armonizada con las regulaciones ambientales y costeras. Asimismo, las acciones urbanísticas asociadas al uso habitacional (uso urbano) estarán condicionadas a su localización en perímetros de aprovechamiento prioritarios y de contención vial. En los perímetros de contención vial solo se autorizarán asentamientos humanos en proyectos integrales de uso mixto con vivienda de bajo impacto territorial, incluyendo uso habitacional integrado en parcelas agropecuarias. Las acciones urbanísticas que impliquen infraestructura urbana y regional promovida por el sector gubernamental serán factibles. En específico es aplicable el numeral IV, inciso b) Agricultura.	

Figura 3: UGT-VIAL-01



ANP	No aplica	
Regulaciones costeras	**ZOFEMAT y/o regulaciones portuarias**	No
	Sistema de Ciénegas y Manglares	No
	Zona de influencia Costera (límite sur del área de aplicación POETCY)	Si
Acciones urbanísticas asociadas a uso de suelo y actividades productivas	Serán factibles las acciones urbanísticas necesarias para el desarrollo de actividades productivas compatibles con las UGT Primarias y/o Secundarias, conforme a la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-004 y las disposiciones establecidas en ordenamientos ecológicos, PDU específico o normatividad armonizada con las regulaciones ambientales y costeras. Asimismo, las acciones urbanísticas asociadas al uso habitacional (uso urbano) estarán condicionadas. Solo se autorizarán asentamientos humanos en proyectos integrales de uso mixto con vivienda de bajo impacto territorial, incluyendo uso habitacional integrado en parcelas agropecuarias. Las acciones urbanísticas que impliquen infraestructura urbana y regional promovida por el sector gubernamental serán factibles.	

Vinculación con el Programa

En este sentido, y conforme a la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-002, el Proyecto corresponde a infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, actividad que forma parte de los usos y actividades contemplados dentro del aprovechamiento territorial del Estado, por lo que su análisis debe realizarse en función de la aptitud territorial para el desarrollo de infraestructura estratégica y de servicios.

Ahora bien, el PEDUY establece que la UGT-APT-01 corresponde a sectores donde es factible el aprovechamiento urbano y productivo en áreas prioritarias y perímetros de contención vial, siempre que las actividades sean compatibles con los ordenamientos ecológicos y los programas de desarrollo urbano, promoviendo un desarrollo territorial sustentable y de bajo impacto ambiental. Bajo este marco, el Proyecto se inserta en una unidad territorial cuya vocación permite el establecimiento de infraestructura estratégica, por lo que, desde su concepción, no contraviene la política territorial establecida en el Programa.

La mayor parte del Proyecto se localiza dentro de la UGT-APT-01-S, subunidad que promueve el desarrollo de actividades productivas estratégicas y proyectos de inversión de carácter regional, favoreciendo la localización de infraestructura necesaria para el desarrollo económico, siempre que se minimicen las externalidades ambientales y territoriales. En este contexto, la línea de transmisión constituye infraestructura estratégica para el transporte de energía eléctrica, contribuyendo al fortalecimiento del sistema eléctrico regional sin generar incompatibilidades con los usos del suelo existentes.

Por otra parte, una porción menor del Proyecto se ubica dentro de la UGT-APT-01-AM, correspondiente a áreas donde el aprovechamiento territorial se encuentra condicionado a la compatibilidad con los asentamientos humanos y a la adecuada gestión de los impactos ambientales. Al respecto, es importante señalar que el Proyecto no implica la creación de nuevos centros de población, la expansión de la mancha urbana ni la inducción de procesos de urbanización, debido a que corresponde a infraestructura lineal destinada exclusivamente a la transmisión de energía eléctrica. Asimismo, durante su desarrollo se implementarán las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, garantizando su congruencia con los criterios de sustentabilidad previstos en el PEDUY.

Adicionalmente, el Proyecto presenta incidencia en la UGT-VIAL-01, unidad territorial asociada a corredores de infraestructura vial estratégica. Esta condición resulta congruente con la naturaleza del Proyecto, toda vez que el trazo de la línea de transmisión aprovecha, cuando resulta técnica y ambientalmente viable, corredores existentes y zonas previamente intervenidas, reduciendo la fragmentación del territorio y evitando la apertura innecesaria de nuevos frentes de afectación.

En concordancia con lo anterior, y conforme a lo dispuesto en la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-003, la compatibilidad estratégica del Proyecto se determina a partir de la verificación de que la actividad corresponde a un uso apto o condicionado, es compatible con los instrumentos de planeación territorial y ambiental vigentes y presenta factibilidad de

Consulta Pública

localización conforme a las condicionantes establecidas en el Programa. Del análisis efectuado se desprende que el Proyecto cumple con dichos criterios, al localizarse dentro de unidades territoriales con aptitud para infraestructura estratégica y resultar compatible con los instrumentos de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano aplicables.

Por su parte, la Norma PEDUY-004 establece que las acciones urbanísticas relacionadas con la construcción de infraestructura, accesos, redes de servicios y obras complementarias forman parte de las acciones compatibles para el desarrollo de actividades productivas e infraestructura estratégica. En este sentido, las obras previstas para la construcción y operación de la línea de transmisión corresponden a las tipologías contempladas por el Programa, quedando sujetas a la obtención de las autorizaciones y permisos previstos en la legislación ambiental, forestal y de desarrollo urbano aplicable.

Finalmente, conforme a la Norma PEDUY-005, las Unidades de Gestión Territorial donde se desarrolla el Proyecto presentan aptitud para el establecimiento de infraestructura bajo esquemas aptos o condicionados, sin identificarse restricciones territoriales que impidan el desarrollo de la línea de transmisión, siempre que se atiendan las disposiciones y condicionantes previstas en el propio Programa y en la normatividad aplicable.

En virtud de lo anterior, y con base en el análisis integral del PEDUY, se concluye que el Proyecto presenta una compatibilidad estratégica favorable en condición condicionada, al localizarse predominantemente dentro de la UGT-APT-01-S, con incidencia parcial en la UGT-APT-01-AM y la UGT-VIAL-01, correspondiendo a infraestructura estratégica expresamente prevista por el Programa y compatible con la política territorial establecida para dichas unidades de gestión.

Por lo tanto, se considera que el Proyecto es territorialmente viable, sujeto al cumplimiento de las condicionantes establecidas en el PEDUY, de las medidas ambientales previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental y de las demás autorizaciones que resulten aplicables conforme a la legislación vigente.

2.7.2 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Umán

Zonificación primaria – Vinculación con el Proyecto

De conformidad con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Umán, Yucatán, la zonificación primaria constituye el instrumento mediante el cual se delimitan las áreas urbanizadas, urbanizables y no urbanizables del territorio, en función de criterios de ordenamiento territorial, aptitud del suelo y conservación de los recursos naturales, conforme a la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Yucatán.

Derivado del análisis cartográfico y de la superposición del trazo del Proyecto con la cartografía oficial del Programa, se determinó que la línea de transmisión se desarrolla predominantemente dentro de áreas no urbanizables, las cuales se destinan a la conservación de sus características ambientales, al mantenimiento de su vocación natural y productiva y a la restricción del crecimiento urbano.

Consulta Pública

En este contexto, el Proyecto no implica la creación de nuevos centros de población, la expansión de la mancha urbana, la apertura de zonas habitacionales ni la modificación de la estructura territorial del municipio, debido a que corresponde a infraestructura lineal destinada exclusivamente a la transmisión de energía eléctrica.

Asimismo, durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento se implementarán las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de minimizar los impactos ambientales y garantizar el desarrollo del Proyecto bajo criterios de sustentabilidad.

Por lo anterior, se concluye que el Proyecto es congruente con la zonificación primaria del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Umán, al desarrollarse dentro de áreas no urbanizables sin alterar la vocación territorial definida para dichas zonas.

Zonificación secundaria – Vinculación con el Proyecto

La zonificación secundaria establece la asignación específica de usos del suelo dentro del territorio municipal, definiendo las actividades permitidas conforme a la vocación territorial de cada zona.

Del análisis cartográfico realizado se determinó que el Proyecto se ubica fuera de las zonas urbanas consolidadas y de las áreas destinadas al crecimiento urbano, sin incidir sobre zonas habitacionales, comerciales, de servicios o industriales.

En este sentido, la línea de transmisión constituye infraestructura estratégica para el transporte de energía eléctrica, por lo que no representa un desarrollo urbano, no genera asentamientos humanos permanentes ni modifica la estructura territorial del municipio.

Asimismo, el Proyecto incorpora medidas ambientales para prevenir y mitigar los impactos derivados de su construcción y operación, garantizando la conservación de las condiciones ambientales del sitio y la compatibilidad con la vocación territorial establecida por el Programa.

Por lo anterior, se concluye que el Proyecto resulta compatible con la zonificación secundaria del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Umán.

Usos del suelo y acciones urbanísticas

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano establece la clasificación de los usos del suelo y de las acciones urbanísticas con la finalidad de regular el crecimiento y desarrollo ordenado de los centros de población.

Dicha clasificación comprende usos habitacionales, comerciales, de servicios, equipamiento, industriales e infraestructura, así como acciones relacionadas con procesos de urbanización, lotificación, edificación y desarrollo inmobiliario.

Al respecto, el Proyecto no corresponde a un desarrollo habitacional, comercial, industrial o de servicios, ni contempla procesos de urbanización, lotificación o crecimiento de centros de población.

Consulta Pública

Por el contrario, consiste en infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, integrada por estructuras puntuales y accesos asociados, cuya finalidad es fortalecer el sistema eléctrico sin inducir procesos de urbanización ni modificar la dinámica territorial del municipio.

En consecuencia, las obras previstas no alteran la vocación territorial del sitio y resultan compatibles con las disposiciones establecidas en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Umán.

Compatibilidad de acciones urbanísticas y usos del suelo

Las matrices de compatibilidad previstas en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano tienen como finalidad regular los usos urbanos y las acciones urbanísticas asociadas al crecimiento y consolidación de los centros de población.

Del análisis efectuado se determinó que el Proyecto se desarrolla fuera del ámbito urbano y no forma parte de procesos de expansión territorial o desarrollo inmobiliario.

En este sentido, la línea de transmisión mantiene la vocación territorial del sitio y resulta compatible con las áreas no urbanizables previstas por el Programa, sujetándose además al cumplimiento de la legislación ambiental aplicable y a las medidas establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Por lo anterior, el Proyecto es compatible con los criterios establecidos por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Umán.

Coeficientes de Ocupación y Utilización del Suelo (COS y CUS)

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano establece los coeficientes de Ocupación del Suelo (COS) y de Utilización del Suelo (CUS) como instrumentos para regular la intensidad del desarrollo urbano en predios destinados a usos habitacionales, comerciales, de servicios y demás usos urbanos.

En el caso del Proyecto, dichos coeficientes no resultan aplicables, debido a que la línea de transmisión no constituye un desarrollo urbano ni contempla edificaciones destinadas al establecimiento permanente de población.

Las obras corresponden a infraestructura lineal integrada por estructuras puntuales y accesos asociados, cuya ocupación superficial es reducida y no modifica la intensidad del aprovechamiento urbano del suelo.

En consecuencia, los coeficientes COS y CUS previstos en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Umán no resultan aplicables al Proyecto, debido a su naturaleza como infraestructura para la transmisión de energía eléctrica y a que su desarrollo no implica procesos de urbanización ni la modificación de los usos urbanos del suelo.

2.8 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

De acuerdo con la naturaleza y características del proyecto, se llevó a cabo un análisis para identificar las normas oficiales mexicanas aplicables durante las etapas asociadas al proyecto, las cuales se precisan a continuación:

Consulta Pública

2.8.1 ATMÓSFERA

NOM-041-SEMARNAT-2015.(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2015) 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 (DOF 10 de junio de 2015).

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se contará con vehículos automotores, maquinaria y equipo que operarán de manera temporal conforme al cronograma de ejecución del Proyecto. Para ello, se implementará un Programa de Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria, con el propósito de verificar que las unidades operen en óptimas condiciones mecánicas y, en caso contrario, sean reparadas o sustituidas. Dicho programa incluirá, cuando resulte aplicable, la verificación vehicular en centros autorizados, previniendo emisiones contaminantes que excedan los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana.

La aplicación de este programa estará a cargo del personal responsable del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), quien dará seguimiento al cumplimiento de las medidas ambientales y reportará los avances correspondientes en los informes que, en su caso, sean requeridos por la autoridad competente.

NOM-042-SEMARNAT-2003.(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2005) Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos, cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos (DOF 7 de septiembre de 2005).

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto se utilizarán vehículos automotores que operarán temporalmente conforme al programa de obra. Para dichos vehículos se implementará un Programa de Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria, mediante el cual se verificará que operen en condiciones mecánicas adecuadas y, cuando corresponda, cuenten con las verificaciones vehiculares aplicables, contribuyendo al cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisiones establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana.

El seguimiento al cumplimiento de estas medidas será realizado por el personal responsable de la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental.

NOM-044-SEMARNAT-2017.(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2018a) Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857

Consulta Pública

kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto podrán emplearse vehículos y maquinaria equipada con motores diésel, para los cuales se implementará un Programa de Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria que permita verificar su adecuado funcionamiento, realizando las acciones preventivas y correctivas necesarias para reducir las emisiones contaminantes y dar cumplimiento, cuando resulte aplicable, a las especificaciones establecidas en la presente Norma Oficial Mexicana.

El seguimiento al cumplimiento de estas medidas será efectuado por el personal responsable del Programa de Vigilancia Ambiental.

NOM-045-SEMARNAT-2017.(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2018b) Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición (DOF 8 de marzo de 2018).

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se contará con un parque vehicular conformado por varias unidades en circulación, entre las que se considera el uso vehículos que emplean diésel como combustible, que operarán durante el plazo considerado en el cronograma de trabajo; estos vehículos se integrarán al referido programa de mantenimiento que tendrá como fin, constatar que operen en óptimas condiciones o, en caso contrario, se considerará su reemplazo, incluye la Verificación Vehicular en centros de verificación autorizados, para los vehículos automotores que aplique, previniendo con ello, emisiones contaminantes fuera de los límites establecidos en esta norma oficial.

Cabe señalar, que la debida aplicación a dicho programa estará a cargo del personal ambiental especializado en la implementación y seguimiento al PVA durante todas las etapas del proyecto, quienes notificarán a la autoridad ambiental, de los avances obtenidos por etapa en los informes periódicos establecidos en la autorización correspondiente.

2.8.2 Flora y Fauna

NOM-059-SEMARNAT-2010.(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2010) Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (DOF 30 de diciembre de 2010).

Esta norma resulta vinculante con el Proyecto, toda vez que, previo al inicio de las etapas de preparación del sitio y construcción, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, mediante el cual personal especializado realizará el rescate, manejo y reubicación de los ejemplares que se localicen dentro de las áreas de intervención.

Se prestará especial atención a las especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la presente Norma Oficial Mexicana, así como a aquellas de importancia

Consulta Pública

ecológica, priorizando la conservación de sus poblaciones y minimizando las afectaciones derivadas del desarrollo del Proyecto.

2.8.3 RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

NOM-161-SEMARNAT-2011.(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013b) Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a planes de manejo, el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo (DOF 1° de febrero de 2013).

Los residuos de manejo especial constituyen uno de los principales tipos de residuos que pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto. En este sentido, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante el cual se realizará su adecuada separación, almacenamiento temporal, transporte y disposición final, conforme a los criterios establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana y demás disposiciones aplicables. Su cumplimiento será supervisado por el personal responsable del Programa de Vigilancia Ambiental.

2.8.4 RESIDUOS PELIGROSOS

NOM-052-SEMARNAT-2005.(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2006) Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (DOF. 26 de junio de 2006).

Mediante el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) se verificará la debida aplicación de esta norma durante todas las etapas que comprenden el proyecto, a fin de identificar aquellos residuos peligrosos que pudieran generarse o que se hayan generado durante las actividades planeadas, en este último caso, se implementarán los lineamientos y criterios establecidos en esta norma para su clasificación con base a los listados de estos residuos y, de existir, se realizará la gestión integral aplicable conforme lo indicado en la legislación vigente.

NOM-053-SEMARNAT-1993.(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1993a) Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción, para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso, por su toxicidad al ambiente (DOF. 22 de octubre 1993).

Se incluirá en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), la aplicación de esta norma oficial a efectos de identificar el nivel de toxicidad de aquellos residuos peligrosos que se generen durante todas las etapas del proyecto y proceder con el manejo y gestión integral que resulte aplicable, conforme a la legislación vigente.

NOM-054-SEMARNAT-1993.(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1993b) Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos, considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993 (DOF. 22 de octubre de 1993).

Consulta Pública

Durante todas las etapas del proyecto, se aplicará los lineamientos y criterios establecidos en esta norma oficial, la cual quedará bajo la tutela del personal asignado para el seguimiento y aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) para determinar la incompatibilidad de los residuos peligrosos que se llegaran a generar, así como a su debido manejo conforme a la legislación vigente.

Cabe señalar que esta norma, si bien hace referencia a la versión anterior de la NOM-052-SEMARNAT-1993, durante la ejecución de todas las etapas del proyecto, se considerarán los listados expuestos en la actual NOM-052-SEMARNAT-2005.

2.8.5 RUIDO

NOM-080-SEMARNAT-1994.(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1995) 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 (DOF 13 de enero de 1995).

Esta norma está vinculada con el proyecto durante todas sus etapas, pues tiene que ver directamente con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima para dar cumplimiento a los límites permisibles de emisión de ruido y, en caso contrario, reemplazarlos por otros que si se encuentren en perfectas condiciones. El cumplimiento a los parámetros establecidos en esta norma se hará a través del programa de mantenimiento cuya aplicación estará a cargo del personal ambiental especializado en la implementación y seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) durante todas las etapas del proyecto, reportando avances a la autoridad ambiental, en los informes periódicos establecidos en la autorización correspondiente.

NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto se utilizará maquinaria y equipo que generarán emisiones sonoras de manera temporal. Por ello, se implementará un Programa de Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria, mediante el cual se procurará que los equipos operen en condiciones mecánicas adecuadas, reduciendo la generación de ruido. Asimismo, las actividades constructivas se desarrollarán en horarios de trabajo establecidos y bajo la supervisión del Programa de Vigilancia Ambiental, con la finalidad de minimizar las molestias al entorno y dar cumplimiento a las disposiciones aplicables en materia de ruido.

2.8.6 SUELO Y SUBSUELO

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013a) Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación (DOF. 10 de septiembre de 2013).

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto se implementarán medidas preventivas para evitar derrames accidentales de combustibles, aceites, lubricantes u otras sustancias que pudieran contaminar el suelo. Entre dichas medidas se

Consulta Pública

considera el mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo, el abastecimiento controlado de combustibles y la disponibilidad de materiales para la atención inmediata de contingencias.

En caso de presentarse un derrame accidental, se procederá de manera inmediata a su contención, limpieza y, en su caso, remediación, mediante empresas autorizadas y conforme a los lineamientos establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana y demás disposiciones aplicables.

Mediante la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) se llevará un control permanente de las actividades de preparación del sitio y construcción, verificando el adecuado manejo de combustibles y lubricantes, así como la atención oportuna de cualquier contingencia ambiental que pudiera presentarse.

2.9 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

2.9.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 1917)

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos constituye el ordenamiento jurídico supremo del país y establece los principios que rigen la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la planeación nacional, el aprovechamiento de los recursos naturales y la organización del sector energético.

En este sentido, el Proyecto se vincula con los principios constitucionales en materia ambiental, territorial y energética, procurando que su desarrollo se realice en cumplimiento de la legislación aplicable y garantizando la protección de los recursos naturales mediante la implementación de medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental.

A continuación, se presenta la vinculación con los artículos aplicables.

> *Artículo 4o. …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.

El Proyecto es congruente con el derecho humano a un medio ambiente sano reconocido en el artículo 4 constitucional, al incorporar medidas orientadas a prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales derivados de su construcción, operación y mantenimiento.

Para ello, la Manifestación de Impacto Ambiental identifica y evalúa los impactos potenciales sobre los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del área de estudio, proponiendo programas ambientales como el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Manejo Integral de Residuos, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, el Programa de Vigilancia Ambiental y, en su caso, el Programa de Reforestación, con el propósito de minimizar las afectaciones sobre el entorno.

Consulta Pública

El artículo 25 de la Constitución define el papel del Estado, al establecer que:

> Artículo 25. 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.
>
> El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución.
>
> Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.
>
> El sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas que se señalan en el artículo 28, párrafo cuarto de la Constitución, manteniendo siempre el Gobierno Federal la propiedad y el control sobre los organismos y empresas públicas del Estado que en su caso se establezcan. Tratándose de la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, y del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, así como de la exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos, la Nación llevará a cabo dichas actividades en términos de lo dispuesto por los párrafos sexto y séptimo del artículo 27 de esta Constitución. En las actividades citadas la ley establecerá las normas relativas a la administración, organización, funcionamiento, procedimientos de contratación y demás actos jurídicos que celebren las empresas públicas del Estado, así como el régimen de remuneraciones de su personal, para garantizar su eficacia, eficiencia, honestidad, productividad, transparencia y rendición de cuentas, y determinará las demás actividades que podrán realizar. Asimismo, podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo.
>
> Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

El Proyecto es congruente con el principio de desarrollo nacional integral y sustentable previsto en el artículo 25 constitucional, al constituir infraestructura estratégica para la transmisión de energía eléctrica que contribuye al fortalecimiento del Sistema Eléctrico Nacional.

Asimismo, su desarrollo considera criterios de productividad, sostenibilidad ambiental y uso responsable de los recursos naturales, procurando minimizar las afectaciones sobre los

Consulta Pública

ecosistemas mediante la aplicación de las medidas ambientales previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Respecto a la planeación del desarrollo de la nación, el artículo 26 dicta lo siguiente:

> *Artículo 26…El Estado organizará un sistema de planeación democrática del* desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.

El Proyecto se vincula con el sistema de planeación democrática del desarrollo nacional al ser congruente con los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial aplicables en los ámbitos federal, estatal y municipal.

Asimismo, la presente Manifestación de Impacto Ambiental constituye el instrumento técnico mediante el cual se identifican, evalúan y previenen los impactos ambientales derivados del Proyecto, contribuyendo al desarrollo sustentable y al cumplimiento del marco jurídico vigente.

En el artículo 27, se establece, entre otros, la exclusividad de la Nación sobre el control y planeación del sistema eléctrico incluyendo la transmisión y distribución de la energía eléctrica, considerando para ello, la celebración de contratos con particulares en los términos establecidos en las leyes aplicables, para que éstos puedan participar, concretamente en este sector se considera lo siguiente:

> Artículo 27. La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.
>
> Corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; en estas actividades no se otorgarán concesiones, sin perjuicio de que el Estado pueda celebrar contratos con particulares en los términos que establezcan las leyes, mismas que determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica.

El Proyecto es congruente con lo dispuesto en el artículo 27 constitucional, al formar parte de la infraestructura asociada a la transmisión de energía eléctrica, actividad estratégica cuya planeación y control corresponden a la Nación.

En este sentido, el Proyecto se desarrollará en estricto apego a la legislación ambiental, forestal y energética vigente, obteniendo previamente las autorizaciones que resulten aplicables y procurando el uso responsable de los recursos naturales.

El artículo 28 señala que:

> Artículo 28. En los Estados Unidos Mexicanos quedan prohibidos los monopolios, *las (…) prácticas monopólicas, los estancos y las exenciones de impuestos en los* términos y condiciones que fijan las leyes.

Consulta Pública

También puntualiza que:

> *"No constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva en las siguientes áreas consideradas estratégicas: … la planeación y el control del* sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de *energía eléctrica…*
>
> El Estado contará con los organismos y empresas que requiera para el eficaz manejo de las áreas estratégicas a su cargo y en las actividades de carácter prioritario donde, de acuerdo con las leyes, participe por sí o con los sectores social *y privado."*

Además, el Pacto Federal prevé la formulación de un marco normativo en el que la concurrencia de las autoridades se encuentra implícito, legislar sobre las áreas estratégicas como es el caso del sector energético, con relación a esto, el artículo 73 de la Constitución Federal contempla lo siguiente:

> Artículo 73. El Congreso tiene facultad:
>
> *X. Para legislar en toda la República sobre (…) energía eléctrica y nuclear y para* expedir las leyes del trabajo reglamentarias del artículo 123;
>
> XXIX. Para establecer contribuciones:
>
> 5o. Especiales sobre:
>
> a) Energía eléctrica;
>
> Las entidades federativas participarán en el rendimiento de estas contribuciones especiales, en la proporción que la ley secundaria federal determine. Las legislaturas locales fijarán el porcentaje correspondiente a los Municipios, en sus ingresos por concepto del impuesto sobre energía eléctrica.
>
> XXIX-G. Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico; y de protección y bienestar de los animales;

La Constitución Política de México, otorga plena jurisdicción a los Gobiernos municipales sobre la regulación del uso del suelo municipal y las actividades humanas que se efectúan en su territorio, por lo que las actividades del sector energético deben estar de acuerdo con el régimen municipal sobre todo en materia de uso de suelo, lo anterior acorde a lo previsto en el siguiente artículo:

> Artículo 115. Los Estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa el municipio libre, *conforme a las bases siguientes: …*

Consulta Pública

V. Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal, así como los planes en materia de movilidad y seguridad vial;

b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;

c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;

d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;

e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;

f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;

g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;

De la confrontación de la información que existe con los dispositivos legales anteriormente referidos se concluye que el proyecto, no contraviene ninguna disposición Constitucional, siempre y cuando su ejecución se efectúe una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental, además de que se apegará las reformas constitucionales relacionados con el sector energético.

Conclusión

Del análisis efectuado se concluye que el Proyecto es congruente con los principios establecidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección ambiental, desarrollo sustentable, planeación del desarrollo, ordenamiento territorial y fortalecimiento del Sistema Eléctrico Nacional.

Asimismo, mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental se identifican, evalúan y previenen los impactos ambientales asociados al Proyecto, incorporando medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento que permiten desarrollar las obras en apego a la legislación ambiental vigente y procurando la conservación de los recursos naturales y el bienestar de la población.

2.9.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 1988)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), cuya última reforma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de abril de 2024, constituye el principal ordenamiento jurídico federal en materia de protección ambiental. Su objeto es propiciar el desarrollo sustentable mediante la preservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y el establecimiento de los instrumentos de política ambiental aplicables en el territorio nacional.

Consulta Pública

En este sentido, el Proyecto se vincula con las disposiciones de la presente Ley, al someterse al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental e incorporar medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental orientadas a garantizar la protección de los recursos naturales durante las distintas etapas de desarrollo.

> Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente, en el territorio nacional y las zonas en las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público y de interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:
>
> I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;
>
> II. Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
>
> III. La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
>
> IV. La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;
>
> VI. La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;
>
> VII. Garantizar la participación con responsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;
>
> VIII. El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución.
>
> IX. El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y
>
> X. El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

Las competencias de la Federación en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, como autoridad a cargo de la vigilancia y evaluación del proyecto en estas materias, quedan estipuladas en el artículo 5° y son ejercidas a través de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), de acuerdo con lo siguiente:

> Artículo 5.- *Son facultades de la Federación: …*
>
> V.- La expedición de las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su *cumplimiento en las materias previstas en esta Ley; …*

Consulta Pública

X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

XII.- La regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal;

XII.- La regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal;

XIII. El fomento de la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades de los Estados, el Distrito Federal y los Municipios; así como el establecimiento de las disposiciones que deberán *observarse para el aprovechamiento sustentable de los energéticos; …*

XV. La regulación de la prevención de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente;

Artículo 6o.- Las atribuciones que esta Ley otorga a la Federación, serán ejercidas por el Poder Ejecutivo Federal a través de la Secretaría y, en su caso, podrán colaborar con ésta las Secretarías de Defensa Nacional y de Marina cuando por la naturaleza y gravedad del problema así lo determine, salvo las que directamente corresponden al Presidente de la República por disposición expresa de la Ley.

Por ello, las actividades consideradas para el desarrollo y puesta en marcha por el Proyecto, quedan sujetas a la descrito con anterioridad, debiendo dar cumplimiento a las disposiciones aplicables, para lo cual, es necesario que el proyecto se someta al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental mismo que es descrito en la Sección V de la Ley, a fin de evaluar su viabilidad ambiental, tal el caso, que su obligatoriedad al sometimiento de dicho procedimiento queda estipulada en la fracción II del mismo artículo 28, que señala:

Artículo 28. 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:

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

Consulta Pública

En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 30 de la LGEEPA, se integra la presente Manifestación de Impacto Ambiental de acuerdo con lo señalado en el artículo 30 de la referida Ley, que expresa lo siguiente:

> Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo *correspondiente".*

Aunado a lo antes descrito, resulta aplicable al proyecto el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental de acuerdo con sus características, resultando vinculante con el artículo 37:

> Artículo 37.- En la formulación de normas oficiales mexicanas en materia ambiental deberá considerarse que el cumplimiento de sus previsiones deberá realizarse de conformidad con las características de cada proceso productivo o actividad sujeta a regulación, sin que ello implique el uso obligatorio de tecnologías específicas.
>
> Cuando las normas oficiales mexicanas en materia ambiental establezcan el uso de equipos, procesos o tecnologías específicas, los destinatarios de las mismas podrán proponer a la Secretaría para su aprobación, los equipos, procesos o tecnologías alternativos mediante los cuales se ajustarán a las previsiones correspondientes.
>
> Para tal efecto, los interesados acompañarán a su propuesta la justificación en que ésta se sustente para cumplir con los objetivos y finalidades establecidos en la norma oficial mexicana de que se trate.
>
> Una vez recibida la propuesta, la Secretaría en un plazo que no excederá de treinta días emitirá la resolución respectiva. En caso de que no se emita dicha resolución en el plazo señalado, se considerará que ésta es negativa.
>
> Cuando la resolución sea favorable, deberá publicarse en un órgano de difusión oficial y surtirá efectos en beneficio de quien lo solicite, respetando, en su caso, los derechos adquiridos en materia de propiedad industrial.

Resulta que uno de los principales propósitos de la Ley, es normar el funcionamiento de las empresas contemplando entre ellas, a la industria eléctrica, para que exista un verdadero desarrollo ambiental programado, fundado en un proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiendan a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas mediante la aplicación de medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de recursos naturales; fortaleciendo siempre las políticas, programas, normas y acciones

Consulta Pública

destinadas a mejorar el ambiente y a prevenir y controlar su deterioro, tal y como lo representan la elaboración y aplicación diversos Programas Ambientales que serán incluidos en el Programa de Vigilancia Ambiental a cargo de personal especializado para garantizar su correcta aplicación.

En efecto, se puede apreciar que se está dando cabal cumplimiento a lo establecido por la Ley al presentar la presente Manifestación de Impacto Ambiental como se mencionó previamente, de tal forma que se encuentran contempladas las medidas de prevención, mitigación, compensación y de protección suficientes para garantizar la viabilidad ambiental del proyecto en cuestión.

Resulta importante para los efectos del cumplimiento de las disposiciones vigentes aplicables al caso en estudio, establecer que las obras y actividades relacionadas con el proyecto están programadas de tal manera que se apegan irrestrictamente a las disposiciones siguientes en materia de preservación de la vida silvestre:

> Artículo 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:
>
> I. La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción;
>
> II. La continuidad de los procesos evolutivos de las especies de flora y fauna y demás recursos biológicos, destinando áreas representativas de los sistemas ecológicos del país a acciones de preservación e investigación;
>
> III. La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;
>
> IV. El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies;
>
> V. El fomento y creación de las estaciones biológicas de rehabilitación y repoblamiento de especies de fauna silvestre;
>
> VI. La participación de las organizaciones sociales, públicas o privadas, y los demás interesados en la preservación de la biodiversidad;
>
> VII. El fomento y desarrollo de la investigación de la fauna y flora silvestre, y de los materiales genéticos, con el objeto de conocer su valor científico, ambiental, económico y estratégico para la Nación;
>
> VIII. El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas;
>
> IX. El desarrollo de actividades productivas alternativas para las comunidades rurales, y
>
> X. El conocimiento biológico tradicional y la participación de las comunidades, así como los pueblos indígenas en la elaboración de programas de biodiversidad de las áreas en que habiten.

Consulta Pública

> Artículo 82. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a la posesión, administración, preservación, repoblación, propagación, importación, exportación y desarrollo de la flora y fauna silvestre y material genético, sin perjuicio de lo establecido en otros ordenamientos jurídicos.
>
> Artículo 83. El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.
>
> La Secretaría deberá promover y apoyar el manejo de la flora y fauna silvestre, con base en el conocimiento biológico tradicional, información técnica, científica y económica, con el propósito de hacer un aprovechamiento sustentable de las especies.
>
> Artículo 86. A la Secretaría le corresponde aplicar las disposiciones que sobre preservación y aprovechamiento sustentable de especies de fauna silvestre establezcan ésta y otras leyes, y autorizar su aprovechamiento en actividades económicas, sin perjuicio de las facultades que correspondan a otras dependencias, conforme a otras leyes.

Además de lo antes mencionado, es importante señalar que, para el desarrollo del proyecto, será necesaria la movilización de vehículos y operación de maquinaria que, de manera temporal, se presentará en el sitio en estudio, por lo que se dará pleno cumplimiento a los criterios normativos generales en materia de protección de la atmósfera de conformidad a los siguientes criterios legales aplicables:

> Artículo 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:
>
> I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y
>
> 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.

En general, el proyecto contempla la realización de diversas obras y actividades, mismas que se ejecutarán con estricto apego a las disposiciones de la presente Ley, así como las que resulten aplicables en cada caso, atendiendo en lo fundamental los siguientes criterios y obligaciones ambientales, por lo que respecta a la prevención y control de la contaminación atmosférica:

> Artículo 112. En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los Municipios, de conformidad con la distribución de atribuciones establecida en los artículos 7o., 8o. y 9o. de esta *Ley, así como con la legislación local en la materia: …*

Consulta Pública

V. Establecerán y operarán sistemas de verificación de emisiones de automotores *en circulación; …*

Artículo 113. 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.

Cabe resaltar, que el proyecto empleará vehículos automotores que deberán ajustarse a los preceptos legales y normativos que le resulten aplicables para evitar contaminación atmosférica durante su uso en las diversas etapas del proyecto. Además de que se dará constancia de los equipos y sistemas de control que se utilizan, para asegurar su correcta operación.

De igual modo, se implementarán las acciones y medidas preventivas y de mitigación, así como de compensación determinadas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, además de las que indique la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en la autorización para la ejecución de los programas ambientales, ya que tienen especial énfasis en los aspectos ambientales relacionados con el uso del suelo y sus componentes naturales, con el objeto de dar pleno cumplimiento a las siguientes condiciones legales:

Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;

II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;

III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

IV. La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y

V. En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

Artículo 135.- Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se consideran, en los siguientes casos:

III. La generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen.

Consulta Pública

Artículo 136. Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

I. La contaminación del suelo;

II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;

III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y

IV. Riesgos y problemas de salud.

Artículo 137. Queda sujeto a la autorización de los Municipios o del Distrito Federal, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

Artículo 139. Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en los suelos se sujetará a lo que disponga esta Ley, la Ley de Aguas Nacionales, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría.

Artículo 140. La generación, manejo y disposición final de los residuos de lenta degradación deberá sujetarse a lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría, en coordinación con la Secretaría Economía.

Artículo 142. En ningún caso podrá autorizarse la importación de residuos para su derrame, depósito, confinamiento, almacenamiento, incineración o cualquier tratamiento para su destrucción o disposición final en el territorio nacional o en las zonas en las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Las autorizaciones para el tránsito por el territorio nacional de residuos no peligrosos con destino a otra Nación sólo podrán otorgarse cuando exista previo consentimiento de ésta.

De conformidad a las actividades que quedaron debidamente listadas en el Capítulo 2 del presente documento, se dará pleno cumplimiento a las disposiciones de la legislación de mérito, especialmente por lo que respecta a los criterios ambientales que se establecen en materia de residuos peligrosos, así como los residuos de manejo especial y los sólidos urbanos de conformidad a las siguientes disposiciones:

Artículo 150. 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 Economía, 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. El Reglamento y las normas oficiales mexicanas a que se refiere

Consulta Pública

el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que identifiquen y clasifiquen los materiales y residuos peligrosos por su grado de peligrosidad, considerando sus características y volúmenes; además, habrán de diferenciar aquellos de alta y baja peligrosidad. Corresponde a la Secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos.

Asimismo, la Secretaría en coordinación con las dependencias a que se refiere el presente artículo, expedirá las normas oficiales mexicanas en las que se establecerán los requisitos para el etiquetado y envasado de materiales y residuos peligrosos, así como para la evaluación de riesgo e información sobre contingencias y accidentes que pudieran generarse por su manejo, particularmente tratándose de sustancias químicas.

Artículo 151. 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.

Artículo 151 BIS. Requiere autorización previa de la Secretaría:

I. La prestación de servicios a terceros que tenga por objeto la operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos;

II. La instalación y operación de sistemas para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos, o para su reciclaje cuando éste tenga por objeto la recuperación de energía, mediante su incineración, y

III. La instalación y operación, por parte del generador de residuos peligrosos, de sistemas para su reúso, reciclaje y disposición final, fuera de la instalación en donde se generaron dichos residuos.

Artículo 152. La Secretaría promoverá programas tendientes a prevenir y reducir la generación de residuos peligrosos, así como a estimular su reúso y reciclaje.

En aquellos casos en que los residuos peligrosos puedan ser utilizados en un proceso distinto al que los generó, el Reglamento de la presente Ley y las normas oficiales mexicanas que se expidan, deberán establecer los mecanismos y procedimientos que hagan posible su manejo eficiente desde el punto de vista ambiental y económico.

Los residuos peligrosos que sean usados, tratados o reciclados en un proceso distinto al que los generó, dentro del mismo predio, serán sujetos a un control interno por parte de la empresa responsable, de acuerdo con las formalidades que establezca el Reglamento de la presente Ley.

Consulta Pública

En el caso de que los residuos señalados en el párrafo anterior sean transportados a un predio distinto a aquél en el que se generaron, se estará a lo dispuesto en la normatividad aplicable al transporte terrestre de residuos peligrosos.

Artículo 152 BIS. Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.

Conclusión

Del análisis efectuado se concluye que el Proyecto es congruente con las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, al someterse al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental previsto por dicho ordenamiento e incorporar medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental orientadas a minimizar las afectaciones sobre el suelo, agua, atmósfera, flora, fauna y demás componentes ambientales.

Asimismo, mediante la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental y de los programas específicos de Conservación de Suelo y Agua, Manejo Integral de Residuos, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria y los demás programas aplicables, el Proyecto garantiza el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y la protección de los recursos naturales durante las distintas etapas de su desarrollo.

2.9.3 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2000B)

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental establece las disposiciones administrativas que regulan el procedimiento de evaluación del impacto ambiental previsto en la LGEEPA, precisando las obras y actividades que requieren autorización previa por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como el contenido, modalidades y procedimiento para la integración y evaluación de las Manifestaciones de Impacto Ambiental.

En este sentido, el Proyecto se vincula con las disposiciones del presente Reglamento al corresponder a una obra del sector eléctrico que requiere autorización federal en materia de impacto ambiental, por lo que la presente Manifestación de Impacto Ambiental se integra conforme a los requisitos, modalidades y procedimientos establecidos en dicho ordenamiento.

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:

Consulta Pública

K) Industria eléctrica:

I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;

II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;

III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y

IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW.

Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o *turísticas".*

Artículo 9o.- 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.

En cumplimiento de lo dispuesto por los artículos 9 al 28 del presente Reglamento, se integra la presente Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad que corresponde al Proyecto, incorporando la información técnica, ambiental y jurídica necesaria para que la Secretaría evalúe la viabilidad ambiental de las obras y actividades propuestas.

Por lo anterior, y de acuerdo con las características del proyecto referidas con anterioridad, se presenta ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, aplicable a las actividades de propias de la industria eléctrica, cuyos lineamientos a los que se deberá sujetar a fin de obtener la respectiva autorización en la materia, se encuentran establecidos por el presente Reglamento en sus artículos 10 y 11, 13, 17 al 22, 24 y del 26 al 28.

Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

Regional…

Artículo 11. Las Manifestaciones de Impacto Ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;

Consulta Pública

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:

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

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

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

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

I. La manifestación de impacto ambiental;

II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y

III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Artículo 19.- La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro tantos impresos de su contenido.

Excepcionalmente, dentro de los diez días siguientes a la integración del expediente, la Secretaría podrá solicitar al promovente, por una sola vez, la presentación de hasta tres copias adicionales de los estudios de impacto ambiental cuando por alguna causa justificada se requiera. En todo caso, la presentación de las copias

Consulta Pública

adicionales deberá llevarse a cabo dentro de los tres días siguientes a aquel en que se hayan solicitado.

Artículo 20.- Con el objeto de no retardar el procedimiento de evaluación, la Secretaría comunicará al promovente, en el momento en que éste presente la solicitud y sus anexos, si existen deficiencias formales que puedan ser corregidas en ese mismo acto.

En todo caso, la Secretaría se ajustará a lo previsto en el artículo 43 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Artículo 21.- La Secretaría, en un plazo no mayor a diez días contados a partir de que reciba la solicitud y sus anexos, integrará el expediente; en ese lapso, procederá a la revisión de los documentos para determinar si su contenido se ajusta a las disposiciones de la Ley, del presente reglamento y a las normas oficiales mexicanas aplicables.

Artículo 22.- En los casos en que la manifestación de impacto ambiental presente insuficiencias que impidan la evaluación del proyecto, la Secretaría podrá solicitar al promovente, por única vez y dentro de los cuarenta días siguientes a la integración del expediente, aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la misma y en tal caso, se suspenderá el término de sesenta días a que se refiere el artículo 35 bis de la Ley.

La suspensión no podrá exceder de sesenta días computados a partir de que sea declarada. Transcurrido este plazo sin que la información sea entregada por el promovente, la Secretaría podrá declarar la caducidad del trámite en los términos del artículo 60 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Artículo 24.- La Secretaría podrá solicitar, dentro del procedimiento de evaluación y en los términos previstos en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, la opinión técnica de alguna dependencia o entidad de la Administración Pública Federal, cuando por el tipo de obra o actividad así se requiera.

Asimismo, la Secretaría podrá consultar a grupos de expertos cuando por la complejidad o especialidad de las circunstancias de ejecución y desarrollo se estime que sus opiniones pueden proveer de mejores elementos para la formulación de la resolución correspondiente; en este caso, notificará al promovente los propósitos de la consulta y le remitirá una copia de las opiniones recibidas para que éste, durante el procedimiento, manifieste lo que a su derecho convenga.

La Secretaría deberá mantener, al momento de realizar la consulta, la reserva a que se refiere el artículo 37 de este reglamento.

Artículo 26.- Iniciado el trámite de evaluación, la Secretaría deberá ir agregando al expediente:

I. La información adicional que se genere;

II. Las opiniones técnicas que se hubiesen solicitado;

Consulta Pública

III. Los comentarios y observaciones que realicen los interesados en el proceso de consulta pública, así como el extracto del proyecto que durante dicho proceso se haya publicado;

IV. La resolución;

V. Las garantías otorgadas, y

VI. Las modificaciones al proyecto que se hubieren realizado.

Artículo 27.- Cuando se realicen modificaciones al proyecto de obra o actividad durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, el promovente deberá hacerlas del conocimiento de la Secretaría con el objeto de que ésta, en un plazo no mayor de diez días, proceda a:

I. Solicitar información adicional para evaluar los efectos al ambiente derivados de tales modificaciones, cuando éstas no sean significativas, o

II. Requerir la presentación de una nueva manifestación de impacto ambiental, cuando las modificaciones propuestas puedan causar desequilibrios ecológicos, daños a la salud, o causar impactos acumulativos o sinérgicos.

Artículo 28.- Si el promovente pretende realizar modificaciones al proyecto después de emitida la autorización en materia de impacto ambiental, deberá someterlas a la consideración de la Secretaría, la que, en un plazo no mayor a diez días, determinará:

I. Si es necesaria la presentación de una nueva manifestación de impacto ambiental;

II. Si las modificaciones propuestas no afectan el contenido de la autorización otorgada, o

III. Si la autorización otorgada requiere ser modificada con objeto de imponer nuevas condiciones a la realización de la obra o actividad de que se trata.

En este último caso, las modificaciones a la autorización deberán ser dadas a conocer al promovente en un plazo máximo de veinte días.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental se presenta en la modalidad Regional, al tratarse de un conjunto de obras y actividades pertenecientes al sector eléctrico que, por sus características y por la interacción con los diferentes componentes ambientales del área de estudio, pueden generar impactos ambientales de carácter regional. Asimismo, el estudio fue elaborado conforme a la estructura y contenido previstos en el artículo 13 del presente Reglamento, incorporando la información técnica necesaria para sustentar la evaluación ambiental del Proyecto y dar cumplimiento a la legislación aplicable.

Conclusión

Del análisis efectuado se concluye que el Proyecto es congruente con las disposiciones del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, al someterse al procedimiento de evaluación ambiental previsto por dicho ordenamiento e integrar la presente Manifestación de Impacto

Consulta Pública

Ambiental en la modalidad Regional, conforme a los requisitos técnicos, jurídicos y administrativos establecidos para las obras y actividades del sector eléctrico.

Asimismo, la información presentada permite identificar, evaluar y proponer las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento necesarias para garantizar la protección del ambiente y el cumplimiento de la legislación ambiental vigente durante las distintas etapas de desarrollo del Proyecto.

2.9.4 LEY GENERAL DEL DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE(H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2018)

Esta Ley, cuyo texto original fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 de junio de 2018 y cuya última reforma se publicó el 1 de abril de 2024, es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Sus disposiciones son de orden público y de interés social, siendo de observancia general en todo el territorio nacional. Su objeto es regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias en materia forestal entre la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G, de la Constitución, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Una consideración importante es lo previsto por dicha Ley respecto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, que particularmente prevé lo siguiente:

> Artículo 7.
>
> Cambio de uso del suelo en terreno forestal: la remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales;
>
> Fracción LXXI: Terreno forestal: es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;
>
> Fracción LVXXX: Vegetación forestal: 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.

De acuerdo con las definiciones previstas en el presente artículo, dentro del área requerida para el desarrollo del Proyecto se identifican superficies con vegetación forestal y vegetación secundaria nativa, por lo que aquellas obras que impliquen la remoción de dicha cobertura vegetal requerirán previamente la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.

> Artículo 10.
>
> Son atribuciones de la Federación:

Consulta Pública

XXX. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal.

Artículo 14.

La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones:

XI. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Conforme a las atribuciones conferidas a la Federación y a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Proyecto reconoce que la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales constituye una facultad exclusiva de la autoridad federal y que dicho procedimiento tiene carácter excepcional. En este sentido, el promovente gestionará la autorización correspondiente mediante la elaboración y presentación del Estudio Técnico Justificativo, en términos de la legislación forestal vigente.

Artículo 93.

La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento.

En cumplimiento de lo dispuesto por el presente artículo, el promovente elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ), mediante el cual se acreditará la viabilidad técnica y ambiental del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales requerido para el desarrollo del Proyecto. Dicho estudio integrará los análisis previstos en la legislación forestal vigente, así como las medidas orientadas a prevenir, mitigar y compensar las afectaciones sobre la biodiversidad, el suelo, el agua y los demás recursos forestales.

Asimismo, la presente Manifestación de Impacto Ambiental contempla la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Manejo Integral de Residuos y el Programa de Vigilancia Ambiental, los cuales complementan las medidas que, en su caso, sean determinadas por la autoridad competente durante la evaluación del Estudio Técnico Justificativo.

De esta manera, el Proyecto reconoce las disposiciones establecidas en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y considera, desde la etapa de planeación, las acciones necesarias para gestionar la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos

Consulta Pública

Forestales, procurando minimizar las afectaciones sobre los recursos forestales y mantener, en la medida de lo posible, la funcionalidad ecológica del entorno.

> Artículo 98.
>
> Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

En caso de que la autoridad competente autorice el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, el promovente dará cumplimiento a las obligaciones previstas en la legislación forestal aplicable, incluyendo, cuando resulte procedente, el depósito por concepto de compensación ambiental ante el Fondo Forestal Mexicano, en los términos y condiciones que establezcan la Ley, su Reglamento y la resolución correspondiente.

Asimismo, previo al inicio de las actividades de remoción de vegetación, se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres previsto en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, priorizando la protección de las especies nativas y de aquellas incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las demás medidas de prevención, mitigación y compensación que determine la autoridad competente.

De esta manera, el Proyecto es congruente con las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, al prever desde su etapa de planeación la gestión de la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, la elaboración del Estudio Técnico Justificativo y la implementación de las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental que correspondan, en apego a la legislación forestal vigente.

2.9.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (H. Congreso de la Unión 2020)

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, estableciendo las disposiciones aplicables en materia de conservación, protección, restauración, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales y sus recursos, así como los procedimientos administrativos relacionados con el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Asimismo, el Reglamento establece el contenido mínimo del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), así como los requisitos técnicos, administrativos y procedimentales que deberán observarse para obtener la autorización correspondiente en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. En este sentido, el Proyecto se vincula con las disposiciones del presente ordenamiento al requerir la obtención de dicha autorización para las superficies donde resulte necesaria la remoción de vegetación forestal.

Consulta Pública

Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:

I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;

II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM;

III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;

IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;

V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;

VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;

VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;

VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;

IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo;

X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;

XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;

XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;

Consulta Pública

XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;

XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y

XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.

La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.

Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 141 del presente Reglamento, el promovente elaborará el Estudio Técnico Justificativo correspondiente, integrando la información técnica, ambiental y legal requerida para sustentar la solicitud de autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Asimismo, la presente Manifestación de Impacto Ambiental es congruente con dicho procedimiento, al considerar la gestión de la autorización forestal correspondiente y contemplar medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental que complementan las acciones que, en su caso, determine la autoridad competente durante la evaluación del Estudio Técnico Justificativo.

Conclusión

Del análisis efectuado se concluye que el Proyecto es congruente con las disposiciones del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, al prever la elaboración del Estudio Técnico Justificativo conforme al contenido establecido en el artículo 141 e incorporar, desde la etapa de planeación, las medidas técnicas, ambientales y administrativas necesarias para gestionar la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, en apego a la legislación forestal vigente.

2.9.6 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2000A)

La Ley General de Vida Silvestre, cuya última reforma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2021, es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX-G del artículo 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y tiene por objeto establecer la concurrencia entre la Federación, las entidades

Consulta Pública

federativas y los municipios en materia de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.

De acuerdo con los estudios de flora y fauna realizados para el Proyecto, se identificó la presencia de especies silvestres, incluyendo ejemplares enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En consecuencia, el Proyecto incorpora medidas específicas para su protección mediante la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, en cumplimiento de las disposiciones previstas en la presente Ley y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

Respecto a lo antes descrito, en el artículo 4° como en el artículo 18 de esta Ley, se precisa que 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. Si bien, este mismo artículo señala la posibilidad de que los dueños o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuya la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento en los términos prescritos en esta Ley y demás disposiciones que resulten aplicables, no se tiene contemplado realizar ningún tipo de aprovechamiento o manejo de especies para fines comerciales o afines, sino que la misma será protegida y manejada, mediante la implementación del Programa de Ahuyentamiento y Reubicación de Fauna Silvestre a cargo de personal especializado quienes ejercerán las medidas eficientes de protección para salvaguardar a los especímenes rescatados y/o evitar daños a éstos, durante todas las etapas de ejecución del proyecto hasta su cierre y abandono.

> Artículo 4o. 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.
>
> Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.
>
> Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.

El Proyecto no contempla el aprovechamiento extractivo ni comercial de ejemplares de vida silvestre. En este sentido, se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, mediante el cual se realizarán actividades de identificación, ahuyentamiento, rescate, manejo y reubicación de ejemplares presentes dentro de las áreas donde se desarrollarán las obras, procurando minimizar las afectaciones sobre la biodiversidad y sus hábitats. Dicho programa formará parte de las medidas de prevención y mitigación previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

> Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a

Consulta Pública

terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.

Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

Además de lo anterior, se observará lo prescrito en las obligaciones que esta Ley, específicamente para lo que se refiere al manejo de ejemplares vivos de fauna silvestre.

El Proyecto no ejercerá derechos de aprovechamiento sobre la vida silvestre; por el contrario, implementará medidas orientadas a contribuir a la conservación del hábitat mediante acciones de prevención, mitigación y seguimiento ambiental. Asimismo, las actividades de rescate y reubicación de ejemplares se realizarán bajo criterios de bienestar animal y de conformidad con las disposiciones establecidas en la legislación aplicable.

En cumplimiento de los artículos siguientes, se tomarán medidas normativas para el manejo de fauna silvestre viva:

Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

Artículo 33. Cuando de conformidad con las disposiciones en la materia deba someterse a cuarentena a cualquier ejemplar de la fauna silvestre, se adoptarán las medidas para mantenerlos en condiciones adecuadas de acuerdo a sus necesidades.

Artículo 36. La tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor de los ejemplares de fauna silvestre deberá evitarse o disminuirse en los casos de sacrificio de éstos, mediante la utilización de los métodos físicos o químicos adecuados.

Artículo 52. Las personas que trasladen ejemplares vivos de especies silvestres deberán contar con la autorización correspondiente otorgada por la Secretaría de conformidad con lo establecido en el reglamento. Asimismo, deberán dar cumplimiento a las normas oficiales mexicanas correspondientes.

Las actividades de rescate, manejo, traslado y, en su caso, reubicación de ejemplares de fauna silvestre serán realizadas por personal técnico capacitado, observando las autorizaciones que resulten aplicables y los protocolos establecidos para cada grupo faunístico, con el propósito de minimizar el estrés, lesiones o cualquier afectación a los organismos durante su manejo.

Asimismo, se observarán las siguientes medidas:

Artículo 73. Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, de conformidad con lo establecido en el reglamento, para retener o atraer ejemplares de la fauna *silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios…*

Consulta Pública

> Artículo 79. La liberación de ejemplares a su hábitat natural se realizará de conformidad con lo establecido en el reglamento. La Secretaría procurará que la liberación se lleve a cabo a la brevedad posible, a menos que se requiera rehabilitación.

La liberación de los ejemplares rescatados se realizará, cuando resulte procedente, en sitios ambientalmente compatibles dentro del mismo sistema ambiental o en aquellos que determine la autoridad competente, procurando mantener las condiciones ecológicas adecuadas para su supervivencia y respetando en todo momento las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y demás ordenamientos aplicables.

Conclusión:

Del análisis efectuado se concluye que el Proyecto es congruente con las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre, al incorporar medidas orientadas a proteger la flora, la fauna y sus hábitats durante las distintas etapas de desarrollo.

Para ello, la presente Manifestación de Impacto Ambiental contempla la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, mediante el cual se realizarán actividades de identificación, ahuyentamiento, rescate, manejo y reubicación de ejemplares, priorizando la protección de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y procurando minimizar las afectaciones sobre la biodiversidad y los ecosistemas presentes en el área de influencia.

De esta manera, el Proyecto da cumplimiento a la legislación vigente en materia de vida silvestre, contribuyendo a la conservación de los recursos naturales y al desarrollo de las obras bajo criterios de sustentabilidad ambiental.

2.9.7 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2012)

La presente Ley, cuya última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación fue el 01 de abril de 2024, establece el marco normativo para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. En general, sus disposiciones descritas en su artículo 2°, tienen por objeto lo siguiente:

> Artículo 2o. Esta Ley tiene por objeto:
>
> I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;
>
> II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;
>
> III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;

Consulta Pública

IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;

V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;

VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad;

VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y

VIII. Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

La Ley General de Cambio Climático, cuya última reforma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de abril de 2024, establece las bases para la formulación de la política nacional en materia de adaptación al cambio climático y mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, promoviendo el desarrollo sustentable y la transición hacia una economía baja en carbono.

En este sentido, el Proyecto es congruente con los objetivos de la presente Ley, al contribuir a la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de una fuente renovable como la energía solar, favoreciendo la diversificación de la matriz energética nacional y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero respecto de tecnologías convencionales de generación eléctrica.

En particular, el proyecto resulta congruente con lo siguiente:

Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:

III. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;

IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;

Artículo 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y

Consulta Pública

acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:

I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía:

a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética.

b) Desarrollar y aplicar incentivos a la inversión tanto pública como privada en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente. Dichos incentivos se incluirán en la Estrategia Nacional, la Estrategia Nacional de Energía, la Prospectiva del Sector Eléctrico y en el Programa Sectorial de Energía.

e) Fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, de conformidad con la legislación aplicable en la materia.

ARTÍCULOS TRANSITORIOS

Artículo Segundo. El país asume el objetivo indicativo o meta aspiracional de reducir al año 2020 un treinta por cierto de emisiones con respecto a la línea base; así como un cincuenta por ciento de reducción de emisiones al 2050 con las emitidas en el año 2000...Estas metas se revisarán cuando se publique la siguiente Estrategia Nacional.

Artículo Tercero. Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las Entidades Federativas y los Municipios deberán de implementar las acciones necesarias en Mitigación y Adaptación, de acuerdo con sus atribuciones y competencias para alcanzar las siguientes metas aspiracionales y plazos indicativos:

II. Mitigación:

e) La Secretaría de Energía en coordinación con la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Reguladora de Energía, promoverán que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance por lo menos 35 por ciento para *el año 2024".*

Por su naturaleza, el Proyecto corresponde a infraestructura destinada a la transmisión de energía eléctrica, por lo que durante su etapa de operación no generará emisiones atmosféricas derivadas de procesos industriales o de generación de energía. No obstante, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se presentarán emisiones temporales asociadas a la operación de maquinaria, equipo y vehículos, las cuales serán minimizadas mediante la implementación del Programa de Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria, así como de las demás medidas de manejo ambiental previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Consulta Pública

Conclusión

Del análisis realizado se concluye que el Proyecto es congruente con los objetivos establecidos en la Ley General de Cambio Climático, al constituir infraestructura asociada al Sistema Eléctrico Nacional, contribuyendo al fortalecimiento de la red de transmisión necesaria para la integración y el aprovechamiento de fuentes de energía limpia, en apego a los principios de transición energética y desarrollo sustentable previstos en la legislación vigente.

Asimismo, el Proyecto incorpora medidas de prevención y mitigación orientadas a reducir las emisiones temporales asociadas a las etapas de preparación del sitio y construcción, mediante la implementación de programas de manejo ambiental que favorecen la protección del suelo, el agua, la flora, la fauna y los demás componentes ambientales.

2.9.8 LEY GENERAL DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2003)

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, cuya última reforma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de mayo de 2023, establece las bases para la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos, así como la distribución de competencias entre la Federación, las entidades federativas y los municipios en esta materia.

En este sentido, el Proyecto se vincula con las disposiciones de la presente Ley al contemplar la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y, en su caso, residuos peligrosos durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono, por lo que implementará medidas orientadas a prevenir la contaminación del suelo, agua y demás componentes ambientales mediante un manejo integral de dichos residuos.

Para comprender las diferencias entre los tipos de residuos que pueden generarse durante las etapas que comprende el desarrollo del proyecto, en el artículo 5° de esta Ley, se define cada uno de ellos, de la siguiente manera:

> Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:
>
> XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;
>
> XXXI. Residuos Incompatibles: Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos;
>
> XXXII. Residuos Peligrosos: Son 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,

Consulta Pública

embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;

Con base en las disposiciones antes citadas, el Proyecto identificará y clasificará los residuos generados conforme a su naturaleza y características, aplicando los criterios establecidos en la legislación y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, con el propósito de garantizar su adecuado manejo durante todas las etapas de desarrollo del Proyecto.

Artículo 16.- 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.

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

Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

X. Los neumáticos usados,

Artículo 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.

Consulta Pública

Por su parte, los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, deberán publicar en el órgano de difusión oficial y diarios de circulación local, la relación de los residuos sujetos a planes de manejo y, en su caso, proponer a la Secretaría los residuos sólidos urbanos o de manejo especial que deban agregarse a los listados a los que hace referencia el párrafo anterior.

Por otro lado, esta Ley precisa las categorizaciones de los generadores de residuos y sus obligaciones, con base a la determinación del volumen de generación anual, estableciendo, además, los lineamientos para la elaboración del plan de manejo al que estará sujeto el proyecto y que se detallan a continuación:

Artículo 3.- Se consideran de utilidad pública:

XII. Gran Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

XVII. Manejo Integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social;

XIX. Microgenerador: 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;

XX. Pequeño Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

XXI. Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;

Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:

I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

Consulta Pública

II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes,

III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas *correspondientes […].*

Artículo 30.- La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas:

I. Que los materiales que los componen tengan un alto valor económico;

II. Que se trate de residuos de alto volumen de generación, producidos por un número reducido de generadores;

III. Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables,

IV. Que se trate de residuos que representen un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales.

Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:

I. Aceites lubricantes usados;

II. Disolventes orgánicos usados;

VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;

X. Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados;

XI. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;

La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación.

Artículo 33.- Las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo presentarán, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos; y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial, y a las municipales para el mismo efecto los residuos sólidos urbanos, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y según lo determinen su Reglamento y demás ordenamientos que de ella deriven.

Consulta Pública

En caso de que los planes de manejo planteen formas de manejo contrarias a esta Ley y a la normatividad aplicable, el plan de manejo no deberá aplicarse.

Artículo 40.- 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.

En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.

Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores 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.

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.

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.

Artículo 43.- 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.

Artículo 44.- Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:

I. Grandes generadores;

II. Pequeños generadores, y

III. Microgeneradores.

Artículo 45.- 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

Consulta Pública

instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

Artículo 46.- Los grandes generadores de residuos peligrosos, están obligados a registrarse ante la Secretaría y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin se establezcan en el Reglamento de la presente Ley, así como contar con un seguro ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

De conformidad con las disposiciones de la presente Ley, el Proyecto dará cumplimiento a las obligaciones que correspondan a la categoría de generador que resulte aplicable, de acuerdo con los volúmenes y tipos de residuos peligrosos que, en su caso, se generen durante su desarrollo. Asimismo, cuando resulte procedente, se realizarán los registros, informes y demás obligaciones previstas en la legislación ambiental vigente.

Artículo 54.- 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.

Artículo 55.- 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.

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.

Artículo 67.- En materia de residuos peligrosos, está prohibido:

I. El transporte de residuos por vía aérea;

II. El confinamiento de residuos líquidos o semisólidos, sin que hayan sido sometidos a tratamientos para eliminar la humedad, neutralizarlos o estabilizarlos y lograr su solidificación, de conformidad con las disposiciones de esta Ley y demás ordenamientos legales aplicables;

V. El almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras;

VI. El confinamiento en el mismo lugar o celda, de residuos peligrosos incompatibles o en cantidades que rebasen la capacidad instalada;

Consulta Pública

VII. El uso de residuos peligrosos, tratados o sin tratar, para recubrimiento de suelos, de conformidad con las normas oficiales mexicanas sin perjuicio de las facultades de la Secretaría y de otros organismos competentes;

VIII. La dilución de residuos peligrosos en cualquier medio, cuando no sea parte de un tratamiento autorizado, y

IX. La incineración de residuos peligrosos que sean o contengan compuestos orgánicos persistentes y bioacumulables; plaguicidas organoclorados; así como baterías y acumuladores usados que contengan metales tóxicos; siempre y cuando exista en el país alguna otra tecnología disponible que cause menor impacto y riesgo ambiental.

Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.

Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo 69.- Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Artículo 71.- No podrá transferirse la propiedad de sitios contaminados con residuos peligrosos, salvo autorización expresa de la Secretaría.

Las personas que transfieran a terceros los inmuebles que hubieran sido contaminados por materiales o residuos peligrosos, en virtud de las actividades que en ellos se realizaron, deberán informar de ello a quienes les transmitan la propiedad o posesión de dichos bienes.

Además de la remediación, quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio se harán acreedores a las sanciones penales y administrativas correspondientes.

Artículo 72.- Tratándose de contaminación de sitios con materiales o residuos peligrosos, por caso fortuito o fuerza mayor, las autoridades competentes impondrán las medidas de emergencia necesarias para hacer frente a la contingencia, a efecto de no poner en riesgo la salud o el medio ambiente.

En cumplimiento de la presente Ley, el Proyecto implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante el cual se establecerán las medidas para la identificación,

Consulta Pública

separación, almacenamiento temporal, manejo, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y, en su caso, residuos peligrosos que se generen durante las distintas etapas del Proyecto.

Asimismo, los residuos serán entregados únicamente a empresas autorizadas cuando así lo exija la legislación aplicable, evitando su disposición inadecuada y previniendo riesgos de contaminación sobre el suelo, el agua, la vegetación y los demás componentes ambientales. El cumplimiento de dichas medidas será verificado mediante el Programa de Vigilancia Ambiental previsto en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Conclusión

Del análisis efectuado se concluye que el Proyecto es congruente con las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, al incorporar medidas orientadas a prevenir la generación de residuos, promover su adecuada separación, almacenamiento, manejo y disposición final, así como evitar la contaminación del suelo, agua y demás componentes ambientales.

Para ello, el Proyecto implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos y dará cumplimiento a las obligaciones que correspondan conforme al tipo y volumen de residuos generados, en apego a la legislación ambiental vigente y a las demás disposiciones que resulten aplicables.

2.9.9 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (H. Congreso de la Unión 2006)

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, cuya última reforma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014, desarrolla las disposiciones de la Ley en materia de manejo integral de residuos, estableciendo los procedimientos, modalidades y obligaciones aplicables a los generadores de residuos peligrosos, así como los requisitos para la elaboración y registro de los planes de manejo.

En este sentido, el Proyecto se vincula con las disposiciones del presente Reglamento al contemplar la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y, en su caso, residuos peligrosos durante las distintas etapas de desarrollo, por lo que implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos conforme a la legislación aplicable.

> Artículo 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades:
>
> I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser:
>
> a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos, o
>
> b) Mixtos, los que instrumenten los señalados en el inciso anterior con la participación de las autoridades en el ámbito de sus competencias.

Consulta Pública

II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución, podrán ser:

a) Individuales, aquéllos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere, o

b) Colectivos, aquéllos que determinan el manejo integral que se dará a uno o más residuos específicos y el cual puede elaborarse o aplicarse por varios sujetos obligados.

III. Conforme a su ámbito de aplicación, podrán ser:

a) Nacionales, cuando se apliquen en todo el territorio nacional;

b) Regionales, cuando se apliquen en el territorio de dos o más estados o el Distrito Federal, o de dos o más municipios de un mismo estado o de distintos estados, y

c) Locales, cuando su aplicación sea en un solo estado, municipio o el Distrito Federal.

IV. Atendiendo a la corriente del residuo.

Artículo 20.- Los sujetos que, conforme a la Ley, estén obligados a la elaboración de planes de manejo podrán implementarlos mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos que estimen necesarios y adecuados para fijar sus responsabilidades. En este caso, sin perjuicio de lo pactado por las partes, dichos instrumentos podrán contener lo siguiente:

I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos;

II. La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos;

III. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y

IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.

Artículo 21.- Para el cumplimiento del principio de valorización y aprovechamiento de los residuos a que se refiere la fracción II del artículo anterior, se podrá transmitir la propiedad de los mismos, a título oneroso o gratuito, para ser utilizados como insumo o materia prima en otro proceso productivo y podrán considerarse como subproductos cuando la transmisión de propiedad se encuentre documentada e incluida en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría.

Los residuos podrán ser valorizados cuando se incorporen al proceso que los generó y ello sea incluido en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría.

Artículo 24.- Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:

Consulta Pública

I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría, a través del sistema establecido para ese efecto, la siguiente información:

a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante, nombre de su representante legal;

b) Modalidad del plan de manejo;

c) Residuos peligrosos objeto del plan, especificando sus características físicas, químicas o biológicas y el volumen estimado de manejo;

d) Formas de manejo, y

e) Nombre, denominación o razón social de los responsables de la ejecución del plan de manejo.

Cuando se trate de un plan de manejo colectivo, los datos a que se refiere el inciso a) de la presente fracción corresponderán a los de la persona que se haya designado en el propio plan de manejo para tramitar su registro.

II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, como archivos de imagen u otros análogos, los siguientes documentos:

a) Identificación oficial o documento que acredite la personalidad del representante legal;

b) Documento que contenga el plan de manejo, y

c) Instrumentos que hubieren celebrado en términos de lo establecido en el artículo 20 de este Reglamento.

III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el plan de manejo correspondiente.

En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.

Si el interesado no cuenta con los medios electrónicos para solicitar el registro a que se refiere el presente artículo, podrá presentarse en las oficinas de la Secretaria para cumplir con su trámite.

El procedimiento previsto en el presente artículo aplicará también cuando los interesados pretendan modificar un plan de manejo registrado. En este caso, será necesario que indiquen solamente el número de registro que les fue asignado con anterioridad.

En caso de que, conforme a la legislación aplicable y a los volúmenes de residuos generados, resulte obligatoria la elaboración o registro de un plan de manejo de residuos peligrosos ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Proyecto dará

Consulta Pública

cumplimiento a dicho procedimiento en los términos establecidos por el presente Reglamento.

Artículo 27.- Podrán sujetarse a condiciones particulares de manejo los siguientes residuos peligrosos:

I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;

II. Los listados por fuente específica y no específica en la norma oficial mexicana correspondiente, siempre y cuando, como resultado de la modificación de procesos o de materia prima, cambien las características por las cuales fueron listados, y

III. Los que, conforme a dicha norma, se clasifiquen por tipo y se sujeten expresamente a dichas condiciones.

Artículo 28.- Los generadores de los residuos señalados en el artículo anterior podrán proponer a la Secretaría por escrito, las condiciones particulares de manejo por instalación, proceso o tipo de residuo.

Para este efecto, describirán en su propuesta el proceso, la corriente del residuo, su caracterización, la propuesta de manejo y los argumentos que justifiquen la condición particular.

La Secretaría dispondrá de treinta días hábiles para resolver sobre las condiciones particulares de manejo propuestas.

La aprobación o determinación de condiciones particulares de manejo no modifica o cancela la clasificación de un residuo como peligroso.

Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:

I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;

II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:

a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran 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

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

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.

Consulta Pública

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.

Artículo 37.- La determinación de un residuo como peligroso, basada en el conocimiento empírico del generador, aplica para aquellos residuos derivados de procesos o de la mezcla de residuos peligrosos con cualquier otro material o residuo.

Si con base en el conocimiento empírico de su residuo, el generador determina que alguno de sus residuos no es peligroso, ello no lo exime del cumplimiento de las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Artículo 38.- Aquellos materiales en unidades de almacenamiento de materia prima, intermedias y de producto terminado, así como las de proceso productivo, que son susceptibles de considerarse residuo peligroso, no se caracterizarán mientras permanezcan en ellas.

Cuando estos materiales no sean reintegrados a su proceso productivo y se desechen, deberán ser caracterizados y se considerará que el residuo peligroso ha sido generado y se encuentra sujeto a regulación.

Artículo 39.- Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.

Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.

Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.

Los residuos peligrosos que se encuentren mezclados en lodos derivados de plantas de tratamiento autorizados por la autoridad competente, deberán de caracterizase y cumplir las condiciones particulares de descarga que les sean fijadas y las demás disposiciones jurídicas de la materia. En la norma oficial mexicana se determinarán aquellos residuos que requieran otros requisitos de caracterización adicionales de acuerdo a su peligrosidad.

Los residuos peligrosos generados por las actividades de dragado para la construcción y el mantenimiento de puertos, dársenas, ríos, canales, presas y drenajes serán manejados de acuerdo a las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan.

Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:

Consulta Pública

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;

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

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.

Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:

I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información:

a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante;

b) Nombre del representante legal, en su caso;

c) Fecha de inicio de operaciones;

d) Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal;

e) Ubicación del sitio donde se realiza la actividad;

f) Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y

g) Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro;

II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y

III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada.

En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, podrá enviarla a la

Consulta Pública

dirección electrónica que para tal efecto se habilite o presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.

En tanto se suscriben los convenios a que se refieren los artículos 12 y 13 de la Ley, los microgeneradores de residuos se registrarán ante la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el presente artículo.

Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;

II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial;

III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;

V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;

VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;

VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;

VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y

IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

Las condiciones establecidas en las fracciones I a VI rigen también para aquellos generadores de residuos peligrosos que operen bajo el régimen de importación temporal de insumos.

Consulta Pública

El Proyecto implementará procedimientos para la identificación, clasificación, separación, etiquetado, almacenamiento temporal y manejo de los residuos peligrosos que, en su caso, se generen durante las distintas etapas de desarrollo, evitando la mezcla de residuos incompatibles y garantizando su entrega a empresas autorizadas para su transporte, tratamiento o disposición final, conforme a la legislación ambiental aplicable.

Artículo 71.- Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán:

I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos:

a) Nombre del residuo y cantidad generada;

b) Características de peligrosidad;

c) Área o proceso donde se generó;

d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos;

e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;

f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y

g) Nombre del responsable técnico de la bitácora.

La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año...

Artículo 72.- Los grandes generadores de residuos peligrosos deberán presentar anualmente ante la Secretaría un informe mediante la Cédula de Operación Anual, en la cual proporcionarán:

I. La identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos;

II. El área de generación;

III. La cantidad o volumen anual generados, expresados en unidades de masa;

IV. Los datos del transportista, centro de acopio, tratador o sitio de disposición final;

V. El volumen o cantidad anual de residuos peligrosos transferidos, expresados en unidades de masa o volumen;

VI. Las condiciones particulares de manejo que en su caso le hubieren sido aprobadas por la Secretaría, describiendo la cantidad o volumen de los residuos manejados en esta modalidad y las actividades realizadas, y

VII. Tratándose de confinamiento se describirá, además; método de estabilización, celda de disposición y resultados del control de calidad.

En caso de que los grandes generadores hayan almacenado temporalmente los residuos peligrosos en el mismo lugar de su generación, informarán el tipo de

Consulta Pública

almacenamiento, atendiendo a su aislamiento; las características del almacén, atendiendo al lugar, ventilación e iluminación; las formas de almacenamiento, atendiendo al tipo de contenedor empleado; la cantidad anual de residuos almacenada, expresada en unidades de masa y el periodo de almacenamiento, expresado en días.

La información presentada en los términos señalados no exime a los grandes generadores de residuos peligrosos de llenar otros apartados de la Cédula de Operación Anual, relativos a información que estén obligados a proporcionar a la Secretaría conforme a otras disposiciones jurídicas aplicables a las actividades que realizan.

En caso de que los generadores de residuos peligrosos no estén obligados por otras disposiciones jurídicas a proporcionar una información distinta a la descrita en el presente artículo, únicamente llenarán el apartado de la Cédula de Operación Anual que corresponde al tema de residuos peligrosos.

Lo dispuesto en el presente artículo es aplicable para los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, quienes también presentarán dichos informes conforme al procedimiento previsto en el siguiente artículo.

Cuando el generador que reporta sea subcontratado por otra persona, indicará en la cédula la cantidad de residuos peligrosos generados, la actividad para la que fue contratado por la que se generen los residuos peligrosos y el lugar de generación.

Artículo 73.- La presentación de informes a través de la Cédula de Operación Anual se sujetará al siguiente procedimiento:

I. Se realizará dentro del periodo comprendido entre el 1 de enero al 30 de abril de cada año, debiendo reportarse la información relativa al periodo del 1 de enero al 31 de diciembre del año inmediato anterior;

II. Se presentarán en formato impreso, electrónico o (sic) través del portal electrónico de la Secretaría o de sus Delegaciones Federales. La Secretaría pondrá a disposición de los interesados los formatos a que se refiere la presente fracción para su libre reproducción;

III. La Secretaría contará con un plazo de veinte días hábiles, contados a partir de la recepción de la Cédula de Operación Anual, para revisar que la información contenida se encuentre debidamente requisitada y, en su caso, por única vez, podrá requerir al generador para que complemente, rectifique, aclare o confirme dicha información, dentro de un plazo que no excederá de quince días hábiles contados a partir de su notificación;

IV. Desahogado el requerimiento, se tendrá por presentada la Cedula de Operación Anual y, en consecuencia, por rendido el informe, y

Consulta Pública

V. En caso de que el generador no desahogue el requerimiento a que se refiere la fracción anterior, se tendrá por no presentada la Cédula de Operación Anual y, en consecuencia, por no rendido el informe a que se refiere el artículo 46 de la Ley.

Artículo 75.- La información y documentación que conforme a la Ley y el presente Reglamento deban conservar los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos y los prestadores de servicios de manejo de este tipo de residuos se sujetará a lo siguiente:

I. Las bitácoras de los grandes y pequeños generadores se conservarán durante cinco años;

II. El generador y los prestadores de servicios de manejo conservarán el manifiesto durante un periodo de cinco años contados a partir de la fecha en que hayan suscrito cada uno de ellos. Se exceptúa de lo anterior a los prestadores de servicios de disposición final, quienes deberán conservar la copia que les corresponde del manifiesto por el término de responsabilidad establecido en el artículo 82 de la Ley;

III. El generador debe conservar los registros de los resultados de cualquier prueba, análisis u otras determinaciones de residuos peligrosos durante cinco años, contados a partir de la fecha en que hubiere enviado los residuos al sitio de tratamiento o de disposición final, y

Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;

b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;

c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;

d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;

e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;

Consulta Pública

f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;

g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;

h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y

i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;

b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;

c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;

d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y

e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,

b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;

c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y

d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

En caso de requerirse almacenamiento temporal de residuos peligrosos, las áreas destinadas para tal fin cumplirán con las condiciones de seguridad previstas en el presente

Consulta Pública

Reglamento y en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, a fin de prevenir derrames, fugas, incendios o cualquier otra situación que pudiera generar riesgos al ambiente o a la salud.

> Artículo 87.- 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.
>
> Artículo 88.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que establezcan los criterios y procedimientos técnicos para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo, con la finalidad de evitar mezclas. En tanto no se expidan esas normas oficiales mexicanas, los interesados podrán efectuar los análisis correspondientes para determinar dicha incompatibilidad conforme a la Ley Federal de Metrología y Normalización.
>
> Artículo 154.- La Secretaría, por conducto de la Procuraduría, realizará los actos de inspección y vigilancia a que se refiere el artículo 101 de la Ley, así como los relativos al cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento y las que del mismo se deriven, e impondrá las medidas de seguridad, correctivas o de urgente aplicación y sanciones que resulten procedentes.
>
> La Procuraduría podrá realizar verificaciones documentales para confrontar la información contenida en los planes de manejo, las autorizaciones expedidas por la Secretaría y los informes anuales que rindan los generadores y los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, para tal fin, revisará la información que obre en los archivos de la Secretaría.
>
> Así mismo, podrá solicitar en cualquier momento la información referente a los balances de residuos peligrosos para su cotejo con la información presentada por el generador, la empresa prestadora de servicios a terceros, el transportista o el destinatario, con el propósito de comprobar que se realiza un adecuado manejo de los residuos peligrosos.

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y, en su caso, abandono del Proyecto, se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante el cual se establecerán las medidas para la correcta separación, almacenamiento temporal, manejo, transporte y disposición final de los residuos generados, en coordinación con el Programa de Vigilancia Ambiental.

Asimismo, el Proyecto dará cumplimiento a las obligaciones que resulten aplicables conforme al tipo y volumen de residuos generados, observando las disposiciones previstas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas y demás ordenamientos jurídicos aplicables, procurando en todo momento prevenir la contaminación del suelo, agua y demás componentes ambientales.

Consulta Pública

Conclusión

El Proyecto es congruente con las disposiciones del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, al incorporar medidas orientadas al manejo integral de los residuos que se generen durante las distintas etapas de desarrollo, mediante su adecuada identificación, clasificación, almacenamiento temporal, transporte y disposición final.

Asimismo, implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos y dará cumplimiento a las obligaciones que resulten aplicables conforme a la categoría de generación correspondiente, contribuyendo a prevenir riesgos de contaminación y asegurando el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

2.9.10 LEY DE AGUAS NACIONALES (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 1992)

Para estar de acuerdo con esta Ley en su última actualización el 08 de mayo del 2023, el Proyecto se apegará a las Leyes descritas a continuación.

> ARTÍCULO 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.
>
> ARTÍCULO 2. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.
>
> Las disposiciones de esta Ley son aplicables a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir.
>
> ARTÍCULO 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:
>
> I. "Aguas Nacionales": Son aquellas referidas en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;
>
> II. "Acuífero": Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo;
>
> III. "Aguas claras" o "Aguas de primer uso": Aquellas provenientes de distintas fuentes naturales y de almacenamientos artificiales que no han sido objeto de uso previo alguno;

Consulta Pública

III BIS. "Aguas de Laboreo": Aquéllas del subsuelo que necesariamente deban extraerse para permitir la realización de obras y trabajos de exploración y explotación minera.

IV. "Aguas del subsuelo": Aquellas aguas nacionales existentes debajo de la superficie terrestre;

V. "Aguas marinas": Se refiere a las aguas en zonas marinas;

VI. "Aguas Residuales": Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas;

VII. "Aprovechamiento": Aplicación del agua en actividades que no impliquen consumo de la misma;

VII Bis. "Aprovechamiento de Paso": Aquel realizado en cualquier actividad que no implique consumo de volúmenes de agua, y sus alteraciones no excedan los parámetros que establezcan las normas oficiales mexicanas;

VIII. "Asignación": Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para realizar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, a los municipios, a los estados o al Distrito Federal, destinadas a los servicios de agua con carácter público urbano o doméstico;

IX. "Bienes Públicos Inherentes": Aquellos que se mencionan en el Artículo 113 de esta Ley;

X. "Capacidad de Carga": Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperación en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico;

XI. "Cauce de una corriente": El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;

XII. "Comisión Nacional del Agua": Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con funciones de Derecho Público en materia de gestión de las aguas nacionales y sus bienes públicos

Consulta Pública

inherentes, con autonomía técnica, ejecutiva, administrativa, presupuestal y de gestión, para la consecución de su objeto, la realización de sus funciones y la emisión de los actos de autoridad que conforme a esta Ley corresponde tanto a ésta como a los órganos de autoridad a que la misma se refiere;

XIII. "Concesión": Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, y de sus bienes públicos inherentes, a las personas físicas o morales de carácter público y privado, excepto los títulos de asignación;

XIV. "Condiciones Particulares de Descarga": El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para cada usuario, para un determinado uso o grupo de usuarios de un cuerpo receptor específico con el fin de conservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la presente Ley y los reglamentos derivados de ella;

XV. "Consejo de Cuenca": Órganos colegiados de integración mixta, que serán instancia de coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría, entre "la Comisión", incluyendo el Organismo de Cuenca que corresponda, y las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal o municipal, y los representantes de los usuarios de agua y de las organizaciones de la sociedad, de la respectiva cuenca hidrológica o región hidrológica;

XVI. "Cuenca Hidrológica": Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas - aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas.

Para los fines de esta Ley, se considera como:

a) "Región hidrológica": Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en

Consulta Pública

cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados, Distrito Federal y municipios. Una o varias regiones hidrológicas integran una región hidrológico - administrativa, y

b) "Región Hidrológico - Administrativa": Área territorial definida de acuerdo con criterios hidrológicos, integrada por una o varias regiones hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos y el municipio representa, como en otros instrumentos jurídicos, la unidad mínima de gestión administrativa en el país;

XVII. "Cuerpo receptor": La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar los suelos, subsuelo o los acuíferos;

XVIII. "Cuota de Autosuficiencia": Es aquella destinada a recuperar los costos derivados de la operación, conservación y mantenimiento de las obras de infraestructura hidráulica, instalaciones diversas y de las zonas de riego, así como los costos incurridos en las inversiones en infraestructura, mecanismos y equipo, incluyendo su mejoramiento, rehabilitación y reemplazo. Las cuotas de autosuficiencia no son de naturaleza fiscal y normalmente son cubiertas por los usuarios de riego o regantes, en los distritos, unidades y sistemas de riego, en las juntas de agua con fines agropecuarios y en otras formas asociativas empleadas para aprovechar aguas nacionales en el riego agrícola; las cuotas de autosuficiencia en distritos y unidades de temporal son de naturaleza y características similares a las de riego, en materia de infraestructura de temporal, incluyendo su operación, conservación y mantenimiento y las inversiones inherentes;

XIX. "Cuota Natural de Renovación de las Aguas": El volumen de agua renovable anualmente en una cuenca hidrológica o en un cuerpo de aguas del subsuelo;

XX. "Delimitación de cauce y zona federal": Trabajos y estudios topográficos, batimétricos, fotogramétricos, hidrológicos e hidráulicos, necesarios para la determinación de los límites del cauce y la zona federal;

XXI. "Desarrollo sustentable": En materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras;

XXII. "Descarga": La acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor;

Consulta Pública

XXIII. "Disponibilidad media anual de aguas superficiales": En una cuenca hidrológica, es el valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca hacia aguas abajo y el volumen medio anual actual comprometido aguas abajo;

XXIV. "Disponibilidad media anual de aguas del subsuelo": En una unidad hidrogeológica -entendida ésta como el conjunto de estratos geológicos hidráulicamente conectados entre sí, cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales subterráneas-, es el volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de esa unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas;

XXV. a. "Distrito de Riego": Es el establecido mediante Decreto Presidencial, el cual está conformado por una o varias superficies previamente delimitadas y dentro de cuyo perímetro se ubica la zona de riego, el cual cuenta con las obras de infraestructura hidráulica, aguas superficiales y del subsuelo, así como con sus vasos de almacenamiento, su zona federal, de protección y demás bienes y obras conexas, pudiendo establecerse también con una o varias unidades de riego;

b. "Distrito de Temporal Tecnificado": Área geográfica destinada normalmente a las actividades agrícolas que no cuenta con infraestructura de riego, en la cual mediante el uso de diversas técnicas y obras, se aminoran los daños a la producción por causa de ocurrencia de lluvias fuertes y prolongadas -éstos también denominados Distritos de Drenaje- o en condiciones de escasez, se aprovecha con mayor eficiencia la lluvia y la humedad en los terrenos agrícolas; el distrito de temporal tecnificado está integrado por unidades de temporal;

XXVI. "Estero": Terreno bajo, pantanoso, que suele llenarse de agua por la lluvia o por desbordes de una corriente, o una laguna cercana o por el mar;

XXVII. "Explotación": Aplicación del agua en actividades encaminadas a extraer elementos químicos u orgánicos disueltos en la misma, después de las cuales es retornada a su fuente original sin consumo significativo;

XXVIII. "Gestión del Agua": Proceso sustentado en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, (1) el control y manejo del agua y las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos, por ende su distribución y administración, (2) la regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua, y (3) la preservación y sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y daños a ecosistemas vitales y al

Consulta Pública

medio ambiente. La gestión del agua comprende en su totalidad a la administración gubernamental del agua;

XXIX. "Gestión Integrada de los Recursos Hídricos": Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque;

XXX. "Humedales": Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos;

XXXI. "La Comisión": La Comisión Nacional del Agua;

XXXII. "La Ley": Ley de Aguas Nacionales;

XXXIII. "La Procuraduría": La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente;

XXXIV. "La Secretaría": La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales;

XXXV. "Los Consejos": Los Consejos de Cuenca;

XXXVI. "Los Organismos": Los Organismos de Cuenca;

XXXVII. "Materiales Pétreos": Materiales tales como arena, grava, piedra y/o cualquier otro tipo de material utilizado en la construcción, que sea extraído de un vaso, cauce o de cualesquiera otros bienes señalados en Artículo 113 de esta Ley;

XXXVIII. "Normas Oficiales Mexicanas": Aquellas expedidas por "la Secretaría", en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización referidas a la conservación, seguridad y calidad en la explotación, uso, aprovechamiento y administración de las aguas nacionales y de los bienes nacionales a los que se refiere el Artículo 113 de esta Ley;

XXXIX. "Organismo de Cuenca": Unidad técnica, administrativa y jurídica especializada, con carácter autónomo, adscrita directamente al Titular de "la Comisión", cuyas atribuciones se establecen en la presente Ley y sus reglamentos, y cuyos recursos y presupuesto específicos son determinados por "la Comisión";

XL. "Permisos": Para los fines de la presente Ley, existen dos acepciones de permisos:

a) *"Permisos": Son los que otorga el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión"* o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la construcción de obras hidráulicas y otros de índole diversa

Consulta Pública

relacionadas con el agua y los bienes nacionales a los que se refiere el Artículo 113 de la presente Ley;

b) "Permisos de Descarga": Título que otorga el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores de propiedad nacional, a las personas físicas o morales de carácter público y privado;

XLI. "Persona física o moral": Los individuos, los ejidos, las comunidades, las asociaciones, las sociedades y las demás instituciones a las que la ley reconozca personalidad jurídica, con las modalidades y limitaciones que establezca la misma;

XLII. "Programa Nacional Hídrico": Documento rector que integra los planes hídricos de las cuencas a nivel nacional, en el cual se definen la disponibilidad, el uso y aprovechamiento del recurso, así como las estrategias, prioridades y políticas, para lograr el equilibrio del desarrollo regional sustentable y avanzar en la gestión integrada de los recursos hídricos;

XLIII. "Programa Hídrico de la Cuenca": Documento en el cual se definen la disponibilidad, el uso y aprovechamiento del recurso, así como las estrategias, prioridades y políticas, para lograr el equilibrio del desarrollo regional sustentable en la cuenca correspondiente y avanzar en la gestión integrada de los recursos hídricos;

XLIV. "Registro Público de Derechos de Agua": (REPDA) Registro que proporciona información y seguridad jurídica a los usuarios de aguas nacionales y bienes inherentes a través de la inscripción de los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga, así como las modificaciones que se efectúen en las características de los mismos;

XLV. "Rescate": Acto emitido por el Ejecutivo Federal por causas de utilidad pública o interés público, mediante la declaratoria correspondiente, para extinguir:

1. Concesiones o asignaciones para la explotación, uso o aprovechamiento de Aguas Nacionales, de sus bienes públicos inherentes, o

2. b. Concesiones para construir, equipar, operar, conservar, mantener, rehabilitar y ampliar infraestructura hidráulica federal y la prestación de los servicios respectivos;

XLVI. "Reúso": La explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales con o sin tratamiento previo;

XLVII. "Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la

Consulta Pública

creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;

XLVIII. "Río": Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar;

XLIX. "Servicios Ambientales": Los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captura de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad; para la aplicación de este concepto en esta Ley se consideran primordialmente los recursos hídricos y su vínculo con los forestales;

L. "Sistema de Agua Potable y Alcantarillado": Conjunto de obras y acciones que permiten la prestación de servicios públicos de agua potable y alcantarillado, incluyendo el saneamiento, entendiendo como tal la conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales;

LI. "Unidad de Riego": Área agrícola que cuenta con infraestructura y sistemas de riego, distinta de un distrito de riego y comúnmente de menor superficie que aquél; puede integrarse por asociaciones de usuarios u otras figuras de productores organizados que se asocian entre sí libremente para prestar el servicio de riego con sistemas de gestión autónoma y operar las obras de infraestructura hidráulica para la captación, derivación, conducción, regulación, distribución y desalojo de las aguas nacionales destinadas al riego agrícola;

LII. "Uso": Aplicación del agua a una actividad que implique el consumo, parcial o total de ese recurso;

LIII. "Uso Agrícola": La aplicación de agua nacional para el riego destinado a la producción agrícola y la preparación de ésta para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial;

Consulta Pública

LIV. "Uso Ambiental" o "Uso para conservación ecológica": El caudal o volumen mínimo necesario en cuerpos receptores, incluyendo corrientes de diversa índole o embalses, o el caudal mínimo de descarga natural de un acuífero, que debe conservarse para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema;

LV. "Uso Consuntivo": El volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga, y que se señalan en el título respectivo;

LVI. "Uso Doméstico": La aplicación de agua nacional para el uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa, en términos del Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;

LVII. "Uso en Acuacultura": El aprovechamiento de paso de aguas nacionales en el conjunto de actividades dirigidas a la reproducción controlada, pre engorda y engorda de especies de la fauna y flora realizadas en instalaciones en aguas nacionales, por medio de técnicas de cría o cultivo, que sean susceptibles de explotación comercial, ornamental o recreativa;

LVII BIS. "Uso industrial en la minería": El aprovechamiento, explotación o uso de aguas nacionales, incluyendo las aguas de laboreo, en la exploración, explotación o beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de la Ley de Minería, se considera un tipo de uso industrial;

LVIII. "Uso industrial": La aplicación de aguas nacionales en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como el agua que se utiliza en parques industriales, calderas, dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aun en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación;

LIX. "Uso Pecuario": La aplicación de aguas nacionales para la cría y engorda de ganado, aves de corral y otros animales, y su preparación para la primera enajenación siempre que no comprendan la transformación industrial; no incluye el riego de pastizales;

LX. "Uso Público Urbano": La aplicación de agua nacional para centros de población y asentamientos humanos, a través de la red municipal;

LXI. "Vaso de lago, laguna o estero": El depósito natural de aguas nacionales delimitado por la cota de la creciente máxima ordinaria;

Consulta Pública

LXI BIS. "Yacimiento geotérmico hidrotermal": Aquel definido en términos de la Ley de Energía Geotérmica;

LXII. "Zona de Protección": La faja de terreno inmediata a las presas, estructuras hidráulicas y otra infraestructura hidráulica e instalaciones conexas, cuando dichas obras sean de propiedad nacional, en la extensión que en cada caso fije "la Comisión" o el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para su protección y adecuada operación, conservación y vigilancia, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley;

LXIII. "Zona reglamentada": Aquellas áreas específicas de los acuíferos, cuencas hidrológicas, o regiones hidrológicas, que, por sus características de deterioro, desequilibrio hidrológico, riesgos o daños a cuerpos de agua o al medio ambiente, fragilidad de los ecosistemas vitales, sobreexplotación, así como para su reordenamiento y restauración, requieren un manejo hídrico específico para garantizar la sustentabilidad hidrológica;

LXIV. "Zona de reserva": Aquellas áreas específicas de los acuíferos, cuencas hidrológicas, o regiones hidrológicas, en las cuales se establecen limitaciones en la explotación, uso o aprovechamiento de una porción o la totalidad de las aguas disponibles, con la finalidad de prestar un servicio público, implantar un programa de restauración, conservación o preservación o cuando el Estado resuelva explotar dichas aguas por causa de utilidad pública;

LXV. "Zona de veda": Aquellas áreas específicas de las regiones hidrológicas, cuencas hidrológicas o acuíferos, en las cuales no se autorizan aprovechamientos de agua adicionales a los establecidos legalmente y éstos se controlan mediante reglamentos específicos, en virtud del deterioro del agua en cantidad o calidad, por la afectación a la sustentabilidad hidrológica, o por el daño a cuerpos de agua superficiales o subterráneos, y

LXVI. "Zonas Marinas Mexicanas": Las que clasifica como tales la Ley Federal del Mar. Para los efectos de esta Ley, son aplicables las definiciones contenidas en el Artículo 3 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que no se contrapongan con las asentadas en el presente Artículo. Los términos adicionales que llegaren a ser utilizados en los reglamentos de la presente Ley, se definirán en tales instrumentos jurídicos.

ARTÍCULO 7. Se declara de utilidad pública:

II. La protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional, zonas de captación de fuentes de abastecimiento, zonas federales, así como la infiltración natural o artificial de aguas para reabastecer mantos acuíferos acorde con las "Normas Oficiales Mexicanas" y la derivación de las aguas de una cuenca o región hidrológica hacia otras;

Consulta Pública

El Proyecto respetará y observará los Artículos de esta Ley como se describe a continuación.

> ARTÍCULO 16. La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.
>
> El régimen de propiedad nacional de las aguas subsistirá aun cuando las aguas, mediante la construcción de obras, sean desviadas del cauce o vaso originales, se impida su afluencia a ellos o sean objeto de tratamiento.

El Proyecto fue diseñado, con especial atención en respetar cualquier corriente y su zona Federal en la que incida el mismo, con el fin de ser congruente con los siguientes artículos.

> ARTÍCULO 29 BIS 6. "La Autoridad del Agua" podrá imponer servidumbres sobre bienes de propiedad pública o privada observando al respecto el marco legal del Código Civil Federal y disposiciones legales administrativas, que se aplicarán en lo conducente sobre aquellas áreas indispensables para el uso, reúso, aprovechamiento, conservación, y preservación del agua, ecosistemas vitales, defensa y protección de riberas, caminos y, en general, para las obras hidráulicas que las requieran.
>
> ARTÍCULO 113. La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión":
>
> IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley;
>
> ARTÍCULO 116. Los terrenos ganados por medios artificiales al encauzar una corriente, pasarán al dominio público de la Federación. Los terrenos descubiertos al limitar o desecar parcial o totalmente un vaso de propiedad nacional, seguirán en el dominio público de la Federación. Las obras de encauzamiento o limitación se considerarán como parte integrante de los cauces y vasos correspondientes, y de la zona federal y de la zona de protección respectivas, por lo que estarán sujetas al dominio público de la Federación.
>
> ARTÍCULO 117. El Ejecutivo Federal por sí o a través de la Comisión podrá reducir o suprimir mediante declaratoria la zona federal de corrientes, lagos y lagunas de propiedad nacional, así como la zona federal de la infraestructura hidráulica, en las porciones comprendidas dentro del perímetro de las poblaciones.
>
> Los estados, el Distrito Federal, los municipios o en su caso los particulares interesados en los terrenos a que se refiere este Artículo, deberán presentar a "la Comisión" para su aprobación el proyecto para realizar las obras de control y las que sean necesarias para reducir o suprimir la zona federal.

Consulta Pública

"La Comisión" podrá convenir con los gobiernos de los estados, del Distrito Federal o de los municipios, las custodias, conservación y mantenimiento de las zonas federales referidas en este Artículo. En el caso de los particulares interesados, esto se realizará mediante subasta pública.

ARTÍCULO 118. Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título, podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto. Para el caso de materiales pétreos se estará a lo dispuesto en el Artículo 113 BIS de esta Ley. Para el otorgamiento de las concesiones de la zona federal a que se refiere este Artículo, en igualdad de circunstancias, fuera de las zonas urbanas y para fines productivos, tendrá preferencia el propietario o poseedor colindante a dicha zona federal.

2.9.11 Ley de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad (Poder Legislativo 2025)

Las reformas publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 2025 establecen el nuevo marco jurídico del sector energético en México, regulando la organización, operación y fortalecimiento del Sistema Eléctrico Nacional, así como la prestación del servicio público de electricidad, la seguridad energética, el desarrollo sustentable y la modernización de la infraestructura eléctrica.

Entre estas disposiciones destacan:

- Ley de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad.
- Ley del Sector Eléctrico.
- Ley de Planeación y Transición Energética.
- Ley de la Comisión Nacional de Energía.

El Proyecto es congruente con los principios establecidos en el presente marco normativo, al constituir infraestructura para la transmisión de energía eléctrica que forma parte del Sistema Eléctrico Nacional, contribuyendo al fortalecimiento de la continuidad, confiabilidad y estabilidad del servicio público de electricidad, bajo criterios de sostenibilidad ambiental y cumplimiento de la normatividad ambiental y forestal aplicable.

Artículo 1.- La presente Ley es Reglamentaria de los artículos 25, párrafo quinto, 27, párrafo sexto y 28, párrafo cuarto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; es de interés público y tiene por objeto regular la organización, administración, funcionamiento, operación, control, evaluación y rendición de cuentas de la Comisión Federal de Electricidad, como empresa pública del Estado, así como establecer su régimen especial. Artículo 3.- La Comisión Federal de Electricidad tiene como objeto procurar la justicia energética para el pueblo de los Estados Unidos Mexicanos y el desarrollo sustentable de las actividades de generación, almacenamiento, transmisión, distribución, comercialización y suministro de electricidad, así como contribuir en la provisión del servicio de Internet y telecomunicaciones con el Estado Mexicano.

Consulta Pública

Cuya esencia es cumplir con su responsabilidad social y garantizar la continuidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del servicio público de electricidad.

El Proyecto se vincula con los presentes artículos al integrarse como infraestructura asociada al sistema eléctrico nacional, particularmente relacionada con actividades de transmisión de energía eléctrica orientadas a fortalecer la continuidad, estabilidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del suministro eléctrico.

Asimismo, el Proyecto reconoce el carácter estratégico e interés público de la infraestructura eléctrica, motivo por el cual la presente Manifestación de Impacto Ambiental incorpora medidas orientadas a prevenir, mitigar y, en su caso, compensar los impactos ambientales derivados de su desarrollo, procurando mantener, en la medida de lo posible, la funcionalidad ecológica del entorno mediante acciones de conservación de suelo y agua, manejo integral de residuos, mantenimiento preventivo de maquinaria y rescate y reubicación de flora y fauna silvestre. Adicionalmente, en virtud de que determinadas obras requieren Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se elaborará el Estudio Técnico Justificativo correspondiente, conforme a la legislación forestal aplicable.

Artículo 8.- La Comisión Federal de Electricidad presta de manera directa el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica. Asimismo, puede llevar a cabo las actividades siguientes:

I. La generación y comercialización de energía eléctrica y productos asociados, incluyendo la importación y exportación de éstos, de acuerdo con la Ley del Sector Eléctrico;

II. Salvaguardar el acceso al servicio público de energía eléctrica a través de la generación, transmisión, distribución, comercialización, suministro eléctrico, la proveeduría de insumos primarios para la industria eléctrica, así como las actividades auxiliares y conexas de la misma;

El Proyecto se vincula con el presente artículo al constituir infraestructura relacionada con la transmisión de energía eléctrica, contribuyendo al fortalecimiento operativo y funcional de la red eléctrica necesaria para la continuidad y confiabilidad del servicio público de electricidad.

El Proyecto se vincula con el presente artículo al constituir infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, actividad expresamente reconocida por la Ley como parte del servicio público de electricidad. En este sentido, la línea de transmisión contribuirá al funcionamiento y confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional, desarrollándose en apego a la legislación ambiental y forestal aplicable.

Artículo 114.- La Comisión Federal de Electricidad y, en su caso, sus empresas filiales deben elaborar un programa para reducir el impacto ambiental de sus actividades y orientar sus esfuerzos hacia un desempeño más eficiente de sus operaciones en el que se debe procurar:

I. La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mediante el uso de fuentes de energía renovables y de energías limpias en el desarrollo de sus

Consulta Pública

actividades empresariales, económicas, industriales y comerciales en términos de su objeto;

II. La transición hacia una economía baja en carbono y el cumplimiento de los acuerdos internacionales de los que México es parte, y

III. El monitoreo de su progreso y realizar las medidas necesarias para su cumplimiento.

Si bien las obligaciones previstas en el presente artículo corresponden a la Comisión Federal de Electricidad y a sus empresas filiales, el Proyecto incorpora medidas ambientales congruentes con dichos principios, mediante la implementación de acciones orientadas a prevenir, minimizar y compensar los impactos ambientales derivados de las distintas etapas de desarrollo. Asimismo, cuando las obras requieran Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se dará cumplimiento a la legislación forestal aplicable mediante la elaboración del Estudio Técnico Justificativo correspondiente.

Asimismo, el Proyecto integra medidas de manejo ambiental mediante acciones de conservación de suelo y agua, mantenimiento preventivo de maquinaria, manejo integral de residuos y rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, procurando mantener, en la medida de lo posible, la funcionalidad ecológica del entorno.

Artículo 115.- La Comisión Federal de Electricidad y sus empresas filiales deben contribuir al desarrollo sostenible y al bienestar social de las comunidades en las que realicen sus actividades, operaciones o servicios necesarios para el cumplimiento de su objeto, mediante acciones de responsabilidad social y estrategias de vinculación con las comunidades y autoridades estatales y municipales.

El Proyecto es congruente con los principios de responsabilidad social previstos en el presente artículo, promoviendo la coordinación con propietarios o poseedores de los predios, autoridades competentes y demás actores involucrados durante las distintas etapas de desarrollo. Asimismo, en caso de requerirse la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se atenderán las disposiciones establecidas en la legislación forestal aplicable.

Asimismo, el Proyecto incorpora medidas orientadas a minimizar afectaciones sobre el entorno y favorecer un desarrollo ordenado de las actividades, procurando mantener condiciones compatibles con el contexto ambiental y social del área de influencia.

Artículo 116.- La Comisión Federal de Electricidad y sus empresas filiales deben procurar ambientes laborales seguros, sanos y justos, y condiciones de trabajo que propicien la integridad del personal, promuevan la productividad y refuercen el compromiso de sus trabajadores con la seguridad, la salud en el trabajo, la protección ambiental, el desarrollo sustentable y perspectiva de género.

El Proyecto contempla la implementación de medidas orientadas a promover condiciones adecuadas de seguridad laboral, prevención de riesgos y protección ambiental durante las

Consulta Pública

etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y, en su caso, abandono.

En este sentido, las actividades del Proyecto se desarrollarán bajo criterios de seguridad ocupacional, prevención de incidentes, manejo adecuado de vehículos, maquinaria y equipo, así como de protección ambiental, favoreciendo condiciones de trabajo compatibles con la integridad del personal y con el cumplimiento de las disposiciones aplicables. La presente Manifestación de Impacto Ambiental incorpora las medidas necesarias para prevenir y minimizar los riesgos ambientales asociados a dichas actividades.

Conclusión

Del análisis efectuado se concluye que el Proyecto es congruente con los principios establecidos en la Ley de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad, al constituir infraestructura para la transmisión de energía eléctrica que forma parte del Sistema Eléctrico Nacional, contribuyendo a la continuidad, seguridad, confiabilidad y eficiencia del servicio público de electricidad.

Asimismo, la presente Manifestación de Impacto Ambiental incorpora medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación, orientadas a minimizar las afectaciones derivadas del desarrollo del Proyecto, procurando la protección de la biodiversidad, el suelo, el agua y los recursos naturales, en cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.

En consecuencia, el Proyecto resulta compatible con los principios de desarrollo sustentable, responsabilidad ambiental y fortalecimiento de la infraestructura eléctrica previstos en la presente Ley, sin perjuicio del cumplimiento de las demás disposiciones jurídicas aplicables, incluyendo la obtención de la autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, cuando ésta resulte procedente.

2.9.12 Ley Del Sector Eléctrico

La Ley del Sector Eléctrico establece las bases para la planeación, regulación y control del Sistema Eléctrico Nacional, así como para la prestación del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, promoviendo el desarrollo sostenible del sector, la seguridad energética y el fortalecimiento de la infraestructura eléctrica del país. En este sentido, el Proyecto se vincula con las disposiciones de esta Ley al constituir infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, cuya ejecución debe realizarse en observancia de la legislación ambiental y forestal aplicable.

> Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de los artículos 25, párrafos cuarto y quinto; 27, párrafo sexto y 28, párrafo cuarto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, de orden público e interés social y tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, así como las demás actividades del sector eléctrico.
>
> Esta Ley tiene por finalidad:

Consulta Pública

VI. Impulsar el desarrollo sostenible del sector eléctrico con la responsabilidad social, económica y medioambiental del sector público, el sector social y el sector privado;

VII. Promover las acciones en materia de Justicia Energética, uso de fuentes de energías limpias y de transición energética, y

VIII. Procurar la reducción de emisiones contaminantes, favorecer la descarbonización del sector eléctrico y el cumplimiento de los compromisos internacionales en estas materias.

El Proyecto se vincula con el presente artículo al constituir infraestructura asociada a la transmisión de energía eléctrica, contribuyendo al fortalecimiento de la red eléctrica y a la continuidad operativa del Sistema Eléctrico Nacional.

Asimismo, la presente Manifestación de Impacto Ambiental incorpora medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación, orientadas a minimizar los impactos ambientales derivados del desarrollo del Proyecto, mediante acciones de conservación de suelo y agua, manejo integral de residuos, mantenimiento preventivo de maquinaria y Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres. De manera complementaria, en virtud de que determinadas obras requieren Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se elaborará el Estudio Técnico Justificativo correspondiente, conforme a la legislación forestal aplicable.

Artículo 133.- Los Proyectos de Infraestructura de los sectores público y privado en el sector eléctrico deben atender los principios de Sostenibilidad y respeto de los derechos humanos y los recursos naturales de los pueblos y las comunidades indígenas y afromexicanas y todas aquellas asentadas en las regiones en donde se pretendan desarrollar dichos proyectos.

El Proyecto es congruente con los principios de sostenibilidad previstos en el presente artículo, incorporando medidas orientadas a prevenir, mitigar y, en su caso, compensar los impactos ambientales derivados de las distintas etapas de desarrollo, favoreciendo la protección de los recursos naturales, la biodiversidad y los ecosistemas presentes en el área de influencia. Asimismo, cuando las obras requieran Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se dará cumplimiento a la legislación forestal aplicable mediante la elaboración del Estudio Técnico Justificativo correspondiente.

Asimismo, las obligaciones en materia social serán atendidas mediante los instrumentos previstos en la legislación del sector energético, sin perjuicio del cumplimiento de la legislación ambiental y forestal aplicable.

Artículo 136.- La Empresa Pública del Estado o los interesados en desarrollar Proyectos de Infraestructura eléctrica deben elaborar y presentar a la Secretaría la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético que debe ser elaborada con un enfoque participativo, aplicando de manera transversal una perspectiva de género y respetando y protegiendo los derechos humanos. La manifestación debe contener, al menos:

Consulta Pública

I. La descripción de las etapas y actividades del proyecto y delimitación de su área de influencia directa e indirecta, así como el área núcleo;

II. La identificación y caracterización de las comunidades o localidades y pueblos que se ubican en el área de influencia del proyecto;

III. La identificación, caracterización, predicción y valoración de los posibles impactos sociales positivos y negativos que podrían derivarse del proyecto, y

IV. Las medidas de prevención y mitigación, integrado en el plan de gestión social elaborado de forma participativa y propuestos por los interesados en desarrollar el proyecto.

En el Reglamento y las Disposiciones administrativas de carácter general se deben establecer los elementos para definir el monto de inversión anual de los planes de gestión social, así como los contenidos específicos, características y las modalidades de las manifestaciones de impacto social, así como el pago del derecho o aprovechamiento correspondiente conforme a la normatividad aplicable.

En cumplimiento de lo previsto por el presente artículo, el Proyecto contempla la elaboración y presentación de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético (MISSE), la cual será desarrollada conforme a los lineamientos establecidos por la Secretaría de Energía.

Dicho instrumento permitirá identificar y evaluar los posibles impactos sociales asociados al Proyecto, así como definir medidas de prevención, mitigación y gestión social orientadas a favorecer una adecuada interacción con los actores involucrados, en complemento con las medidas ambientales establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental y, cuando resulte procedente, con las derivadas del procedimiento de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Artículo 139.- La Secretaría debe emitir la autorización de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético en un término no mayor a noventa días naturales sobre el cumplimiento o incumplimiento de los requisitos de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético y, en su caso, los términos, condicionantes y recomendaciones para la autorización total o parcial del proyecto, en los términos previstos en esta Ley, su Reglamento y en las disposiciones administrativas de carácter general.

La autorización correspondiente puede:

I. Autorizar definitivamente la realización del proyecto de que se trate, en los términos solicitados, o

II. Autorizar de manera condicionada el proyecto de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación del plan de gestión social, así como cualquier otra que sea contemplada en el Reglamento o normatividad aplicable a fin de que se eviten, atenúen o compensen

Consulta Pública

los impactos sociales adversos susceptibles de ser producidos en cualquier fase del proyecto.

Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría debe señalar los

requerimientos que deben observarse en la realización de la obra o actividad prevista. El

interesado cuenta con un plazo no mayor a treinta días hábiles, contados a partir del día

siguiente al que se haya recibido la notificación de la prevención, para subsanar las

omisiones, o

III. Negar la autorización solicitada, cuando:

a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las disposiciones administrativas de carácter general y demás disposiciones aplicables, o

b) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos sociales de la obra o actividad de que se trate.

El Proyecto reconoce el procedimiento de evaluación y autorización previsto para la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético, por lo que atenderá los requisitos, condicionantes y medidas que, en su caso, determine la autoridad competente durante el proceso de evaluación correspondiente.

Artículo 142.- La Secretaría debe implementar mecanismos que permitan la diversificación de fuentes de energía, la transición energética, autosuficiencia energética, seguridad energética y la promoción de fuentes de Energías Limpias. La Secretaría debe establecer instrumentos para medir y evaluar la descarbonización y la transición energética del sector eléctrico e instrumentar los demás mecanismos que se requieran para dar cumplimiento a la política en la materia, y puede celebrar convenios que permitan su homologación con los instrumentos correspondientes de otras jurisdicciones.

El Proyecto contribuye al fortalecimiento de la infraestructura de transmisión requerida para favorecer la confiabilidad, continuidad y seguridad operativa del Sistema Eléctrico Nacional, facilitando la integración de fuentes de energía limpia conforme a la política energética nacional.

Transitorios

Primero. La presente Ley entra en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Segundo. Se abroga la Ley de la Industria Eléctrica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014 y demás disposiciones que se opongan al presente Decreto. Décimo Segundo. La Evaluación de Impacto Social continúa vigente hasta en tanto no se emitan las disposiciones administrativas generales correspondientes a la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético.

Consulta Pública

El Proyecto reconoce la vigencia del marco jurídico actualmente aplicable al sector eléctrico y desarrollará sus actividades conforme a las disposiciones previstas en la Ley del Sector Eléctrico y demás instrumentos regulatorios vigentes.

Asimismo, en congruencia con el Artículo Décimo Segundo Transitorio, el Proyecto atenderá las disposiciones vigentes en materia de impacto social del sector energético, gestionando la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético o el instrumento que resulte aplicable conforme al marco jurídico vigente al momento de su tramitación.

Conclusión

Del análisis efectuado se concluye que el Proyecto es congruente con las disposiciones establecidas en la Ley del Sector Eléctrico, al constituir infraestructura para la transmisión de energía eléctrica que contribuye al fortalecimiento de la continuidad, confiabilidad y seguridad operativa del Sistema Eléctrico Nacional.

Asimismo, la presente Manifestación de Impacto Ambiental incorpora medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación, orientadas a minimizar los impactos ambientales derivados del desarrollo del Proyecto, procurando la protección de la biodiversidad, el suelo, el agua y los recursos naturales. De manera complementaria, cuando las obras requieran Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se gestionará la autorización correspondiente mediante la elaboración del Estudio Técnico Justificativo, conforme a la legislación forestal aplicable.

En consecuencia, el Proyecto resulta compatible con los principios de sostenibilidad, transición energética y fortalecimiento de la infraestructura eléctrica previstos en la presente Ley, sin perjuicio del cumplimiento de las demás obligaciones sectoriales, ambientales y sociales que resulten aplicables.

2.9.13 Tratados Internacionales

2.9.13.1 Tratados sobre Cambio Climático Global

Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), 1992

Este convenio surge de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, conocida también como la “Cumbre de la Tierra de Río”, realizada en Río de Janeiro en 1992. Su objetivo primordial es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera para evitar interferencias peligrosas en el sistema climático. México, como país signatario, se compromete a adoptar medidas para prevenir y mitigar los efectos adversos del cambio climático.

Vinculación con el Proyecto:

El Proyecto es congruente con los principios establecidos en el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático al incorporar medidas orientadas a minimizar las afectaciones derivadas del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, procurando la conservación de los recursos naturales y el mantenimiento de la funcionalidad ambiental del entorno.

Consulta Pública

Asimismo, la presente Manifestación de Impacto Ambiental incorpora medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación, mediante la implementación del Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, el Programa de Manejo Integral de Residuos y las demás acciones de manejo ambiental previstas para el desarrollo del Proyecto. De manera complementaria, cuando las obras requieran Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se dará cumplimiento a la legislación forestal aplicable mediante la elaboración del Estudio Técnico Justificativo correspondiente.

Acuerdo de París (2015)

Adoptado durante la COP21, el Acuerdo de París establece mecanismos internacionales para fortalecer la respuesta mundial frente al cambio climático y promover el desarrollo resiliente y bajo en emisiones.

Vinculación con el Proyecto:

El Proyecto es compatible con los objetivos generales del Acuerdo de París al desarrollarse bajo criterios de sostenibilidad ambiental y cumplimiento normativo, incorporando medidas orientadas a prevenir, mitigar, compensar las afectaciones derivadas del cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Asimismo, la implementación de medidas de conservación de suelo y agua, protección de la biodiversidad, manejo integral de residuos y las demás medidas ambientales previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental contribuyen al mantenimiento de la funcionalidad ecológica del entorno y de los servicios ambientales asociados al área de influencia del Proyecto. De manera complementaria, cuando resulte procedente, las medidas específicas relacionadas con el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales serán desarrolladas en el Estudio Técnico Justificativo correspondiente.

2.9.13.2 Tratados Sobre El Agotamiento Del Ozono Estratosférico

Protocolo de Montreal (1987)

Este tratado internacional tiene como finalidad proteger la capa de ozono mediante la eliminación gradual de sustancias agotadoras del ozono.

Vinculación con el Proyecto:

Las actividades del Proyecto no contemplan el uso, producción o liberación de sustancias agotadoras de la capa de ozono reguladas por el Protocolo de Montreal.

Asimismo, se implementarán medidas de manejo adecuado de materiales, combustibles, residuos y equipos utilizados durante las distintas etapas del Proyecto, contribuyendo al cumplimiento de la legislación ambiental aplicable y a la protección de los componentes atmosféricos.

2.9.13.3 Tratados Sobre Comercio, Industria Y Medio Ambiente

Capítulo Ambiental del Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC)

Consulta Pública

El T-MEC incorpora disposiciones ambientales orientadas a fortalecer la protección ambiental y promover el cumplimiento efectivo de la legislación ambiental de los países participantes.

Vinculación con el Proyecto:

El Proyecto se desarrollará en estricto apego a la legislación ambiental y forestal mexicana aplicable, incorporando medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración orientadas a minimizar afectaciones sobre suelo, agua, flora, fauna y demás componentes ambientales.

Asimismo, contempla acciones de conservación de recursos naturales, protección de la biodiversidad y manejo ambiental que contribuyen a mantener la funcionalidad ecológica del área de influencia. En caso de requerirse Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, el Proyecto dará cumplimiento a la legislación forestal aplicable mediante la elaboración del Estudio Técnico Justificativo correspondiente.

En consecuencia, el Proyecto es congruente con los principios de protección ambiental, cumplimiento efectivo de la legislación ambiental y desarrollo sostenible promovidos por el Capítulo Ambiental del T-MEC.

2.9.13.4 TRATADOS SOBRE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS TRANSFRONTERIZOS

Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación (1989)

Este convenio tiene por objeto controlar los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y asegurar su manejo ambientalmente adecuado.

Vinculación con el Proyecto:

El Proyecto no contempla la importación ni exportación de residuos peligrosos. No obstante, durante sus distintas etapas se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante el cual se garantizará el manejo, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos conforme a la legislación mexicana aplicable.

Lo anterior permitirá minimizar riesgos de contaminación sobre el suelo, el agua, la vegetación y los demás componentes ambientales presentes en el área de influencia del Proyecto, contribuyendo al cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.

Por lo anterior, el Proyecto es congruente con los principios preventivos y de manejo ambientalmente adecuado promovidos por el Convenio de Basilea.

2.9.13.5 PROTOCOLO DE KYOTO

El Protocolo de Kyoto estableció compromisos internacionales orientados a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y al fortalecimiento de acciones para mitigar el cambio climático.

Vinculación con el Proyecto:

Consulta Pública

El Proyecto es compatible con los principios generales establecidos en el Protocolo de Kyoto al incorporar medidas de protección ambiental, manejo adecuado de recursos naturales y prevención de impactos ambientales durante sus distintas etapas de desarrollo.

Asimismo, contempla la implementación de acciones de conservación de suelo y agua, rescate y reubicación de flora y fauna silvestres, manejo integral de residuos y las demás medidas ambientales previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, orientadas a conservar la funcionalidad ecológica del área de influencia y minimizar los impactos ambientales derivados del desarrollo del Proyecto.

Estas medidas contribuyen a mantener los servicios ambientales presentes en el área de influencia y a promover un desarrollo compatible con los principios de sostenibilidad ambiental impulsados por México en el ámbito internacional.

Conclusión

Del análisis efectuado se concluye que el Proyecto es congruente con los principales tratados internacionales suscritos por el Estado Mexicano en materia de cambio climático, protección de la atmósfera, gestión ambiental, conservación de la biodiversidad y desarrollo sostenible.

Asimismo, la presente Manifestación de Impacto Ambiental incorpora medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación, orientadas a minimizar los impactos ambientales derivados del desarrollo del Proyecto, mediante la implementación del Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, el Programa de Manejo Integral de Residuos y las demás medidas ambientales previstas para las distintas etapas del Proyecto. De manera complementaria, cuando las obras requieran Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se gestionará la autorización correspondiente mediante la elaboración del Estudio Técnico Justificativo, conforme a la legislación forestal aplicable.

En consecuencia, el Proyecto contribuye al cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por México en materia de protección ambiental, conservación de los recursos naturales y desarrollo sustentable, en congruencia con la legislación ambiental y forestal vigente.

2.9.14 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (Gobierno de México 2025)

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 del Ejecutivo Federal, es un documento de trabajo que rige la programación y presupuesto de toda la Administración Pública Federal y en el cual, se determinan los retos y oportunidades que enfrenta el país con base a una reflexión acerca de las fuentes del desarrollo, articulando la estrategia gubernamental para alcanzar las Metas Nacionales, definidas en él.

Así, el Plan expone la ruta que el Gobierno de la República se ha trazado para contribuir, de manera más eficaz, a que todos juntos podamos lograr que México alcance su máximo potencial.

Para lograr lo anterior, el PND se estructuró de la siguiente manera:

Consulta Pública

Ejes Generales

- Gobernanza con justicia y participación ciudadana
- Desarrollo con bienestar y humanismo
- Economía moral y trabajo
- Desarrollo sustentable

El Proyecto respalda los ejes generales del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 al constituir infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, contribuyendo al fortalecimiento del Sistema Eléctrico Nacional mediante una red eléctrica más confiable, segura y eficiente. Su desarrollo incorpora criterios de protección ambiental, ordenamiento territorial y cumplimiento de la legislación ambiental y forestal vigente, procurando que las obras requeridas para su construcción se realicen con el menor impacto posible sobre los recursos naturales.

La gobernanza inclusiva se refleja en el compromiso del Proyecto de mantener coordinación con propietarios o poseedores de los predios, autoridades de los distintos órdenes de gobierno y demás actores involucrados durante las diferentes etapas de desarrollo, privilegiando la transparencia, el cumplimiento normativo y la atención de las medidas ambientales establecidas.

En términos de desarrollo con bienestar y humanismo, el Proyecto generará empleos temporales durante la etapa de construcción y contribuirá al fortalecimiento de la infraestructura eléctrica necesaria para el suministro de energía, favoreciendo indirectamente el desarrollo económico y social de la región.

Desde la perspectiva de la economía moral, el Proyecto constituye infraestructura estratégica para el Sistema Eléctrico Nacional, procurando un desarrollo compatible con la conservación de los recursos naturales mediante la implementación de programas ambientales, tales como el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Manejo Integral de Residuos y el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres.

Finalmente, el Proyecto contribuye al eje de Desarrollo Sustentable al fortalecer la infraestructura de transmisión requerida para la operación confiable del sistema eléctrico, desarrollándose bajo criterios de prevención, mitigación y compensación ambiental que favorecen la conservación de la biodiversidad, el suelo y los recursos hídricos.

En su conjunto, el Proyecto no solo satisface las demandas energéticas de manera limpia y eficiente, sino que también contribuye a un modelo de desarrollo integral que prioriza el bienestar humano, la equidad social y la sostenibilidad ambiental. Este proyecto demuestra cómo los principios del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 pueden integrarse en soluciones prácticas que beneficien tanto a la sociedad como al planeta.

A continuación, se describen en particular los cuatro ejes generales:

1. Gobernanza con justicia y participación ciudadana

- *República democrática, justa, honesta, libre, participativa y responsable*

Consulta Pública

- *Republica segura y con justicia*

El Proyecto se alinea con el eje de Gobernanza con Justicia y Participación Ciudadana del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, fortaleciendo una república democrática, justa, honesta, libre, participativa y responsable, al tiempo que contribuye a una república segura y con justicia. Esta vinculación se establece a través de los siguientes compromisos y acciones concretas:

1. República Democrática, Justa, Honesta, Libre, Participativa y Responsable

Participación Ciudadana Activa:

El desarrollo del Proyecto incluye procesos participativos con las comunidades locales, desde la fase de planificación hasta la operación.

Transparencia y Rendición de Cuentas:

El proyecto se compromete a operar bajo principios de honestidad y transparencia, proporcionando información clara y accesible sobre sus objetivos, impactos y beneficios.

Generación de oportunidades:

El Proyecto contribuirá a la generación de oportunidades mediante la contratación de mano de obra, la adquisición de bienes y servicios locales y la ejecución de obras de infraestructura eléctrica que fortalecen el desarrollo regional. Asimismo, durante las distintas etapas de ejecución se privilegiará el cumplimiento de la normatividad ambiental y la coordinación con las autoridades competentes, favoreciendo un desarrollo ordenado y responsable.

2. República Segura y con Justicia

Promoción de un Entorno Seguro:

El Proyecto implementa un Programa de Vigilancia Ambiental y medidas de seguridad integral para garantizar un entorno seguro tanto para los trabajadores como para la biodiversidad que se encuentre en el área del Proyecto. Este programa incluye la prevención de prácticas ilícitas como el tráfico de especies y la degradación ambiental, promoviendo un ambiente de legalidad y respeto.

Justicia Ambiental y Social:

El proyecto asegura un acceso equitativo a los beneficios generados, como empleos, infraestructura mejorada, prioriza la protección de los derechos de las comunidades locales, especialmente en lo relacionado con el uso de los recursos naturales.

Contribución a la Justicia Climática:

El Proyecto contribuye a los principios de justicia climática al constituir infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, indispensable para la integración, transporte y entrega de la energía generada por diversas fuentes de generación, incluidas las fuentes de energía limpia y renovable, hacia el Sistema Eléctrico Nacional. En este sentido, si bien el Proyecto no genera energía eléctrica, su desarrollo fortalece la infraestructura necesaria para la

Consulta Pública

transición energética del país, favoreciendo la confiabilidad, continuidad y eficiencia del sistema eléctrico.

Asimismo, durante su desarrollo se implementarán medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación ambiental, mediante el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Manejo Integral de Residuos y el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, procurando minimizar los impactos ambientales derivados de las distintas etapas del Proyecto.

Conclusión:

El Proyecto se posiciona como infraestructura estratégica para la transmisión de energía eléctrica, fortaleciendo los principios de gobernanza democrática, participación social y desarrollo sustentable. Mediante su desarrollo se favorece la coordinación entre autoridades, propietarios y demás actores involucrados, procurando el cumplimiento de la legislación ambiental y forestal aplicable. Asimismo, al fortalecer la infraestructura necesaria para la integración y transmisión de la energía proveniente de distintas fuentes de generación, incluidas las energías limpias y renovables, el Proyecto contribuye al fortalecimiento del Sistema Eléctrico Nacional bajo criterios de confiabilidad, continuidad, seguridad y sostenibilidad ambiental.

2. Desarrollo con bienestar y humanismo

- *República fraterna*
- *República educadora, humanística, y científica.*
- *República cultural y lectora*
- *República sana*
- *República con acceso a la vivienda*
- *República de y para las mujeres*

El Proyecto se alinea con el eje de Desarrollo con Bienestar y Humanismo del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, al contribuir al fortalecimiento de la infraestructura para la transmisión de energía eléctrica mediante un modelo de desarrollo que privilegia el bienestar social, la igualdad de oportunidades, la protección ambiental y el cumplimiento de la normatividad aplicable. A continuación, se presenta la vinculación del Proyecto con cada uno de los componentes que integran este eje.

República Fraterna

El Proyecto fomenta la colaboración entre propietarios o poseedores de los predios, autoridades competentes y demás actores involucrados durante las distintas etapas de desarrollo. Asimismo, favorecerá la contratación de mano de obra y servicios locales, contribuyendo al fortalecimiento de la economía regional y procurando que los beneficios derivados de la ejecución del Proyecto se reflejen en las comunidades del área de influencia.

República Educadora, Humanística y Científica

Consulta Pública

El Proyecto incorpora criterios técnicos, ambientales y de seguridad durante el desarrollo de la infraestructura de transmisión eléctrica, promoviendo la capacitación del personal en materia de protección ambiental, seguridad ocupacional y cumplimiento normativo. Asimismo, su desarrollo constituye un referente para la aplicación de buenas prácticas constructivas y ambientales en proyectos de infraestructura eléctrica.

República Cultural y Lectora

El Proyecto promueve una cultura de respeto por el medio ambiente mediante la implementación de programas ambientales orientados a la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, favoreciendo la difusión de buenas prácticas relacionadas con el desarrollo sustentable y el fortalecimiento de la infraestructura eléctrica del país.

República con Acceso a la Vivienda

Si bien el Proyecto no se encuentra relacionado directamente con programas de vivienda, el fortalecimiento de la infraestructura para la transmisión de energía eléctrica contribuye indirectamente al desarrollo regional, al mejorar la confiabilidad y continuidad del suministro eléctrico requerido para el crecimiento ordenado de los centros de población y las actividades productivas.

República de y para las Mujeres

El Proyecto promueve la igualdad de género al garantizar oportunidades laborales inclusivas, priorizando la participación de mujeres en roles dentro del proyecto.

Conclusión:

El Proyecto contribuye al desarrollo con bienestar y humanismo al fortalecer la infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, generar empleos temporales durante su construcción y desarrollarse bajo criterios de inclusión social, protección ambiental y cumplimiento normativo. Asimismo, mediante la implementación de programas ambientales y medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación, favorece un desarrollo compatible con la conservación de los recursos naturales y el bienestar de las comunidades del área de influencia.

3. Economía moral y trabajo

- *República con trabajo y salario justo*
- *República rural justa y soberana*
- *República próspera y conectada*

El Proyecto se vincula con el eje de Economía Moral y Trabajo del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 al fortalecer la infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, favoreciendo el desarrollo económico regional mediante la contratación de bienes, servicios y mano de obra, así como mediante el fortalecimiento de la confiabilidad y continuidad del Sistema Eléctrico Nacional.

1. República con Trabajo y Salario Justo

Consulta Pública

El Proyecto genera empleos directos e indirectos durante las etapas de planeación, construcción y operación, priorizando la contratación de trabajadores locales para fortalecer la economía regional. Las condiciones laborales estarán diseñadas para garantizar:

Salarios justos y competitivos, alineados con la normativa laboral vigente.

Seguridad laboral mediante capacitaciones constantes y protocolos adecuados.

Estas acciones reflejan el compromiso del Proyecto con un desarrollo responsable, privilegiando condiciones laborales adecuadas, seguridad ocupacional e igualdad de oportunidades durante las distintas etapas de ejecución.

2. República Próspera y Conectada

El Proyecto fortalece la infraestructura estratégica para la transmisión de energía eléctrica, contribuyendo a una red eléctrica más confiable, segura y eficiente. Si bien no genera energía eléctrica, constituye un elemento indispensable para la integración, transporte y entrega de la energía proveniente de distintas fuentes de generación, incluidas las energías limpias y renovables, hacia el Sistema Eléctrico Nacional.

Asimismo, su desarrollo favorece la inversión en infraestructura eléctrica, fortalece la conectividad energética y contribuye al desarrollo económico regional mediante la contratación de bienes, servicios y mano de obra.

Conclusión:

El Proyecto es congruente con el eje de Economía Moral y Trabajo al fortalecer la infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, favorecer la contratación de mano de obra y servicios locales, y contribuir a la confiabilidad y continuidad del Sistema Eléctrico Nacional. Asimismo, su desarrollo incorpora medidas ambientales orientadas a proteger los recursos naturales y promover un crecimiento económico compatible con los principios de sustentabilidad establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo.

4. Desarrollo sustentable

- *República soberana y con energía sustentable*
- *República con derecho al agua*
- *República que protege el medio ambiente y sus recursos naturales*

El Proyecto se alinea plenamente con el eje de Desarrollo Sustentable del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, particularmente en los subtemas de soberanía energética, derecho al agua y protección del medio ambiente y los recursos naturales. Al constituir infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, el Proyecto fortalece la confiabilidad, continuidad y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional, permitiendo la integración y transporte de la energía proveniente de distintas fuentes de generación, incluidas las energías limpias y renovables. Asimismo, incorpora medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación ambiental que favorecen la protección de los recursos naturales y la conservación de los ecosistemas presentes en el área de influencia. A continuación, se describe su vinculación con cada uno de los componentes de este eje.

Consulta Pública

1. República soberana y con energía sustentable

El Proyecto fortalece la infraestructura estratégica para la transmisión de energía eléctrica, contribuyendo a incrementar la confiabilidad, continuidad y seguridad operativa del Sistema Eléctrico Nacional. Si bien el Proyecto no genera energía eléctrica, constituye un elemento indispensable para la integración, transporte y entrega de la energía proveniente de diversas fuentes de generación, incluidas las energías limpias y renovables, favoreciendo el proceso de transición energética del país. Asimismo, contribuye al desarrollo de infraestructura eléctrica moderna que permite atender de manera eficiente las necesidades energéticas de los distintos sectores productivos y de la población.

2. República con derecho al agua

El Proyecto incorpora un enfoque preventivo para la protección de los recursos hídricos, procurando evitar afectaciones a los procesos naturales de infiltración y escurrimiento superficial. Durante su desarrollo no se contempla un consumo intensivo de agua ni la realización de descargas de aguas residuales al suelo, cuerpos de agua o al acuífero. Las aguas residuales sanitarias generadas durante la etapa de construcción serán manejadas mediante sanitarios portátiles y retiradas por una empresa autorizada, evitando cualquier riesgo de contaminación. Asimismo, se implementará el Programa de Conservación de Suelo y Agua, mediante el cual se establecerán medidas orientadas al control de la erosión, estabilización de las áreas intervenidas y protección de la dinámica hidrológica del sitio. De igual forma, el adecuado manejo de residuos, combustibles y otras sustancias potencialmente contaminantes contribuirá a prevenir riesgos sobre el suelo y el acuífero.

3. República que protege el medio ambiente y sus recursos naturales

El Proyecto constituye un ejemplo de infraestructura que incorpora criterios de protección ambiental desde su planeación y diseño. En las superficies donde resulte necesario el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, éste se realizará conforme a la legislación forestal aplicable y previa obtención de las autorizaciones correspondientes.

Asimismo, el Proyecto contempla la implementación de programas ambientales específicos, entre los que destacan el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, el Programa de Manejo Integral de Residuos y el Programa de Conservación de Suelo y Agua, mediante los cuales se establecerán acciones orientadas a prevenir, mitigar y, en su caso, compensar los impactos ambientales derivados de las distintas etapas del Proyecto.

Estas medidas contribuirán a la conservación de la biodiversidad, la protección del suelo, el mantenimiento de la funcionalidad ecológica del área de influencia y el uso responsable de los recursos naturales, en congruencia con la legislación ambiental y forestal vigente.

Conclusión:

El Proyecto se posiciona como infraestructura estratégica para la transmisión de energía eléctrica, contribuyendo al fortalecimiento del Sistema Eléctrico Nacional mediante una red más confiable, continua y segura. Si bien el Proyecto no genera energía eléctrica, constituye un elemento indispensable para la integración y transporte de la energía proveniente de

Consulta Pública

diversas fuentes de generación, incluidas las energías limpias y renovables, favoreciendo los objetivos nacionales de transición energética y desarrollo sustentable.

Asimismo, el Proyecto incorpora medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación ambiental mediante la implementación del Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Manejo Integral de Residuos y el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, procurando minimizar los impactos ambientales derivados de las distintas etapas de desarrollo y favorecer la conservación de la biodiversidad, el suelo y los recursos hídricos.

En consecuencia, el Proyecto contribuye directamente al cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, al fortalecer la infraestructura eléctrica del país bajo criterios de sostenibilidad ambiental, protección de los recursos naturales y cumplimiento de la normatividad aplicable.

2.9.15 Plan Estatal de Desarrollo "Renacimiento Maya" 2024–2030 (Gobierno del Estado de Yucatán 2024a)

El Plan Estatal de Desarrollo "Renacimiento Maya" 2024–2030 constituye el instrumento rector de la planeación del desarrollo en el estado de Yucatán, estableciendo los principios, directrices, objetivos estratégicos y líneas de acción que orientan la política pública hacia un modelo de desarrollo sustentable, incluyente y con bienestar social.

Dicho Plan se fundamenta en los principios de la Cuarta Transformación y en la visión del "Renacimiento Maya", la cual promueve un desarrollo con justicia social, participación ciudadana y respeto al medio ambiente, integrando la transición energética, la protección de los ecosistemas y el uso responsable de los recursos naturales como ejes prioritarios.

En este contexto, el Proyecto se vincula con las directrices, objetivos y líneas de acción del Plan, al constituir infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, fortaleciendo la confiabilidad, continuidad y eficiencia del Sistema Eléctrico Nacional. Si bien el Proyecto no genera energía eléctrica, permite la integración y transporte de la energía proveniente de diversas fuentes de generación, incluidas las energías limpias y renovables, contribuyendo al desarrollo sustentable del estado y a la protección del entorno natural mediante la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental.

A continuación, se presenta la vinculación específica:

PRINCIPIOS RECTORES (RENACIMIENTO MAYA)

El Proyecto es congruente con los principios de gobernanza humanista, prosperidad compartida, desarrollo incluyente y sostenibilidad ambiental, al desarrollar infraestructura para la transmisión de energía eléctrica que fortalece la confiabilidad del sistema eléctrico y facilita la incorporación de energía proveniente de fuentes limpias y renovables, sin perder de vista la protección de los recursos naturales mediante la aplicación de medidas ambientales.

Asimismo, se alinea con el principio de desarrollo sostenible y armonía con la naturaleza, al incorporar medidas ambientales como el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el

Consulta Pública

Programa de Manejo Integral de Residuos y el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, así como acciones de reforestación asociadas a la pérdida de infiltración.

5.1 DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

El Proyecto es congruente con esta vertiente, al desarrollarse bajo criterios de ordenamiento territorial y compatibilidad de uso de suelo definidos en los instrumentos aplicables.

En este sentido, su implementación evita la expansión desordenada de asentamientos humanos y se integra en un esquema de desarrollo territorial sustentable, al no inducir procesos de urbanización ni generar presión adicional sobre la infraestructura urbana existente.

OBJETIVO 5.1.2.4

Infraestructura urbana sustentable

El Proyecto se alinea con este objetivo al incorporar criterios de sustentabilidad en su diseño y operación, particularmente en materia de eficiencia en el uso de recursos y reducción de impactos ambientales.

Asimismo, fortalece la infraestructura necesaria para el transporte de la energía eléctrica, favoreciendo la confiabilidad y eficiencia del sistema eléctrico y permitiendo la integración de energía proveniente de fuentes renovables dentro de una matriz energética más sustentable.

LÍNEA DE ACCIÓN 5.1.2.4.1

Uso de energías renovables

El Proyecto contribuye al cumplimiento de esta línea de acción al constituir infraestructura indispensable para la transmisión de energía eléctrica, permitiendo la incorporación y el transporte de la energía generada por fuentes renovables hacia los centros de consumo y fortaleciendo la infraestructura energética sustentable del estado.

5.8 TRANSICIÓN ENERGÉTICA

El Proyecto se vincula de manera directa con esta vertiente, al formar parte del proceso de transición hacia un modelo energético basado en fuentes renovables y tecnologías limpias.

En este sentido, fortalece la infraestructura necesaria para la transmisión de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables, contribuyendo al proceso de transición energética y favoreciendo la reducción indirecta de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la incorporación de energías limpias al Sistema Eléctrico Nacional.

5.8.1 MARCO INSTITUCIONAL DEL SECTOR ENERGÉTICO

El Proyecto es congruente con este objetivo, al alinearse con las políticas públicas orientadas a una transición energética ordenada y sostenible.

Consulta Pública

Asimismo, contribuye indirectamente a la consolidación del sector energético mediante la implementación de un proyecto que cumple con la normatividad ambiental y energética aplicable.

5.8.2 SUMINISTRO ENERGÉTICO SUSTENTABLE

El Proyecto se vincula directamente con este objetivo al fortalecer la infraestructura destinada a la transmisión de energía eléctrica, contribuyendo a la confiabilidad, continuidad y eficiencia del Sistema Eléctrico Nacional. Si bien no incrementa por sí mismo la generación de electricidad, permite el transporte oportuno de la energía proveniente de diversas fuentes de generación, incluidas las energías renovables, favoreciendo la diversificación de la matriz energética nacional.

5.8.3 INCREMENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES

El Proyecto es congruente con este objetivo estratégico al constituir infraestructura necesaria para la transmisión de la energía eléctrica generada mediante fuentes renovables. Aunque no participa directamente en la generación de electricidad, facilita su incorporación y transporte dentro del Sistema Eléctrico Nacional, fortaleciendo la infraestructura requerida para el desarrollo del sector energético sustentable.

En este sentido, se alinea con las líneas de acción relacionadas con:

- El impulso a proyectos de energías renovables.
- La promoción de infraestructura energética.
- El fortalecimiento del sector energético sustentable.

Con ello, el Proyecto contribuye al cumplimiento de las metas estatales en materia de transición energética mediante el fortalecimiento de la red de transmisión necesaria para el aprovechamiento de las energías limpias.

2.10 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2021–2024 UMÁN (GOBIERNO MUNICIPAL UMÁN 2021)

El Plan Municipal de Desarrollo 2021–2024 del Municipio de Umán, Yucatán, establece la visión estratégica, objetivos, ejes rectores y líneas de acción que orientan el desarrollo integral del municipio, en congruencia con la planeación estatal, nacional y los compromisos internacionales establecidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Este instrumento incorpora principios de desarrollo sustentable, inclusión social, competitividad económica y protección del medio ambiente, alineando sus objetivos con el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan Estatal de Desarrollo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En este contexto, el Proyecto se vincula con la misión, visión, ejes rectores y estrategias del Plan Municipal, al constituir infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, indispensable para el fortalecimiento del Sistema Eléctrico Nacional. Asimismo, la presente Manifestación de Impacto Ambiental identifica, evalúa y establece las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias para minimizar los impactos ambientales derivados del desarrollo del Proyecto, procurando la conservación de los

Consulta Pública

recursos naturales y el mantenimiento, en la medida de lo posible, de la funcionalidad ecológica del entorno.

A continuación, se presenta la vinculación específica:

MISIÓN Y VISIÓN

El Proyecto es congruente con la misión y visión del municipio al contribuir al fortalecimiento de infraestructura estratégica para la transmisión de energía eléctrica, favoreciendo el desarrollo económico y la prestación de servicios esenciales bajo criterios de sostenibilidad ambiental.

Asimismo, la presente Manifestación de Impacto Ambiental incorpora medidas de prevención, mitigación y compensación orientadas a minimizar los impactos ambientales derivados de las distintas etapas del Proyecto, procurando la conservación del suelo, el agua, la biodiversidad y los recursos naturales presentes en el área de influencia.

AGENDA 2030

El Proyecto es congruente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible promovidos por la Agenda 2030, particularmente con:

- ODS 7. Energía asequible y no contaminante, al constituir infraestructura necesaria para la transmisión de energía eléctrica y favorecer la integración de fuentes de energía limpia al Sistema Eléctrico Nacional.
- • ODS 13. Acción por el clima, mediante la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación orientadas a minimizar los impactos ambientales derivados de las distintas etapas del Proyecto y favorecer la protección de los recursos naturales.
- ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres, mediante la implementación del Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, el Programa de Manejo Integral de Residuos y las demás medidas previstas para la protección de la biodiversidad y los recursos naturales.

De esta manera, el Proyecto contribuye al cumplimiento de los principios de desarrollo sostenible promovidos por la Agenda 2030, en congruencia con la legislación ambiental y forestal aplicable.

ALINEACIÓN CON PND, PED Y ODS

El Proyecto es congruente con la alineación establecida en el Plan Municipal respecto de los instrumentos de planeación nacional y estatal, al contribuir al fortalecimiento de infraestructura estratégica para la transmisión de energía eléctrica, indispensable para el funcionamiento del Sistema Eléctrico Nacional.

Asimismo, incorpora medidas orientadas a prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales derivados de las distintas etapas del Proyecto, favoreciendo la protección de los recursos naturales y desarrollándose sin inducir procesos de urbanización ni modificar la vocación territorial de las áreas donde se localiza.

Consulta Pública

EJE 2

Umán, por un medio ambiente sustentable

El Proyecto es congruente con este eje al incorporar medidas orientadas a prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales derivados de las distintas etapas de desarrollo, procurando la conservación de los recursos naturales y el mantenimiento de la funcionalidad ecológica del entorno.

Para ello, la presente Manifestación de Impacto Ambiental contempla la implementación de los siguientes programas ambientales:

- Programa de Conservación de Suelo y Agua, orientado a reducir los procesos erosivos, favorecer la infiltración y conservar las condiciones del suelo.
- Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante el cual se garantizará el manejo adecuado de los residuos generados durante las actividades de preparación del sitio y construcción.
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, orientado a proteger la biodiversidad presente dentro de las superficies requeridas para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Asimismo, el Proyecto dará cumplimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación que, en su caso, establezca la autoridad competente durante el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, así como a las demás disposiciones ambientales y forestales que resulten aplicables.

En este sentido, el Proyecto es congruente con el objetivo municipal de promover un medio ambiente sustentable, al desarrollarse bajo criterios de protección ambiental, aprovechamiento responsable de los recursos naturales y cumplimiento del marco jurídico vigente.

2.10.1 Leyes Estatales

2.10.1.1 Constitución Política del Estado de Yucatán

La Constitución Política del Estado de Yucatán, en su última reforma publicada en el Diario Oficial del Estado el 24 de octubre de 2025, establece las bases jurídicas para la protección del medio ambiente, el ordenamiento territorial y el desarrollo sustentable dentro de la entidad.

En este sentido, el Proyecto se vincula con los principios constitucionales en materia ambiental, de planeación territorial y de desarrollo sustentable, asegurando que sus actividades se desarrollen en apego a las disposiciones aplicables y contribuyan al fortalecimiento de la infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, procurando al mismo tiempo la protección de los recursos naturales y el bienestar de la población mediante la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental.

A continuación, se presenta la vinculación específica del Proyecto con los artículos aplicables de dicho ordenamiento:

Consulta Pública

ARTÍCULO 63 BIS

El Proyecto es congruente con lo establecido en el artículo 63 Bis, al considerar dentro de su planeación y ejecución medidas orientadas a la protección, preservación y restauración del ambiente, así como al uso adecuado del territorio y los recursos naturales.

Asimismo, mediante la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y, en su caso, del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), el Proyecto se somete a los mecanismos de evaluación y vigilancia ambiental, contribuyendo al cumplimiento de las disposiciones jurídicas en materia ambiental y de ordenamiento territorial.

ARTÍCULO 76

El Proyecto reconoce la organización política y administrativa del Estado, así como la competencia de los municipios en la atención de las necesidades sociales y el desarrollo sustentable.

En este sentido, su implementación considera la coordinación con las autoridades municipales correspondientes, contribuyendo al desarrollo ordenado del territorio y al bienestar de la población dentro de su ámbito de influencia.

ARTÍCULO 83

El Proyecto se vincula con las facultades municipales establecidas en el artículo 83, al reconocer la competencia de los Ayuntamientos para formular y administrar la zonificación, así como para autorizar y vigilar el uso del suelo.

En este contexto, el desarrollo del Proyecto se sujetará a las disposiciones aplicables en materia de uso de suelo, construcción y desarrollo urbano, obteniendo las autorizaciones, permisos y licencias correspondientes conforme a la normatividad vigente.

ARTÍCULO 85 TER

El Proyecto es congruente con lo dispuesto en el artículo 85 Ter, al alinearse con las acciones de concurrencia entre los distintos órdenes de gobierno en materia de protección al medio ambiente, ordenamiento territorial y desarrollo urbano.

En este sentido, su desarrollo se realizará en coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales, asegurando el cumplimiento de la legislación aplicable en materia ambiental y territorial.

ARTÍCULO 86

El Proyecto se alinea con el artículo 86, al contribuir al respeto del derecho humano a un ambiente sano y a la protección de los ecosistemas.

En este sentido, incorpora medidas orientadas al uso racional de los recursos naturales, tales como la implementación del Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Manejo Integral de Residuos, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, así como las demás medidas de prevención, mitigación y compensación previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, garantizando un desarrollo sustentable.

Consulta Pública

ARTÍCULO 87

El Proyecto es congruente con lo establecido en el artículo 87, al formar parte de la infraestructura estratégica del sector eléctrico, promoviendo el desarrollo económico bajo criterios de sustentabilidad ambiental.

En este sentido, aunque el Proyecto no corresponde a una instalación para la generación de energía eléctrica, constituye infraestructura indispensable para la transmisión de energía dentro del Sistema Eléctrico Nacional, permitiendo la integración y transporte de la energía proveniente de distintas fuentes de generación, incluidas las energías limpias y renovables. Asimismo, incorpora medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental orientadas a proteger el suelo, el agua, la biodiversidad y los demás recursos naturales presentes en el área de influencia, fortaleciendo un modelo de desarrollo sustentable.

2.10.1.2 Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

La Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán, con última reforma publicada en el Diario Oficial del Estado el 14 de octubre de 2025, establece las bases para la regulación de las actividades que puedan generar impactos ambientales dentro del territorio estatal, así como las facultades de las autoridades en materia de política ambiental, evaluación del impacto ambiental y ordenamiento ecológico.

En este sentido, el Proyecto se vincula con las disposiciones de la presente Ley, asegurando que sus actividades se desarrollen en apego a la normatividad aplicable y contribuyan a la protección del ambiente, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el desarrollo ordenado del territorio.

A continuación, se presenta la vinculación específica con los artículos aplicables:

ARTÍCULO 6

El Proyecto es congruente con lo establecido en el artículo 6, al someterse a los instrumentos de la política ambiental del Estado, particularmente mediante la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en la cual se evalúan los impactos derivados de su desarrollo y se establecen las medidas de prevención, mitigación y compensación correspondientes.

Asimismo, el Proyecto se alinea con la política ambiental estatal al incorporar programas ambientales tales como el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Manejo Integral de Residuos, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres y las demás medidas de prevención, mitigación y compensación previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, contribuyendo a la preservación del equilibrio ecológico y a la protección del ambiente.

De igual manera, el Proyecto considera la congruencia con los instrumentos de ordenamiento ecológico del territorio, así como la coordinación entre los distintos órdenes de gobierno para el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.

ARTÍCULOS 31 Y 32

Consulta Pública

El Proyecto se vincula con lo establecido en los artículos 31 y 32, al reconocer que las obras o actividades que puedan generar impactos ambientales significativos deberán someterse al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental.

En este sentido, el Proyecto se desarrolla en apego a lo dispuesto por la legislación aplicable mediante la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en la cual se identifican, analizan y evalúan los impactos ambientales asociados a las distintas etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y, en su caso, abandono, estableciendo las medidas necesarias para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales identificados.

ARTÍCULO 88

El Proyecto es congruente con lo establecido en el artículo 88, al reconocer la aplicación de la política forestal en el ámbito estatal, en concordancia con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

En este sentido, dado que para el desarrollo del Proyecto se requiere la remoción de vegetación forestal en las superficies estrictamente necesarias, se gestionará la autorización correspondiente en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales mediante la elaboración del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), procedimiento que se desarrolla de manera complementaria a la presente Manifestación de Impacto Ambiental y conforme a la legislación forestal vigente.

Asimismo, en materia de vida silvestre, el Proyecto dará cumplimiento a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre mediante la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, garantizando la protección de las especies presentes dentro del área de influencia del Proyecto.

ARTÍCULO 89

El Proyecto reconoce la competencia de los ayuntamientos en la aplicación de la política forestal dentro de su jurisdicción, en concordancia con las disposiciones federales y estatales.

En este sentido, su desarrollo considera la coordinación con las autoridades municipales correspondientes, asegurando el cumplimiento de las disposiciones aplicables en materia forestal y ambiental.

ARTÍCULO 91

El Proyecto es congruente con lo establecido en el artículo 91, al reconocer la necesidad de contar con las autorizaciones y permisos correspondientes para la realización de obras o actividades.

En este sentido, el desarrollo del Proyecto se sujetará a la obtención de las licencias, permisos y autorizaciones que resulten aplicables conforme a la legislación vigente, incluyendo la autorización en materia de impacto ambiental, la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales cuando corresponda, así como las demás autorizaciones que sean competencia de las autoridades federales, estatales o municipales.

Consulta Pública

2.10.1.3 LEY DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE DEL ESTADO DE YUCATÁN

La Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Yucatán, publicada el 08 de mayo de 2017, establece las bases para la regulación de las actividades relacionadas con la conservación, restauración, aprovechamiento y manejo sustentable de los recursos forestales en el estado, así como las atribuciones de las autoridades en la materia.

En este sentido, el Proyecto se vincula con las disposiciones de esta Ley, al contemplar la aplicación de medidas orientadas al cumplimiento de la política forestal estatal, particularmente en lo relativo al cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la conservación de los ecosistemas.

A continuación, se presenta la vinculación específica con los artículos aplicables:

ARTÍCULO 1

El Proyecto es congruente con lo establecido en el artículo 1, al considerar dentro de su desarrollo acciones orientadas a la conservación y uso sustentable de los recursos forestales, en apego a la política estatal en la materia.

En este sentido, el Proyecto reconoce que su ejecución implica la posible remoción de vegetación forestal, por lo que se gestionará la autorización correspondiente en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, conforme a la legislación aplicable.

Asimismo, se contemplan medidas ambientales orientadas a la protección del entorno, tales como la implementación del Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres, el Programa de Manejo Integral de Residuos y las demás medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con el propósito de contribuir a la conservación de los recursos forestales y de la funcionalidad ecológica del área de influencia.

ARTÍCULO 51 (FRACCIÓN VI)

El Proyecto se vincula con lo dispuesto en el artículo 51, fracción VI, al reconocer que los cambios de uso de suelo en terrenos forestales pueden estar sujetos a la emisión de opiniones técnicas por parte de las instancias correspondientes.

En este sentido, el Proyecto gestionará la autorización en materia de cambio de uso de suelo mediante la elaboración del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), en el cual se integrará la información técnica necesaria para su evaluación, conforme a la normatividad aplicable y a lo que determinen las autoridades competentes.

ARTÍCULO 51 (FRACCIÓN XIII)

El Proyecto es congruente con lo establecido en el artículo 51, fracción XIII, al formar parte de la infraestructura estratégica del sector eléctrico y contribuir al fortalecimiento de un sistema energético sustentable, en armonía con la conservación de los recursos naturales y el desarrollo social.

Consulta Pública

En este sentido, aunque el Proyecto no corresponde a una instalación para la generación de energía eléctrica, constituye infraestructura necesaria para la transmisión de la energía proveniente de diversas fuentes de generación, incluidas las energías limpias y renovables, favoreciendo la transición energética del país. Asimismo, incorpora medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental orientadas a proteger los recursos forestales, el suelo, el agua y la biodiversidad, promoviendo un desarrollo compatible con los principios de sustentabilidad previstos en la legislación forestal estatal.

Consulta Pública

3 DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 3-1
3.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO 3-1
3.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA 3-15
3.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL RE 3-16
3.3.1 MEDIO ABIÓTICO 3-16
3.3.1.1 CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS 3-16
3.3.1.1.1 TIPOS DE CLIMA 3-17
3.3.1.1.2 TEMPERATURA 3-19
3.3.1.1.3 TEMPERATURAS EXTREMAS 3-20
3.3.1.1.4 PRECIPITACIÓN 3-22
3.3.1.1.5 EVAPOTRANSPIRACIÓN 3-24
3.3.1.1.6 VIENTOS DOMINANTES (DIRECCIÓN Y VELOCIDAD) EN FORMA MENSUAL Y ANUAL 3-27
3.3.2 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS 3-28
3.3.2.1 HELADAS 3-28
3.3.2.2 CICLONES (HURACANES) 3-28
3.3.2.3 GRANIZO 3-31
3.3.2.4 SEQUÍAS 3-31
3.3.2.4.1.1 INUNDACIONES 3-35
3.3.2.4.1.2 CONCLUSIONES 3-35
3.3.3 GEOMORFOLOGÍA 3-38
3.3.3.1 FISIOGRAFÍA 3-38
3.3.3.2 TOPOFORMAS 3-41
3.3.3.3 PENDIENTE Y RELIEVE 3-43
3.3.4 RIESGOS GEOLÓGICOS 3-44
3.3.4.1 PRESENCIA DE FALLAS Y FRACTURAS 3-44
3.3.4.2 SISMOS 3-46
3.3.4.3 HUNDIMIENTOS Y DESLIZAMIENTOS 3-49
3.3.4.4 VOLCANES ACTIVOS 3-49
3.3.4.5 CONCLUSIONES 3-49
3.3.5 TIPOS DE SUELO 3-52
3.3.6 EROSIÓN HÍDRICA 3-55
3.3.6.1 EROSIÓN ACTUAL (EA) 3-59
3.3.6.2 EROSIÓN POTENCIAL 3-62
3.3.7 EROSIÓN EÓLICA 3-64
3.3.8 DEGRADACIÓN DE SUELO 3-68
3.3.9 AGUA 3-71
3.3.9.1 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL 3-71
3.3.9.2 HUMEDALES 3-75
3.3.9.3 RED HIDROGRÁFICA 3-78
3.3.9.4 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA 3-81
3.3.9.5 VOLÚMENES Y GASTO HIDRÁULICO 3-84
3.3.9.5.1 VOLUMEN Y GASTO HIDRÁULICO ACTUAL 3-84
3.3.9.5.2 VOLUMEN Y GASTO HIDRÁULICO POTENCIAL 3-85
3.3.9.6 CÁLCULO DE BALANCE HÍDRICO 3-86
3.3.9.7 INFILTRACIÓN 3-88

Consulta Pública

3.3.9.7.1 AFECTACIÓN A LOS VOLÚMENES DE INFILTRACIÓN 3-90
3.3.10 MEDIO BIÓTICO 3-91
3.3.10.1 VEGETACIÓN 3-91
3.3.10.1.1 FLORA POTENCIAL 3-91
3.3.10.1.2 RESUMEN Y METODOLOGÍA DE MUESTREOS 3-91
3.3.10.1.2.1 DEFINICIÓN DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN 3-91
3.3.10.1.2.2 TRABAJO DE CAMPO 3-91
3.3.10.1.2.3 MUESTREO 3-92
3.3.10.1.2.4 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES 3-110
3.3.10.1.2.5 TRABAJO DE GABINETE 3-111
3.3.10.1.2.6 PARÁMETROS CUANTITATIVOS 3-112
3.3.10.1.2.7 ÍNDICES DE SIMILITUD 3-115
3.3.10.1.3 RESULTADOS 3-117
3.3.10.1.3.1 TIPOS DE VEGETACIÓN 3-117
3.3.10.1.3.2 FLORA POTENCIAL 3-131
3.3.10.1.3.3 ESPECIES REGISTRADAS EN CAMPO 3-140
3.3.10.1.3.4 CURVAS DE ACUMULACIÓN 3-149
3.3.10.1.3.5 ÍNDICES DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA 3-169
3.3.10.1.3.6 ÍNDICES DE SIMILITUD 3-171
3.3.10.2 FAUNA 3-175
3.3.10.2.1 FAUNA POTENCIAL 3-175
3.3.10.2.2 CORREDORES BIOLÓGICOS 3-176
3.3.10.2.3 RUTAS MIGRATORIAS 3-176
3.3.10.2.4 RESUMEN Y METODOLOGÍA DE MUESTREOS 3-177
3.3.10.2.4.1 TRABAJO DE CAMPO 3-177
3.3.10.2.4.2 MUESTREO 3-178
3.3.10.2.4.3 TAMAÑO DE LAS UNIDADES MUESTRALES 3-178
3.3.10.2.4.4 TAMAÑO DE MUESTRA 3-181
3.3.10.3 TIEMPO DE MUESTRA 3-184
3.3.10.4 DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES 3-184
3.3.10.4.1.1 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES 3-191
3.3.10.4.1.2 ESTIMACIÓN DE ESPECIES 3-191
3.3.10.4.1.3 MODELO DE PREDICCIÓN 3-192
3.3.10.4.1.4 TRABAJO DE GABINETE 3-192
3.3.10.4.1.5 PARÁMETROS CUANTITATIVOS 3-193
3.3.10.4.2 RESULTADOS 3-200
3.3.10.4.2.1 ESPECIES REGISTRADAS EN CAMPO 3-216
3.3.10.4.2.2 CURVAS DE ACUMULACIÓN 3-222
3.3.10.4.2.3 ÍNDICES DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA 3-227
3.3.10.4.2.4 ÍNDICES DE SIMILITUD 3-228
3.3.10.4.3 ANÁLISIS DE LA FAUNA AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA 3-235
3.3.11 MEDIO SOCIOECONÓMICO 3-236
3.3.11.1 ENTORNO 3-236
3.3.11.2 TAMAÑO, ESTRUCTURA Y CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN 3-237
3.3.11.3 MARGINACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL 3-240
3.3.11.4 MIGRACIÓN 3-244

Consulta Pública

3.3.11.5 EDUCACIÓN 3-246
3.3.11.6 SALUD 3-248
3.3.11.7 VIVIENDA Y SERVICIOS PÚBLICOS 3-249
3.3.11.8 TRABAJO Y CONDICIONES LABORALES 3-251
3.3.11.9 ARQUEOLOGÍA, CULTURA Y TRADICIONES 3-252
3.3.11.10 POBLACIÓN INDÍGENA 3-255
3.3.11.10.1 AUTOADSCRIPCIÓN 3-255
3.3.11.10.2 POBLACIÓN INDÍGENA 3-257
3.3.11.10.3 LENGUA INDÍGENA 3-260
3.3.11.10.4 REGIONES INDÍGENAS 3-260
3.3.11.11 IMPACTOS SOCIALES IDENTIFICADOS 3-264
3.3.12 PAISAJE 3-265
3.3.12.1 DESCRIPCIÓN DEL PAISAJE DESDE UN ENFOQUE ECOLÓGICO 3-266
3.3.12.2 DESCRIPCIÓN DEL PAISAJE DESDE UN ENFOQUE VISUAL 3-267
3.3.12.2.1 CUENCA VISUAL 3-268
3.3.12.2.1.1 DETERMINACIÓN DE LA CUENCA VISUAL 3-269
3.3.12.2.2 CALIDAD VISUAL 3-272
3.3.12.2.2.1 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL EN EL AP 3-272
3.3.12.2.2.2 FRAGILIDAD VISUAL 3-273
3.3.12.2.2.3 EVALUACIÓN DE FRAGILIDAD VISUAL EN EL AP 3-274
3.3.12.2.3 CAPACIDAD DE ABSORCIÓN 3-276
3.4 DIAGNOSTICO AMBIENTAL 3-277
3.4.1 VARIABLES PARA DETERMINAR LAS UA DE LA RE 3-278
3.4.1.1 VARIABLE “A” USO DE SUELO Y VEGETACIÓN 3-278
3.4.1.2 VARIABLE “B” DEGRADACIÓN DEL SUELO 3-279
3.4.1.3 VARIABLE “C” GRADO DE PENDIENTE DEL TERRENO 3-280
3.4.1.4 VARIABLE “D” REGIONES INDÍGENAS 3-281
3.4.2 DIAGNOSTICO 3-285
3.4.3 TENDENCIA DEL CAMBIO 3-289

Índice de Mapas

Mapa 1: Cuencas Hidrográficas y Red hidrográfica en las que incide el proyecto. 3-3
Mapa 2: Uso de suelo y vegetación en la que incide el Proyecto 3-5
Mapa 3: Topografía del área del Proyecto. 3-6
Mapa 4: Vías de comunicación 3-7
Mapa 5: Delimitación de la RE y AI 3-11
Mapa 6: Región Ecológica (RE) 3-13
Mapa 7: Área de Influencia 3-14
Mapa 8: Unidades Climáticas, INEGI (2008) 3-18
Mapa 9: Rangos de Temperatura, CONABIO. 3-21
Mapa 10: Rango de precipitación 3-23
Mapa 11: Riesgo por Heladas 3-29
Mapa 12:Riesgo por ciclones 3-30
Mapa 13: Riesgo por granizo 3-32
Mapa 14: Riesgo por sequía 3-33
Mapa 15: Riesgo por inundaciones 3-36

Consulta Pública

Mapa 16: Provincia fisiográfica 3-39
Mapa 17: Subprovincias fisiográficas 3-40
Mapa 18: Sistema de Topoformas 3-42
Mapa 19: Valores y equivalencias de la Pendiente Media 3-44
Mapa 20: Fallas y fracturas 3-45
Mapa 21: Riesgo de sismos 3-48
Mapa 22: Riesgo por hundimientos y deslizamientos 3-50
Mapa 23: Volcanes activos 3-51
Mapa 24: Tipos de suelos (WRB, 2015) 3-54
Mapa 25: Degradación del suelo CONABIO 3-70
Mapa 26: Regiones Hidrológicas Administrativas de México 3-71
Mapa 27: Cuenca Hidrológicas 3-73
Mapa 28: Subcuenca Hidrográfica 3-74
Mapa 29: Humedales 3-76
Mapa 30: Red hidrográfica por condición 3-80
Mapa 31: Acuíferos 3-83
Mapa 32: Distribución de los tipos de vegetación en la RE de acuerdo con INEGI, serie VII. 3-120
Mapa 33: Distribución de la vegetación actual en la RE. 3-122
Mapa 34: Distribución de los tipos de vegetación en el AI de acuerdo con INEGI, serie VII. 3-124
Mapa 35: Distribución de la vegetación actual en el AI. 3-126
Mapa 36: Distribución de los tipos de vegetación en el AP de acuerdo con INEGI, serie VII. 3-128
Mapa 37: Distribución de la vegetación actual en el AP. 3-130
Mapa 38: Ubicación de las unidades muestrales de fauna dentro de la RE 3-186
Mapa 39: Ubicación de las unidades muestrales de fauna dentro del AI 3-188
Mapa 40: Ubicación de las unidades muestrales de fauna dentro del AP 3-190
Mapa 41: Pueblos indígenas con mayor presencia en la entidad. 3-259
Mapa 42: Región indígena en la que se ubica el Proyecto. 3-263
Mapa 43: Cuenca Visual 3-270
Mapa 44: Diagnóstico Ambiental, grado de degradación/conservación de las UE 3-283
Mapa 45: Diagnóstico Ambiental AP, grado de degradación/conservación de las UE 3-284

Índice de Figuras

Figura 1: Selección e interrelación de componentes o procesos ecosistémicos 3-2
Figura 2: Gráfico, Temperaturas Extremas. 3-20
Figura 3: Grafico, Precipitación media 3-22
Figura 4: Regionalización sísmica de la República Mexicana 3-46
Figura 5: Mapa de regiones con Igual Erosividad en la República Mexicana (SAGARPA-INIFAP, 2007) 3-56
Figura 6: Ejemplo de orden de corrientes, Strahler 1957 3-78
Figura 7: Representación esquemática del tamaño y forma de la unidad muestral de la vegetación 3-93
Figura 8: Ilustración gráfica del muestreo de arbóreas. 3-93
Figura 9: Ilustración gráfica del muestreo de arbustivas. 3-94
Figura 10: Ilustración gráfica del muestreo de herbáceas. 3-94
Mapa 11: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro de la RE. 3-101
Mapa 12: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del AI. 3-105
Mapa 13: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del AP. 3-108
Figura 14: Diversidad genérica y específica de la flora vascular dentro de la RE. 3-147

Consulta Pública

Figura 15: Diversidad genérica y específica de la flora vascular dentro del AI. 3-147
Figura 16: Diversidad genérica y específica de la flora vascular dentro del AP. 3-148
Figura 17: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE. 3-149
Figura 18: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE. 3-149
Figura 19: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE. 3-150
Figura 20: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE. 3-151
Figura 21: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE. 3-152
Figura 22: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE. 3-152
Figura 23: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE. 3-153
Figura 24: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE. 3-153
Figura 25: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE. 3-154
Figura 26: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE 3-154
Figura 27: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE. 3-155
Figura 28: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE. 3-155
Figura 29: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI. 3-156
Figura 30: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI. 3-156
Figura 31: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI. 3-157
Figura 32: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI. 3-157
Figura 33: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI. 3-158
Figura 34: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI. 3-158
Figura 35: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI. 3-159
Figura 36: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI. 3-159
Figura 37: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI. 3-160
Figura 38: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI. 3-160

Consulta Pública

Figura 39: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI. 3-161
Figura 40: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI. 3-161
Figura 41: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP. 3-162
Figura 42: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP. 3-162
Figura 43: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP. 3-163
Figura 44: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP. 3-163
Figura 45: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP. 3-164
Figura 46: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP. 3-164
Figura 47: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP. 3-165
Figura 48: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP. 3-165
Figura 49: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP. 3-166
Figura 50: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP. 3-166
Figura 51: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP. 3-167
Figura 52: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP. 3-167
Figura 53 Representación esquemática del tamaño y forma de la unidad muestral de la fauna. 3-179
Figura 54 Ilustración gráfica del muestreo de mamíferos 3-180
Figura 55 Ilustración gráfica del muestro de aves 3-180
Figura 56 Ilustración gráfica del muestreo de reptiles 3-181
Figura 57 Ilustración gráfica del muestreo de anfibios 3-181
Figura 58 Curva de acumulación de especies en el AP 3-222
Figura 59 Curva de acumulación de especies del AI 3-223
Figura 60 Curva de acumulación de especies de la RE 3-223
Figura 61 Curva de acumulación de especies en el AP 3-225
Figura 62 Curva de acumulación de especies en el AI 3-225
Figura 63 Curva de acumulación de especies en la RE 3-226
Figura 64 Índice de Jaccard 3-229
Figura 65 Índice de Morisita 3-230
Figura 66 Índice de Sorensen-Dice 3-230
Figura 67 índice de Horn 3-231
Figura 68 Índice de Jaccard 3-232
Figura 69 Índice de Morisita 3-233
Figura 70 Índice de Sorensen-Dice 3-233

Consulta Pública

Figura 71 índice de Horn 3-234
Figura 72: Relación hombres – mujeres Mérida y Hunucmá 3-240
Figura 73: Relación hombres – mujeres Samahil y Ucú 3-240
Figura 74: Relación hombres – mujeres Umán 3-240
Figura 75: Características visuales básicas de los componentes del paisaje(Anon 1992). 3-268
Figura 76: Variable A, Uso de suelo y Vegetación Actual 3-279
Figura 77: Variable B, Degradación del suelo 3-280
Figura 78: Variable C, Pendientes 3-281
Figura 79: Variable D, Regiones indígenas 3-282
Figura 80:Región Ecológica, de acuerdo a la imagen satelital 2019 3-287
Figura 81: Región Ecológica, de acuerdo a la imagen satelital 2025 3-288

Índice de Tablas

Tabla 1:Temperatura Media Mensual, NASA. 3-19
Tabla 2: Gráfico, Temperatura Media Mensual 3-19
Tabla 3: Temperaturas Extremas, CONAGUA. 3-20
Tabla 4: Precipitación media 3-22
Tabla 5: Radiación Solar global media 3-25
Tabla 6: Factor de corrección para zonas áridas 3-25
Tabla 7: Evapotranspiración mensual Turc (1961) 3-25
Tabla 8: Valores de Radiación Solar Extraterrestre 3-26
Tabla 9: Valores de Hora Sol Máximas 3-26
Tabla 10: Dirección y velocidad del viento a 2 m, POWER Data Access Viewer (NASA) 3-27
Tabla 11: Ecuaciones regionalizadas para la Repúblicas Mexicana (Cortés, 1991) 3-56
Tabla 12: Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB (tomado de Montes-León et al., 2011) 3-57
Tabla 13: Valores que toma m en función del grado de pendiente (Becerra,1999) 3-58
Tabla 14: Factor de C, valores tomados de Montes –León et al., 2011 3-59
Tabla 15: Erosión actual total dentro del AP (23.5252ha) 3-61
Tabla 16: Riesgo de Erosión 3-61
Tabla 17: Erosión hídrica potencial total del AP (23.5252ha) 3-63
Tabla 18:Incremento en la erosión hídrica del AP 3-63
Tabla 19: Erosión hídrica potencial del AI 3-64
Tabla 20: Erosión hídrica potencial de la RE 3-64
Tabla 21: Volumen de escurrimiento total potencial del AP 3-86
Tabla 22: Evapotranspiración mensual Turc (1961) 3-87
Tabla 23: Balance hídrico 3-87
Tabla 24:Infiltración con Balance Hídrico Actual de la RE 3-88
Tabla 25:Infiltración con Balance Hídrico Actual del AI 3-88
Tabla 26: Infiltración con Balance Hídrico Actual del AP 3-89
Tabla 27: Infiltración con Balance hídrico potencial del AP 3-89
Tabla 28: Diferencia entre infiltración actual y potencial del AP 3-90
Tabla 29: Infiltración potencial del AI 3-90
Tabla 30: Infiltración potencial de la RE 3-90
Tabla 31: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto de la RE. 3-95
Tabla 32: Relación de Nivel de confianza y puntuación z. 3-96

Consulta Pública

Tabla 33: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del RE. 3-98
Tabla 34: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AI. 3-103
Tabla 35: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AP. 3-106
Tabla 36 Listado de flora potencial. 3-131
Tabla 37: Especies de plantas vasculares registradas en campo para el AP, AI y RE. 3-140
Tabla 38: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE. 3-149
Tabla 39: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE. .....
..... 3-151
Tabla 40: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE. .....
..... 3-152
Tabla 41: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE.
..... 3-153
Tabla 42: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE.
..... 3-154
Tabla 43: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE.
..... 3-155
Tabla 44: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI. ... 3-156
Tabla 45: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI. 3-157
Tabla 46: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI. 3-158
Tabla 47: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI. ....
..... 3-159
Tabla 48: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI. ..
..... 3-160
Tabla 49: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI. ..
..... 3-161
Tabla 50: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP... 3-162
Tabla 51: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP. 3-163
Tabla 52: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP. 3-164
Tabla 53: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP. ...
..... 3-165
Tabla 54: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP.
..... 3-166
Tabla 55: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP.
..... 3-167
Tabla 56: Índices de diversidad biológica para la RE, AI y AP en Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia.
..... 3-169
Tabla 57: Índices de diversidad biológica para la RE, AI y AP en Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia. 3-170
Tabla 58: Abreviaturas de ensambles. 3-171
Tabla 59: Índice de Sørensen-Dice para el ensamble de especies de la RE, AI y AP. 3-172
Tabla 60: Índice de Jaccard para el ensamble de especies de la RE, AI y AP. 3-172
Tabla 61: Índice de Morisita para el ensamble de especies de la RE, AI y AP. 3-173
Tabla 62: Índice de Horn para el ensamble de especies de la RE, AI y AP. 3-173
Tabla 63: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto. 3-182
Tabla 64: Relación de Nivel de confianza y puntuación z. 3-183
Tabla 65 Coordenadas de ubicación de las unidades muestrales en la RE 3-185

Consulta Pública

Tabla 66: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del A 3-187
Tabla 67: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AP 3-189
Tabla 68: Valores de puntuación asignados a diferentes tipos de evidencia para calcular la ocurrencia. . 3-195
Tabla 69 Listado de fauna potencial de vertebrados terrestres 3-200
Tabla 70: Categorías de especies determinadas en campo. 3-216
Tabla 71 Especies registradas en la lista roja (IUCN) 3-221
Tabla 72 Estacionalidad de las especies reportadas 3-221
Tabla 73 Estimación de especies por área durante la temporada de lluvias 3-222
Tabla 74 Estimación de especies por área durante la temporada de secas 3-224
Tabla 75. Índices de diversidad biológica obtenidos en ambas temporadas (luvias y secas) 3-227
Tabla 76 Abreviación de ensambles 3-228
Tabla 77: Población municipal Hunucmá 1990 – 2020. 3-238
Tabla 78: Población municipal Mérida 1990 – 2020. 3-238
Tabla 79: Población municipal Samahil 1990 – 2020. 3-238
Tabla 80: Población municipal Ucú 1990 – 2020. 3-238
Tabla 81: Población municipal Umán 1990 – 2020. 3-239
Tabla 82: Indicadores de marginación municipal Hunucmá, 2020. 3-241
Tabla 83: Indicadores de marginación municipal Mérida, 2020. 3-242
Tabla 84: Indicadores de marginación municipal Samahil, 2020. 3-242
Tabla 85: Indicadores de marginación municipal Ucú, 2020. 3-243
Tabla 86: Indicadores de marginación municipal Umán, 2020. 3-243
Tabla 87: Indicadores de migración municipal, Hunucmá 2020. 3-244
Tabla 88: Indicadores de migración municipal, Mérida 2020. 3-244
Tabla 89: Indicadores de migración municipal, Samahil 2020. 3-245
Tabla 90: Indicadores de migración municipal, Ucú 2020. 3-245
Tabla 91: Indicadores de migración municipal, Umán 2020. 3-245
Tabla 92: Principales características educativas de la población Hunucmá. 3-246
Tabla 93: Principales características educativas de la población Mérida. 3-246
Tabla 94: Principales características educativas de la población Samahil. 3-247
Tabla 95: Principales características educativas de la población Ucú. 3-247
Tabla 96: Principales características educativas de la población Umán. 3-247
Tabla 97: Derechohabiencia de la población municipal, Hunucmá. 3-248
Tabla 98: Derechohabiencia de la población municipal, Mérida. 3-248
Tabla 99: Derechohabiencia de la población municipal, Samahil. 3-248
Tabla 100: Derechohabiencia de la población municipal, Ucú. 3-249
Tabla 101: Derechohabiencia de la población municipal, Umán. 3-249
Tabla 102: Principales características de las viviendas ocupadas, Hunucmá. 3-249
Tabla 103: Principales características de las viviendas ocupadas, Mérida. 3-250
Tabla 104: Principales características de las viviendas ocupadas, Samahil. 3-250
Tabla 105: Principales características de las viviendas ocupadas, Ucú. 3-250
Tabla 106: Principales características de las viviendas ocupadas, Umán. 3-251
Tabla 107: Principales características económicas Hunucmá. 3-251
Tabla 108: Principales características económicas Mérida. 3-251
Tabla 109: Principales características económicas Samahil. 3-252
Tabla 110: Principales características económicas Ucú. 3-252
Tabla 111: Principales características económicas Umán. 3-252

Consulta Pública

Tabla 112: Población indígena y afromexicana en el municipio. 3-257
Tabla 113: Población de habla de lengua indígena en los municipios en que se ubica la Región Ecológica. .....
..... 3-260
Tabla 114: Localización de las cuencas visuales 3-269
Tabla 115: Evaluación de la calidad visual 3-273
Tabla 116: Factores para evaluar fragilidad en el paisaje 3-275
Tabla 117: Evaluación de Capacidad de absorción, utilizando determinación de fragilidad 3-277
Tabla 118: Valor asignado al Uso de Suelo y Vegetación de acuerdo al grado de conservación. 3-279
Tabla 119: Valor asignado al grado de Degradación del suelo 3-280
Tabla 120: Valor asignado a los Grados de Pendiente 3-281
Tabla 121: Valor obtenido de acuerdo al grado de conservación 3-282

Consulta Pública

3 DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

3.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

Para llevar a cabo el diagnóstico de un sistema territorial existen numerosos enfoques. Gómez Orea en su libro Ordenación Territorial (2007) adopta una aproximación por subsistemas y menciona los siguientes:

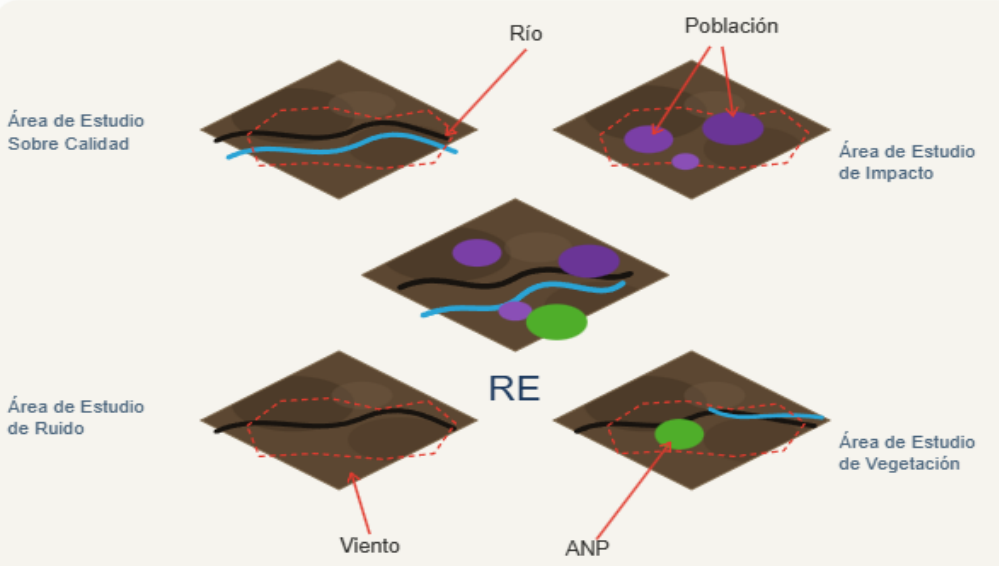
- **Medio físico:** elementos y procesos naturales del territorio.
- **Población:** sus actividades de producción, consumo y relación social.
- **Sistema de asentamientos:** el conjunto de asentamientos humanos y los canales a través de los que se relacionan.
- **Marco legal e institucional:** regula y administra las reglas de funcionamiento.

De igual manera, y de acuerdo a la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional de SEMARNAT (2022), se define a un Sistema Ambiental como un espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer un proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento. Concepto que se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas naturales y artificiales donde **se inserta el proyecto**, derivada de la selección e interrelación de componentes y factores ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc**.) con los que el proyecto interactuará en espacio y tiempo.**

Todos estos componentes pueden ser inventariados, analizados y cartografiados utilizando los Sistemas de Información geográfica (SIG).

Consulta Pública

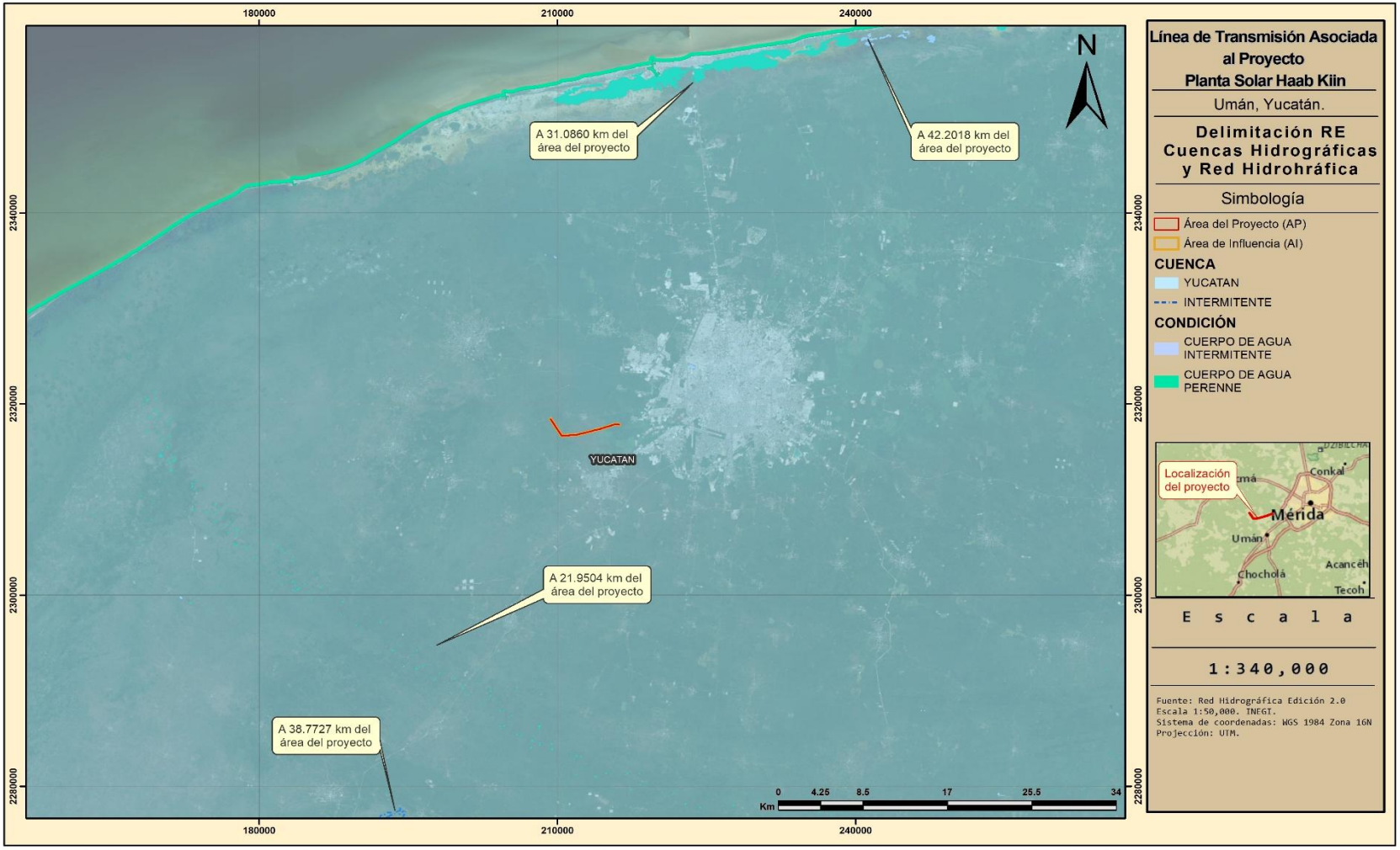
Figura 1: Selección e interrelación de componentes o procesos ecosistémicos



Para delimitar la Región Ecológico (RE) de este proyecto, se procesó (en software ArcGIS 10.8) la información referente a hidrografía, uso de suelo y vegetación, topografía y vías de comunicación con las que interactúa el Proyecto en tiempo y espacio:

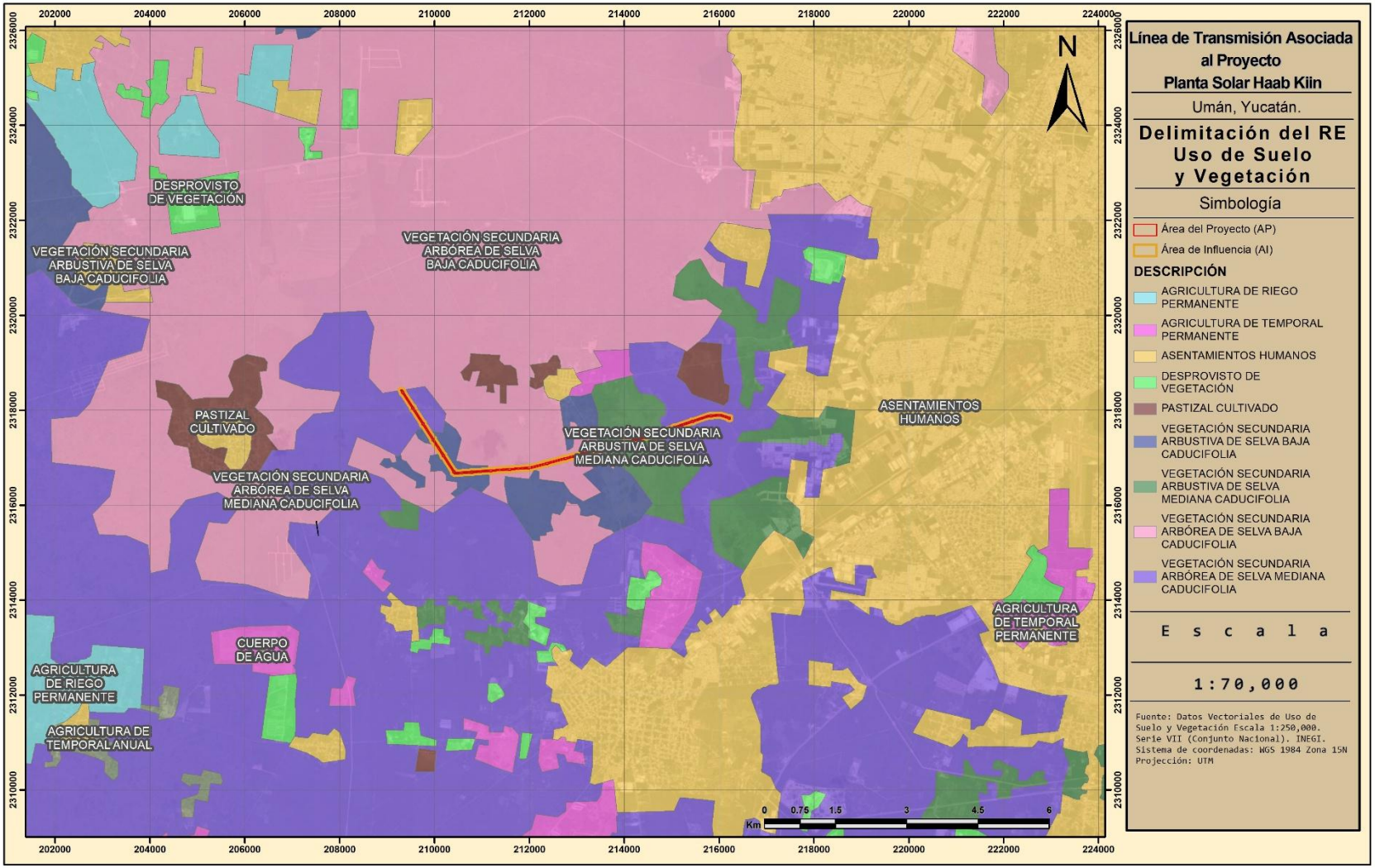
Consulta Pública

Mapa 1: Cuencas Hidrográficas y Red hidrográfica en las que incide el proyecto.

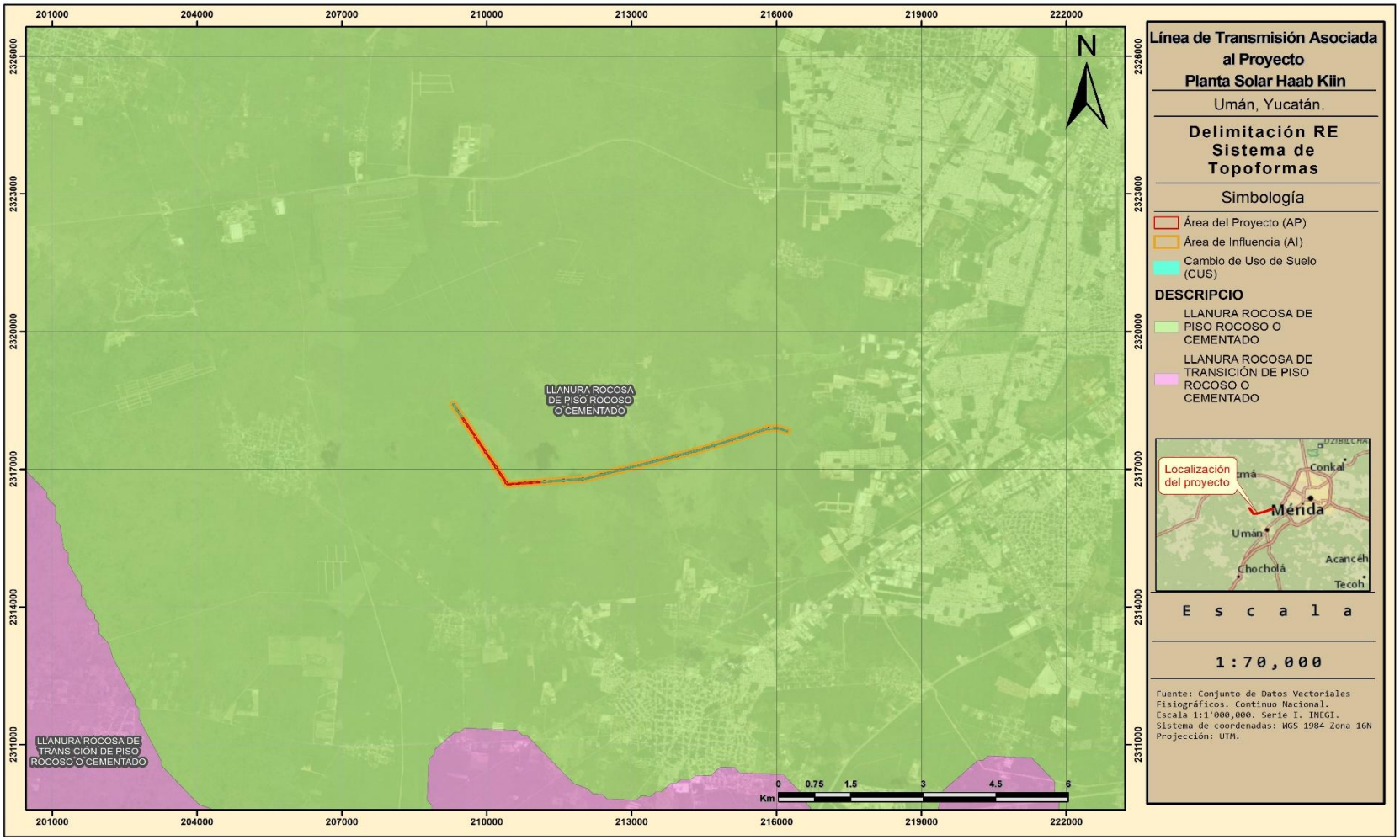


Consulta Pública

Mapa 2: Uso de suelo y vegetación en la que incide el Proyecto



Mapa 3: Topografía del área del Proyecto.



Mapa 4: Vías de comunicación



Consulta Pública

Una vez cargada dicha información, se observa que la región en donde se inserta el AP presenta las siguientes características:

- Se localiza dentro de la cuenca hidrográfica de la Yucatán.
- Sistema de topoformas correspondiente a una Llanura Rocosa de Piso Rocoso o Cementado.
- Pendiente plana.
- Amplio uso de suelo agropecuario, Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia con manchones de Pastizal y asentamientos humanos.

Considerando que la información presentada la región conformada por dichas características la RE puede acotarse a los límites establecidos por las vías de comunicación, mismas que funcionan como barreras físicas.

Los escurrimientos superficiales (arroyos, ríos) y las vías de comunicación (carreteras y caminos) son elementos clave para delimitar una Región Ecológica (RE), ya que actúan como barreras naturales y antropogénicas que definen la extensión de un ecosistema, influencian el flujo de agua, dispersión de contaminantes, movimiento de especies y marcan los límites espaciales para evaluar impactos ambientales. Para este caso en específico, se observa que los escurrimientos se encuentran a una distancia considerable del Área del Proyecto. Aun así, se considera que para la delimitación de una RE es importante;

Escurrimientos:

- **Límites Naturales:** Los cauces de ríos principales definen el área donde el agua fluye hacia un punto común, estableciendo límites claros para la RE.
- **Flujo de Vida:** Son corredores ecológicos para la fauna y conectan diferentes hábitats, por lo que su delimitación es crucial para entender la conectividad del ecosistema.

Vías de comunicación:

- **Barreras Físicas:** Carreteras, vías férreas, y otras infraestructuras actúan como barreras que fragmentan hábitats, impidiendo el movimiento de fauna y flora, y modificando los patrones de drenaje natural.
- **Fuentes de Impacto:** Son fuentes directas de perturbación (ruido, contaminación lumínica, residuos) y de alteración del paisaje, por lo que se delimitan áreas alrededor de ellas para evaluar sus efectos indirectos sobre la RE.
- **Marcadores Antrópicos:** Pueden servir como límites prácticos para definir el alcance de la RE, especialmente en estudios de impacto regional, al establecer hasta dónde llegarían los efectos significativos de un proyecto.

Tomando esto en cuenta, se establecieron los límites de la RE utilizando los siguientes elementos:

- Al Norte con la carretera Mérida - Tetiz
- Al Este colinda con el Periférico de Mérida – Lic. Manuel Berzunza
- Al Sureste con la Av. Internacional
- Al Suroeste y Oeste Hunucmá - Umán

Consulta Pública

En cuanto al Área de influencia (AI), se establece como una parte del RE con potencial influencia hacia y desde el proyecto y está contenida en el mismo sistema (por lo que cuenta con las mismas características de la región); es el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto, y que tienen potencial de alterar algún elemento ambiental.

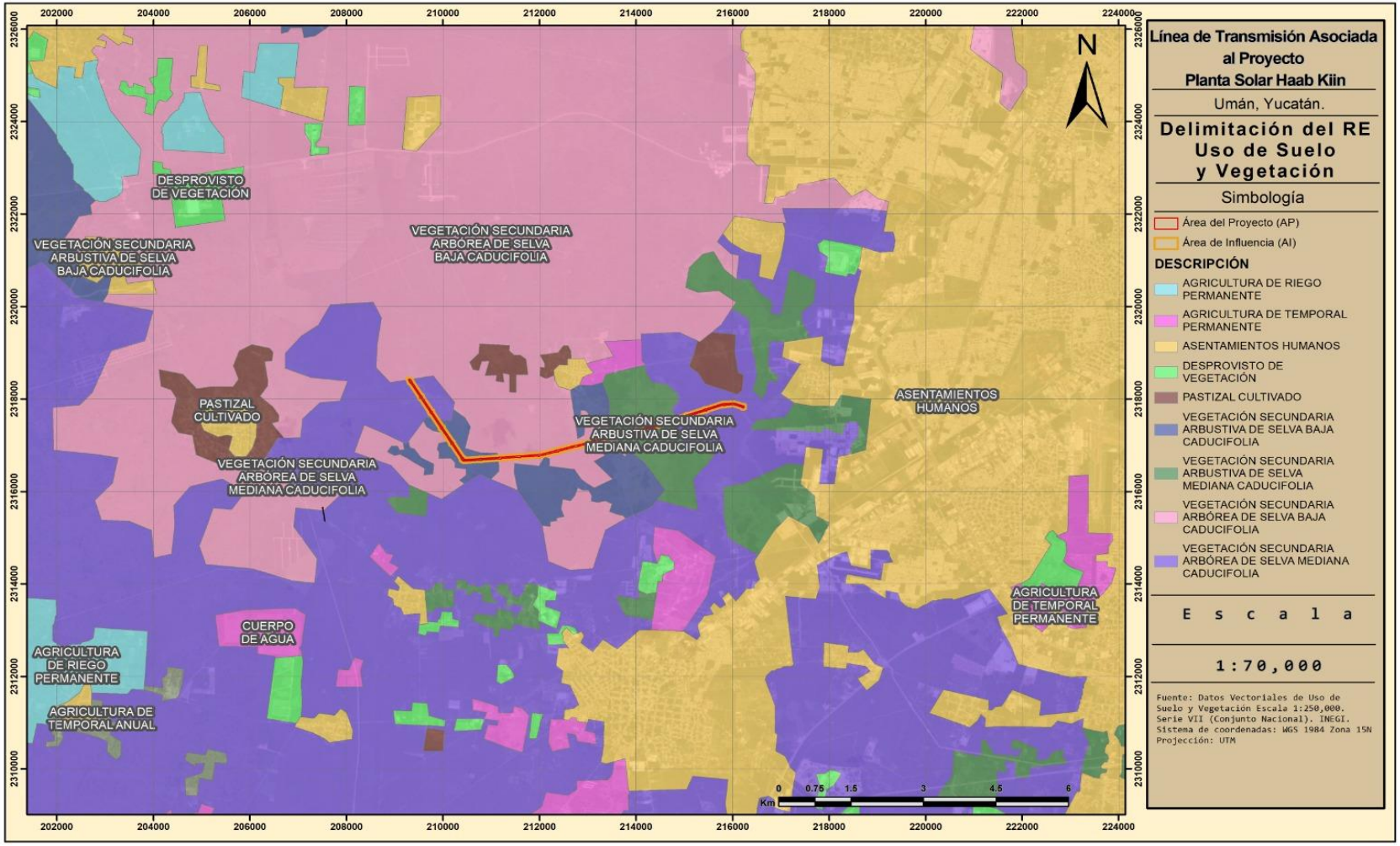
Bajo esta definición, se trazó un buffer perimetral que establece el límite exterior del AI de 80m (40 m de cada lado), de modo que esta unidad corresponde a la envolvente dentro de la cual los elementos del Proyecto son susceptibles de ser percibidos y, por tanto, de generar la afectación de mayor alcance identificada.

Una vez realizados los procesos y analizada la información, se obtuvieron los polígonos que se muestran en la siguiente figura, mismos que cuentan con las características solicitadas, entre las cuales destacan:

- Están delimitados en un sistema de proyección UTM 16N Datum WGS 1984.
- Contienen una continuidad en sus procesos ecológicos.
- Son adecuados en forma, tamaño y ubicación respecto al Proyecto.

Consulta Pública

Mapa 5: Delimitación de la RE y AI



El Área del Proyecto (AP), es el área directamente afectada por la construcción de la infraestructura (temporal y permanente) y se localiza en el municipio de Umán, en el estado de Yucatán.

Una vez definidos la RE, AI y AP se procedió a describir la línea de base, esto se realizó considerando la compilación y el análisis de información bibliográfica existente. Posteriormente se realizaron visitas a campo para el reconocimiento de la zona y recopilación de información específica tanto del medio físico, biótico y social. Además de definir y evaluar la línea base ambiental, se identificaron los patrones de cambio observados en los últimos años, con la finalidad de poder extrapolar el estado del medio ambiente en el corto, mediano y largo plazo.

Las dimensiones de las superficies de cada área se definen a continuación:

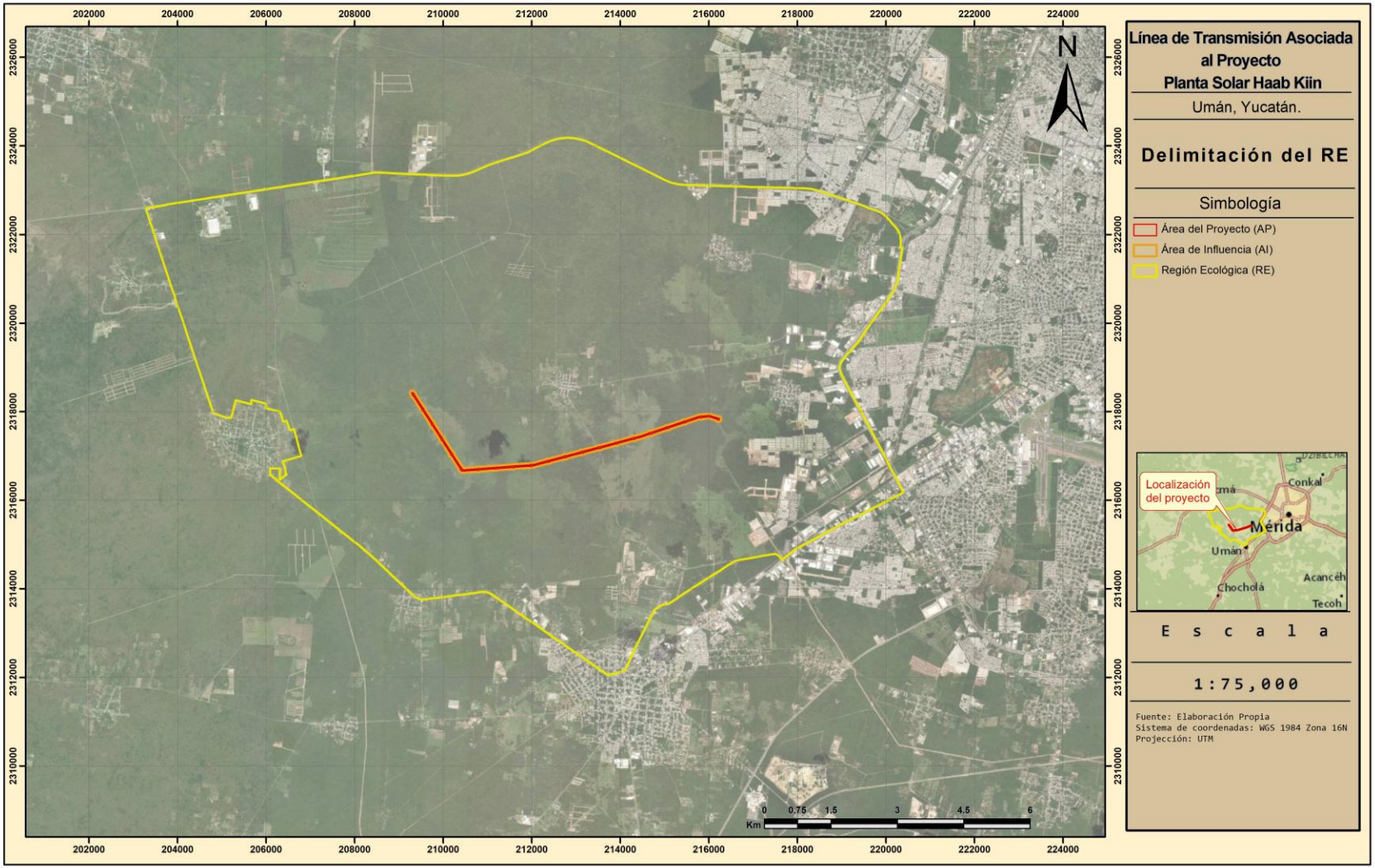
- Región Ecológica (RE) **13,420.5935ha**
- Área de Influencia (AI) **89.8855ha**
- Área del Proyecto (AP) **23.5252ha**
    - Cambio de Uso de Suelo **5.8362ha**

Cabe mencionar que dentro de la superficie del AP se requerirá el CUS de 5.8362ha, correspondientes a la superficie de infraestructuras (vegetación secundaria de selva mediana caducifolia y vegetación secundaria de selva baja caducifolia).

Todas las coordenadas de cada uno de los vértices que delimitan la poligonal de las tres áreas se adjuntan en hojas de cálculo de Microsoft Excel, llamada “Coordenadas” con formato .xls y .csv, en el anexo del capítulo 1. Estas coordenadas se encuentran en el sistema proyectado Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS 1984. Zona 16N.

Consulta Pública

Mapa 6: Región Ecológica (RE)



Mapa 7: Área de Influencia



3.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA

La RE delimitado para el Proyecto se encuentra en los municipios **Hunucmá, Ucú, Umán y Mérida** del estado de **Yucatán**; dentro de la subprovincia fisiográfica de "Carso Yucateco", perteneciente a la provincia fisiográfica "Península de Yucatán"; en una zona donde la morfología del terreno está representada por una Llanura. Estas llanuras son áreas continuas de la superficie terrestre, relativamente planas, a veces suavemente quebradas y onduladas, pero sin elevaciones o depresiones prominentes.

La ganadería es otro de los sectores que favorecen la economía, en donde las condiciones naturales propician el desarrollo de dicha actividad. Se da la producción de cabezas de ganado vacuno principalmente, también se lleva a cabo actividades de apicultura y agricultura de calabazas en áreas cercanas a las localidades.

Dichas actividades han ocasionado la fragmentación del hábitat y de la vegetación natural, pudiendo apreciarse remantes de vegetación, que corresponden a la fase sucesional de vegetación secundaria de selva mediana caducifolia, con pastizal inducido derivado de las actividades de ganadería principalmente.

En cuanto al suelo y de acuerdo a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la zona de la RE presenta degradación ligera química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, esta degradaciones traen como consecuencia el agotamiento de nutrientes y la acidificación del suelo que resultan como consecuencia de, entre otras causas, el agotamiento de la materia orgánica; debido al uso indiscriminado de agroquimicos y el mal manejo o disposición de desechos provenientes de la agricultura, por otro lado, también presenta una degradación extrema fisica por perdida de la función productiva por urbanización, esto derivado de las actividades, por sellamiento del suelo con concreto para vialidades y zonas habitacionales.

Por otro lado, este cambio de uso de suelo ha propiciado la presencia de fauna asociada al disturbio, como lo son los perros callejeros, ratas, zanates y los tordos (aves indicativas de actividades antropogénicas).

De igual manera, al presentar un cambio visible del estado natural, se puede apreciar la degradación del paisaje. Esto se puede apreciar en gran parte de la RE, misma que presenta evidencia del desarrollo antropogénico, como lo son líneas de transmisión eléctrica; vías de comunicación, como carreteras federales, municipales y caminos de terracería. De igual manera, se encuentran presentes asentamientos humanos.

Es debido a estas características que la RE presenta alteración, ya que se observan indicadores de perturbación y la perdida de los elementos naturales.

Considerando esto, se procedió a analizar las condiciones actuales de los indicadores ambientales dentro de la RE.

Los indicadores ambientales se pueden describir como "medidas físicas, químicas, biológicas o socioeconómicas que mejor representan los elementos clave de un ecosistema o de un tema ambiental". En este caso, los indicadores ambientales que deberán analizarse

Consulta Pública

a razón de evaluar los impactos que el Proyecto generará son flora, fauna, suelo, agua, calidad escénica y paisaje, así como el medio socioeconómico.

3.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL RE

3.3.1 Medio abiótico

Los componentes abióticos son los distintos componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos; entre los más importantes son: el agua, la temperatura, el suelo, la humedad y el aire.

3.3.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

El clima comprende valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un período representativo: temperatura, humedad, presión, viento y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años como mínimo. Estas épocas necesitan ser más largas en las zonas subtropicales y templadas que en la zona intertropical, especialmente, en la faja ecuatorial, donde el clima es más estable y menos variable en lo que respecta a los parámetros climáticos.

Los factores naturales que afectan al clima son la latitud, altitud, orientación del relieve, continentalidad (o distancia al mar) y corrientes marinas. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), respectivamente.

El clima es un sistema complejo por lo que su comportamiento es difícil de predecir. Por una parte, hay tendencias a largo plazo debidas normalmente a variaciones sistemáticas como la de la concentración de los gases de efecto invernadero, la de la radiación solar o los cambios orbitales.

Para el estudio del clima hay que analizar los elementos del tiempo: la temperatura, la humedad, la presión, los vientos y las precipitaciones. De ellos, las temperaturas medias mensuales y los montos pluviométricos mensuales son los datos más importantes que normalmente aparecen en los gráficos climáticos.

Consulta Pública

3.3.1.1.1 Tipos de clima

Las fórmulas para los tipos de clima de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García (García, E. 1964), que se encuentran en la RE son:

- **BS1(h')w**
- **Aw0**

Mientras que en el AI y AP es:

- **Aw0**

Donde, según las definiciones del Diccionario de Datos Climáticos de INEGI (INEGI 2001):

A: Corresponde al Cálido de los cálidos, con temperatura media del mes más frío mayor de 18°C y temperatura media anual mayor de 22°C.

B: Seco temperaturas diversas y la evaporación excede a la precipitación

S: Subhúmedo

1: Humedad media entre 43.2 y 55.3

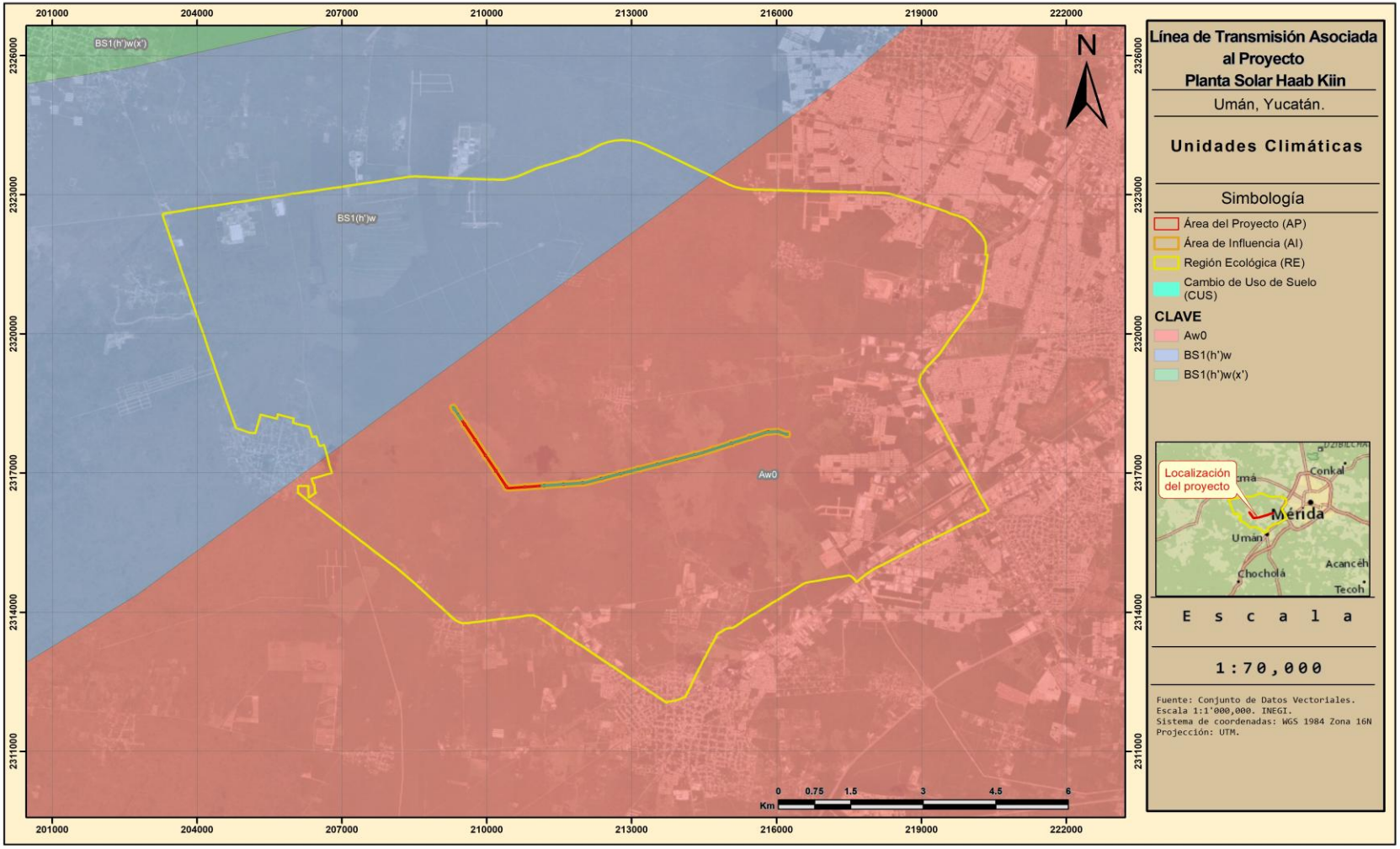
(h´): Muy cálido de los secos, temperaturas medias, anual >22°C y del mes más frío >18°C

w: Subhúmedo, son aquellos cuyo régimen de lluvias es de verano, escasas todo el año o de invierno

0: Menos húmedo

Consulta Pública

Mapa 8: Unidades Climáticas, INEGI (2008)



Los datos mensuales y anuales de temperatura y precipitación fueron recopilados mediante el “POWER Data Access Viewer” v2.4.2, perteneciente a la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), ingresando las coordenadas del AP y seleccionando los parámetros a reportar. Esta herramienta cuenta con los datos registrados en un periodo de 43 años (1981 – 2024), de los cuales se obtuvieron promedios mensuales y anuales, mismos que se presentan a continuación:

3.3.1.1.2 Temperatura

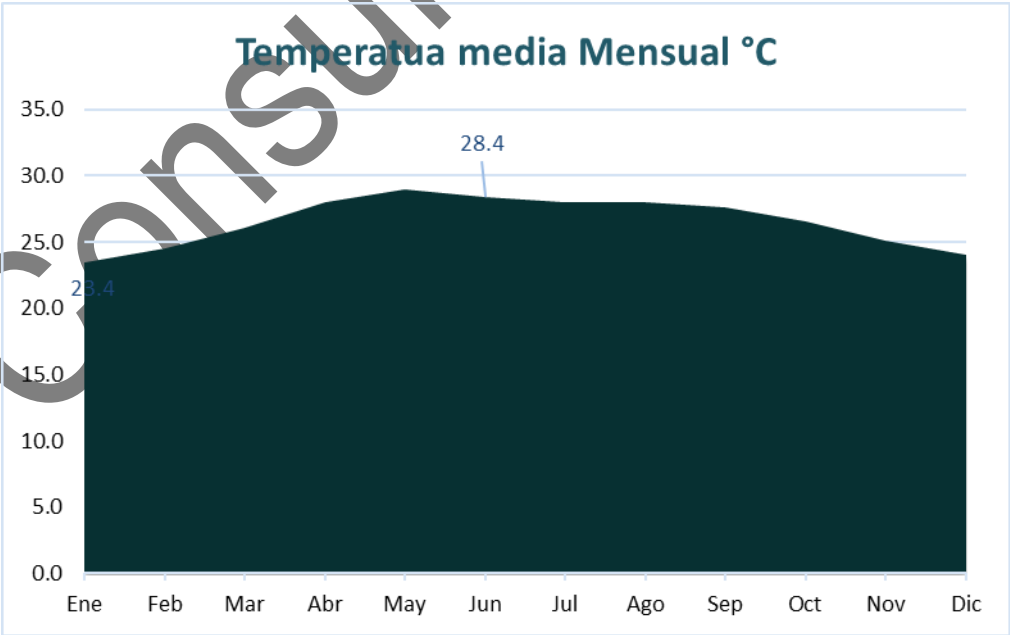
La temperatura media normal más baja se presenta en el mes de enero con **23.4°C** y la más alta en el mes de mayo con **29.0°C**. La temperatura media normal anual registrada es de **26.6°C.**

Según las Isotermas medias anuales, escala 1:1’000,000 de CONABIO, el rango de temperatura presente en la RE, AI y AP va desde los 24°C hasta los 26°C.

Tabla 1:Temperatura Media Mensual, NASA.

Temperatura Media Mensual °C.												
Meses												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
23.4	24.5	26.0	27.9	**29.0**	28.3	28.0	28.0	27.6	26.5	25.1	24.0	**26.5**
Coordenadas de Localización:					*__Latitud:__ 17.718956° __Longitud:__ -94.922114*							
Fuente: POWER Data Access Viewer, v2.0.0, NASA												

Tabla 2: Gráfico, Temperatura Media Mensual.



Consulta Pública

3.3.1.1.3 Temperaturas extremas

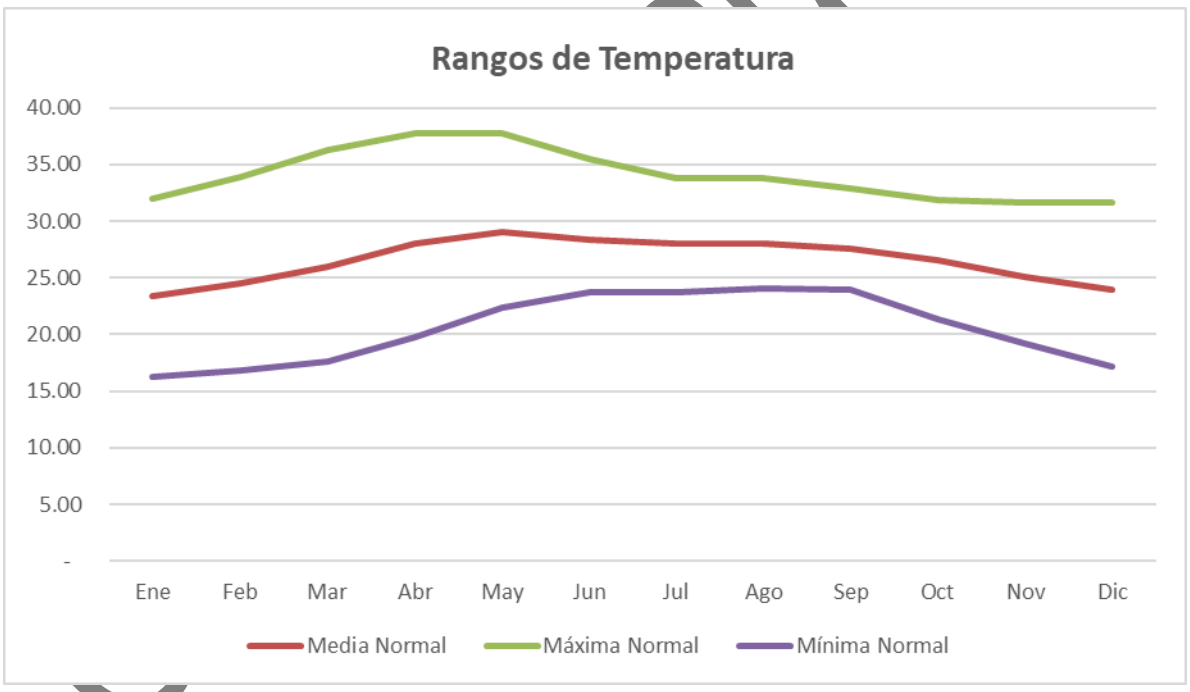
La temperatura máxima normal anual registrada es de **34.0°C**; con la máxima mensuales más altas registradas durante los meses de **abril y mayo**, con **37.7°C.**

La temperatura mínima normal anual registrada es de **20.5°C** y la mínima mensual más baja se registra durante el mes de **enero**, con **16.2°C**.

Tabla 3: Temperaturas Extremas, CONAGUA.

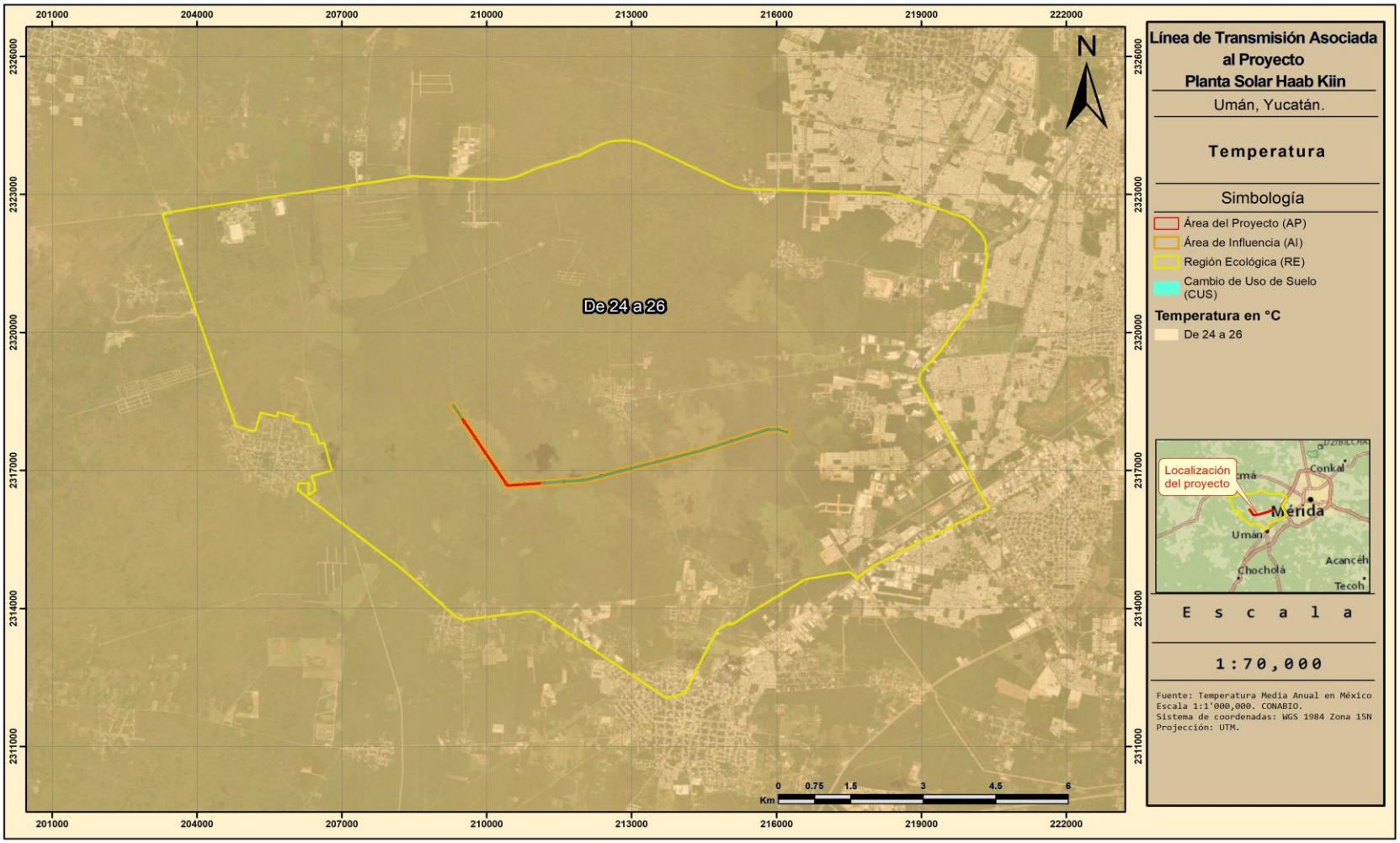
Temperaturas Extremas °C.													
Concepto	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
Media Normal	**23.4**	24.5	26.0	27.9	**29.0**	28.3	28.0	28.0	27.6	26.5	25.1	24.0	**26.5**
Máxima	31.9	33.8	36.3	**37.7**	**37.7**	35.4	33.8	33.7	32.8	31.9	31.6	31.7	**34.0**
Mínima	**16.2**	16.8	17.6	19.8	22.4	23.7	23.7	24.0	23.9	21.3	19.1	17.1	**20.5**
Coordenadas de Localización: ***Latitud:*** *17.718956°* ***Longitud:*** *-94.922114*													
Fuente: POWER Data Access Viewer, v2.0.0, NASA													

Figura 2: Gráfico, Temperaturas Extremas.



Pública

Mapa 9: Rangos de Temperatura, CONABIO.



3.3.1.1.4 Precipitación

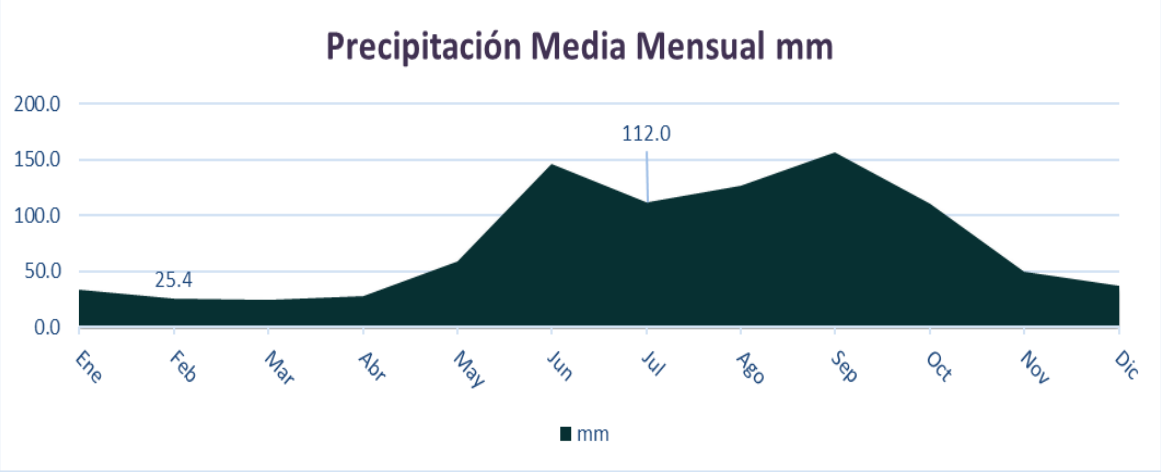
En el área de estudio, la temporada de lluvias se presenta dentro del periodo de mayo a octubre (régimen de lluvias de verano). El mes de septiembre presenta la mayor cantidad de incidencia pluvial, con un registro de **156.9mm**. Por el contrario, el mes más seco es marzo, con un valor promedio de **24.4mm.** Así mismo la precipitación normal anual en esta zona es de **909.8mm**.

La precipitación dentro de la RE, AI y AP va de los 801mm a los 1,000mm; según los datos de Precipitación total anual, escala 1:1'000,000 de CONABIO.

Tabla 4: Precipitación media

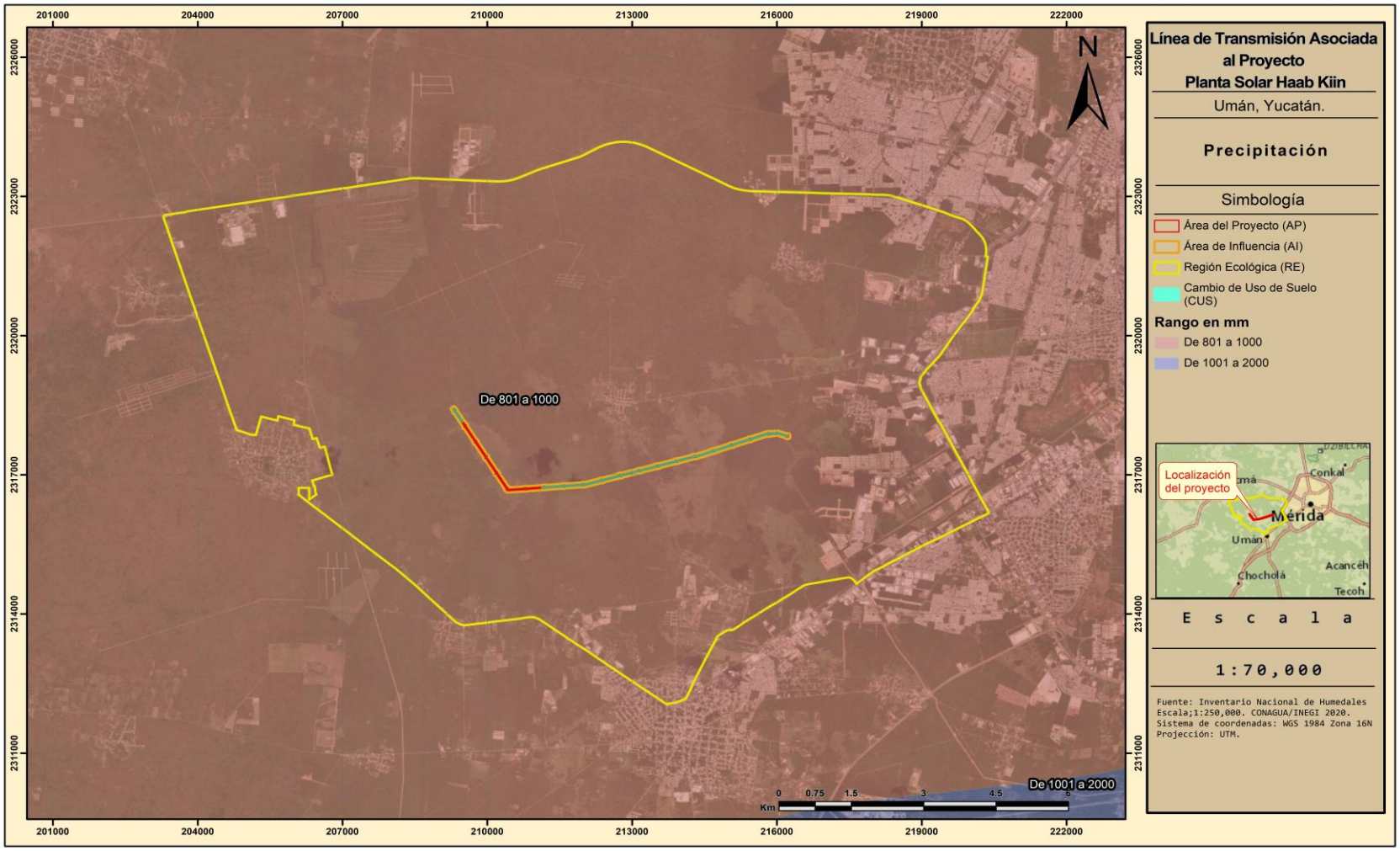
Temperatura Media Mensual °C.												
Meses												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
33.7	25.4	**25.4**	28.1	59.3	146.6	112.0	126.6	**156.9**	110.7	49.5	**36.7**	**909.8**
Coordenadas de Localización:						*__Latitud:__ 17.718956° __Longitud:__ -94.922114*						
Fuente: POWER Data Access Viewer, v2.0.0, NASA												

Figura 3: Grafico, Precipitación media



Pública

Mapa 10: Rango de precipitación



3.3.1.1.5 Evapotranspiración

Los valores de evaporación para el área de estudio se calcularon mediante el método de Turc (1961), utilizando los datos climatológicos, por la Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio (NASA, por sus siglas en inglés, 2017); así como de radiación solar extraterrestre y de número de horas de sol máximas publicadas por Javier Almorox Alonso, en las tablas de la Universidad Politécnica de Madrid (2010), utilizando los datos pertenecientes a la latitud del AP (20).

Cálculo de la E.T.P. Evapotranspiración potencial mensual (mm)

$$ETP_{TURi} = f_i - [tm_i / (tm_i + 15)] * [R_i + 50] * C_i$$

Donde:

f_i = Factor de corrección mensual: 0.37 para febrero; 0.4 para el resto de los meses.

tm_i = Temperatura media mensual (C°).

R_i = Radiación solar global media en el suelo (MJ/m-2/día-1), calculada por medio de la expresión:

$$R_i = Rtt\ (0.18 + 0.62 * (n_i / N_i))$$

Donde:

Rtt = Radiación solar extraterrestre (MJ/m-2/día-1)

ni = Horas de insolación reales (h/día)

Ni = Horas de insolación máxima (h/día)

Consulta Pública

Tabla 5: Radiación Solar global media

Radiación Solar Extraterrestre (cal/cm2/día)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Rtt	26.7	30.8	34.8	38	39.3	39.5	39.3	38.4	36	32.3	28.1	25.7
ni	4.63	5.12	5.55	5.56	4.84	3.80	4.44	4.68	4.50	4.79	5.18	4.81
Ni	11	11.5	12	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9
Ri	11.779	14.050	16.239	17.229	16.075	14.108	15.263	15.624	14.652	14.021	13.113	11.664

C_i = Factor de corrección para zonas áridas, en función de la humedad relativa del mes:

$$C_i = 1; \text{ si HR} > 50\%$$

$$C_i = 1 + [(50-HR) / 70]$$

Tabla 6: Factor de corrección para zonas áridas

Factor de corrección para zonas áridas												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Humedad relativa	72.23	68.91	64.12	62.16	64.24	75	77.49	78.77	81.78	80.12	76.6	74.84
Factor de corrección	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Sustituyendo los datos en el cálculo para la ETP:

Tabla 7: Evapotranspiración mensual Turc (1961)

Evapotranspiración Mensual TURC													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
fi	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
tm	23.4	24.5	26.0	28.0	29.0	28.4	28.0	28.0	27.6	26.6	25.1	24.0	
Ri	11.78	14.05	16.24	17.23	16.08	14.11	15.26	15.62	14.65	14.02	13.11	11.66	
Ci	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	Anual
ETP	15.071	14.701	16.812	17.507	17.423	16.774	17.001	17.098	16.755	16.366	15.802	15.179	**196.488**

Consulta Pública

Por lo que, en el área de estudio, la evapotranspiración anual alcanza los **196.488mm**, lo que representa el **21.60%** de la precipitación total anual de **909.8mm.**

Tabla 8: Valores de Radiación Solar Extraterrestre[1]

TABLA: RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE

Lat º Norte	HEMISFERIO NORTE Ra en MJ ·m^{-2}·día^{-1}											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0.0	36.1	37.6	38.0	36.8	34.8	33.4	33.8	35.5	37.1	37.4	36.5	35.7
2.0	35.3	37.1	37.9	37.1	35.4	34.2	34.5	36.0	37.2	37.1	35.8	34.8
4.0	34.5	36.6	37.7	37.4	36.0	34.9	35.2	36.4	37.3	36.8	35.1	33.9
6.0	33.6	36.0	37.5	37.6	36.6	35.6	35.8	36.8	37.3	36.4	34.3	33.0
8.0	32.7	35.4	37.3	37.8	37.1	36.3	36.4	37.2	37.2	35.9	33.5	32.1
10.0	31.8	34.7	37.0	38.0	37.5	36.9	37.0	37.5	37.1	35.4	32.7	31.1
12.0	30.9	34.0	36.7	38.0	38.0	37.5	37.6	37.8	37.0	34.9	31.8	30.1
14.0	29.9	33.3	36.3	38.1	38.4	38.1	38.0	38.0	36.8	34.3	30.9	29.0
16.0	28.9	32.5	35.8	38.1	38.7	38.6	38.5	38.2	36.6	33.7	30.0	27.9
18.0	27.8	31.7	35.4	38.1	39.0	39.1	38.9	38.3	36.4	33.0	29.1	26.9
20.0	26.7	30.8	34.8	38.0	39.3	39.5	39.3	38.4	36.0	32.3	28.1	25.7
22.0	25.6	29.9	34.3	37.8	39.5	39.9	39.6	38.4	35.7	31.6	27.0	24.6
24.0	24.5	29.0	33.7	37.7	39.7	40.3	39.9	38.5	35.3	30.8	26.0	23.4

Tabla 9: Valores de Hora Sol Máximas[2]

NÚMERO DE HORAS DE SOL MÁXIMAS

Tabla: Número de horas de sol máximas (h/día) para el hemisferio Norte (calculadas para el día de cada mes).

Lat. º N	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
2	12.0	12.1	12.1	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.1	12.1	12.0	12.0
4	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.0	11.9	11.9
6	11.8	11.9	12.1	12.2	12.4	12.5	12.4	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8
8	11.7	11.9	12.1	12.3	12.5	12.6	12.5	12.4	12.2	12.0	11.8	11.7
10	11.6	11.8	12.1	12.3	12.6	12.7	12.7	12.5	12.2	11.9	11.7	11.5
12	11.5	11.7	12.0	12.4	12.7	12.8	12.8	12.5	12.2	11.9	11.6	11.4
14	11.4	11.7	12.0	12.4	12.8	12.9	12.9	12.6	12.2	11.8	11.5	11.3
16	11.3	11.6	12.0	12.5	12.9	13.1	13.0	12.7	12.2	11.8	11.4	11.2
18	11.2	11.5	12.0	12.5	13.0	13.2	13.1	12.8	12.3	11.8	11.3	11.1
19	11.1	11.5	12.0	12.6	13.0	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.3	11.0
20	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9
21	11.0	11.4	12.0	12.6	13.1	13.4	13.3	12.9	12.3	11.7	11.2	10.9
22	10.9	11.4	12.0	12.6	13.2	13.5	13.4	12.9	12.3	11.7	11.1	10.8

[1] Universidad Politécnica de Madrid: http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-3/TABLA-RADIACION-SOLAR- EXTRATERRESTRE. pdf/view? set_l anguage=en

[2] Universidad Politécnica de Madrid: http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-3/TABLA-NUMERO-DE-HORAS-DE-SOL-MAXIMAS.pdf

3.3.1.1.6 Vientos dominantes (dirección y velocidad) en forma mensual y anual

El viento es un elemento climatológico definido como el aire en movimiento y se describe por dos características: la velocidad y la dirección. Debido a esto, es que se considera un vector con magnitud (dada por la velocidad) y dirección.

Los datos de velocidad de los vientos fueron obtenidos mediante el "POWER Data Access Viewer" v2.0.0, perteneciente a la NASA, ingresando las coordenadas del Proyecto y seleccionando los parámetros de viento, como lo son la velocidad (m/s) y la dirección del mismo (grados).

Esta herramienta cuenta con datos climatológicos, registrados en un periodo de 43 años (enero 1981 – diciembre 2024).

De acuerdo a los datos, la velocidad promedio anual del viento es de **1.94m/s**, siendo los meses de marzo y abril los que alcanzan la velocidad más alta, con **2.21m/s**.

Tabla 10: Dirección y velocidad del viento a 2 m, POWER Data Access Viewer (NASA)

Dirección de los vientos													
	Ene	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
Velocidad	2.02	2.07	2.21	2.21	2.12	1.83	1.72	1.62	1.63	1.92	1.99	1.95	**1.94**
Grados	52.74	58.85	62.5	68.58	68.95	81.73	77.96	75.54	73.55	56.47	51.53	55.41	**65.23**
Dirección	NE	NE	NE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	NE	NE	NE	**NE**
Datos climatológicos pertenecientes al periodo: enero 1981-diciembre 2024													

Consulta Pública

3.3.2 Fenómenos climatológicos

3.3.2.1 Heladas

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella. Durante los meses fríos del año en México (noviembre-febrero), se presentan temperaturas menores de 0°C debido al ingreso de aire polar continentales, generalmente secas, provenientes de Estados Unidos. Las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de las grandes masas polares que desde finales del otoño, se desplazan de norte a sur sobre el país.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres y debido a la ubicación de la RE, AI y AP; el riesgo por bajas temperaturas es **muy bajo.**

3.3.2.2 Ciclones (huracanes)

Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañada de lluvias intensas. Los ciclones del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico y Pacífico entre los 5° y 15° de latitud y se desplazan hacia el oeste. Se presentan durante la época cálida.

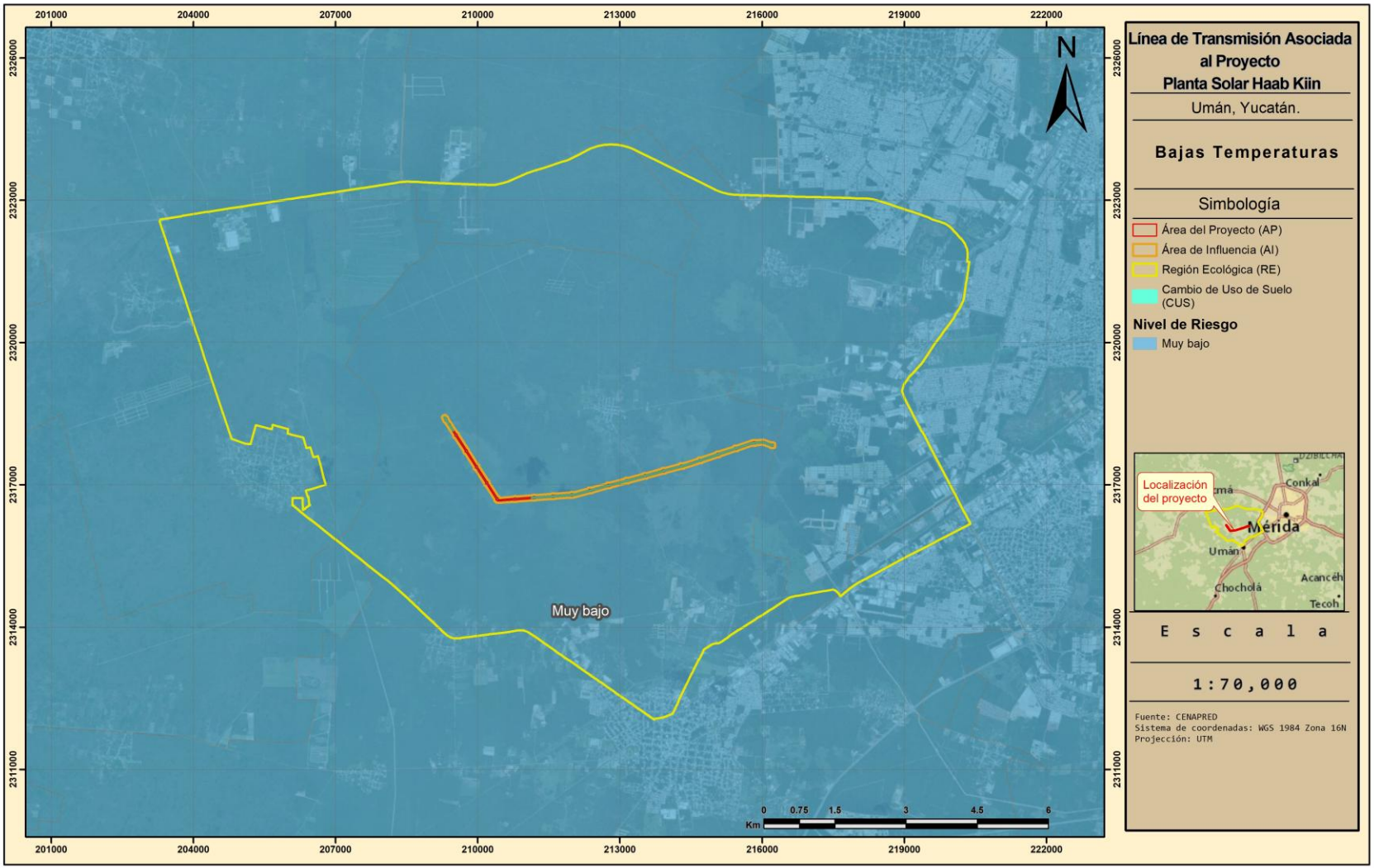
Los aspectos destructivos de los ciclones tropicales, que marcan su intensidad, se deben principalmente a cuatro aspectos: viento, oleaje, marea de tormenta y lluvia. Los efectos positivos, es que traen consigo lluvias para las cosechas de temporada, el riego en zonas semiáridas (CENAPRED).

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres y debido a la localización de la RE se encuentra en una zona donde se presentan los riesgos de **bajo, alto a muy alto**.

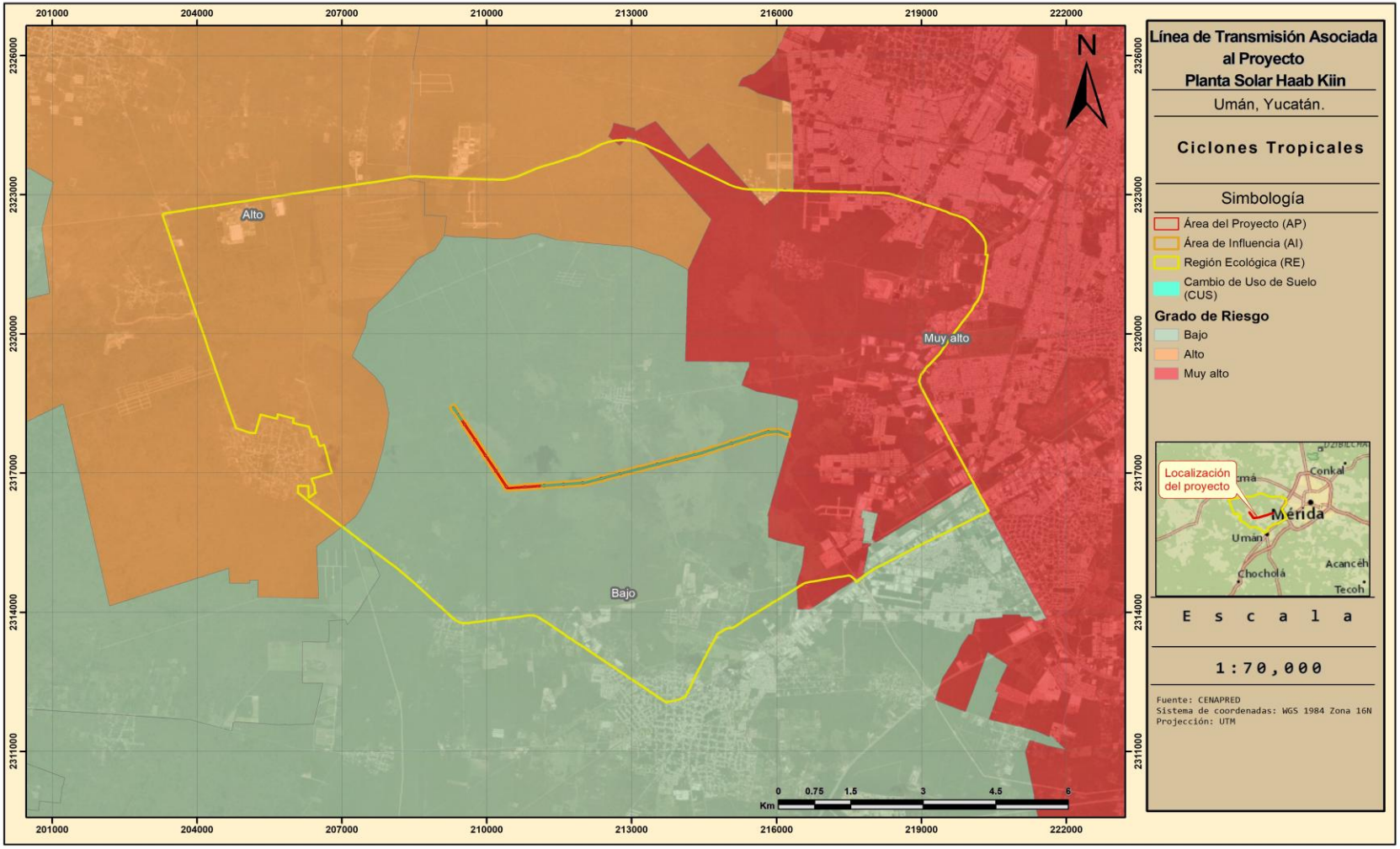
Mientras que en el AI y AP; el riesgo es **bajo** a ciclones tropicales.

Consulta Pública

Mapa 11: Riesgo por Heladas



Mapa 12:Riesgo por ciclones



3.3.2.3 Granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulunimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbo son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento características de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua muy enfriada, esto es, de agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm; las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve.

Conforme al Atlas Nacional de Riesgos elaborado por el CENAPRED, la RE, AI y AP se encuentra en una zona donde el riesgo por granizo es **muy bajo**.

3.3.2.4 Sequías

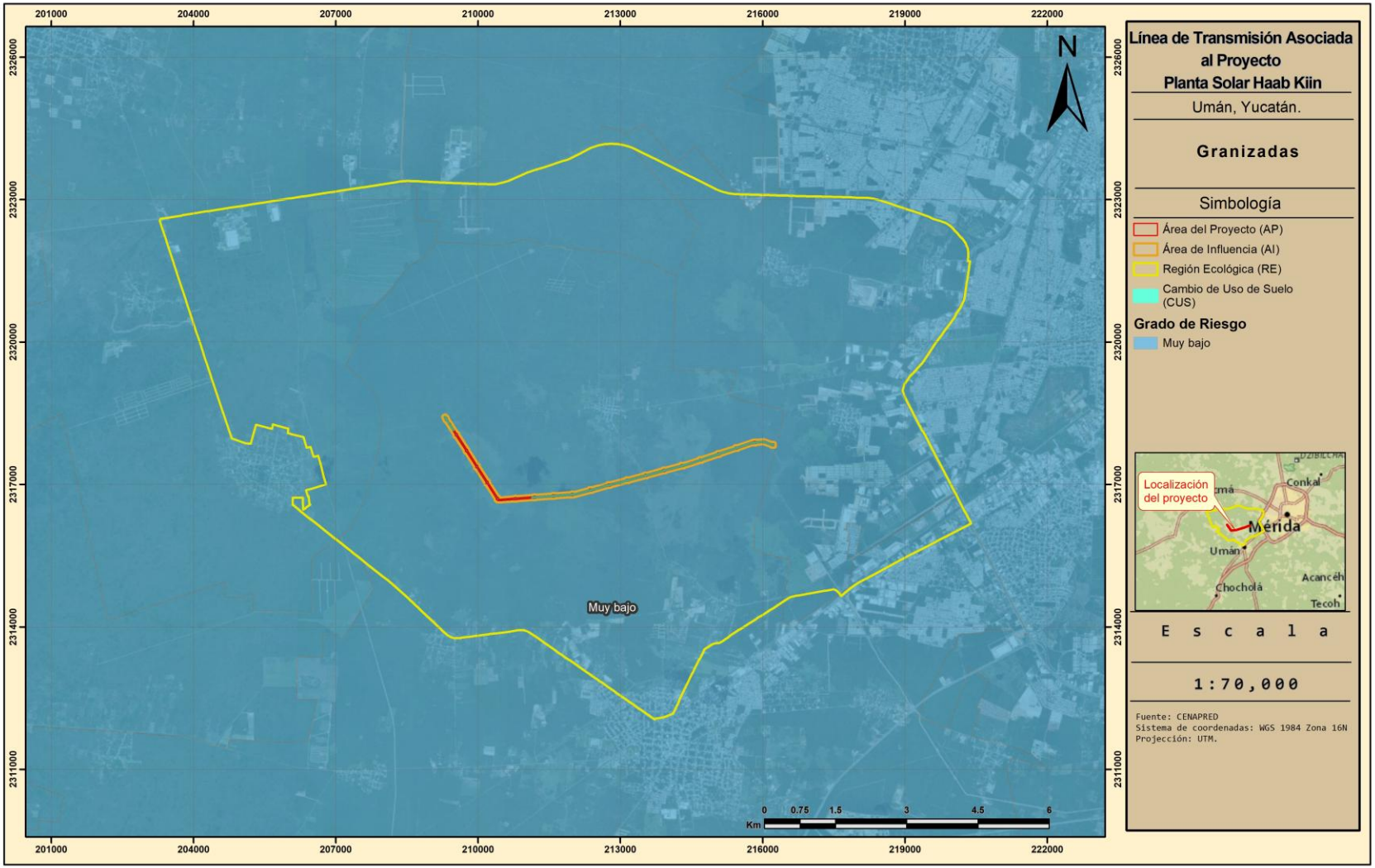
La sequía es una condición normal y recurrente del clima. Ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico.

Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como el cambio en el uso del suelo (la deforestación, agricultura, zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características hidrológicas de la región. Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto de la sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

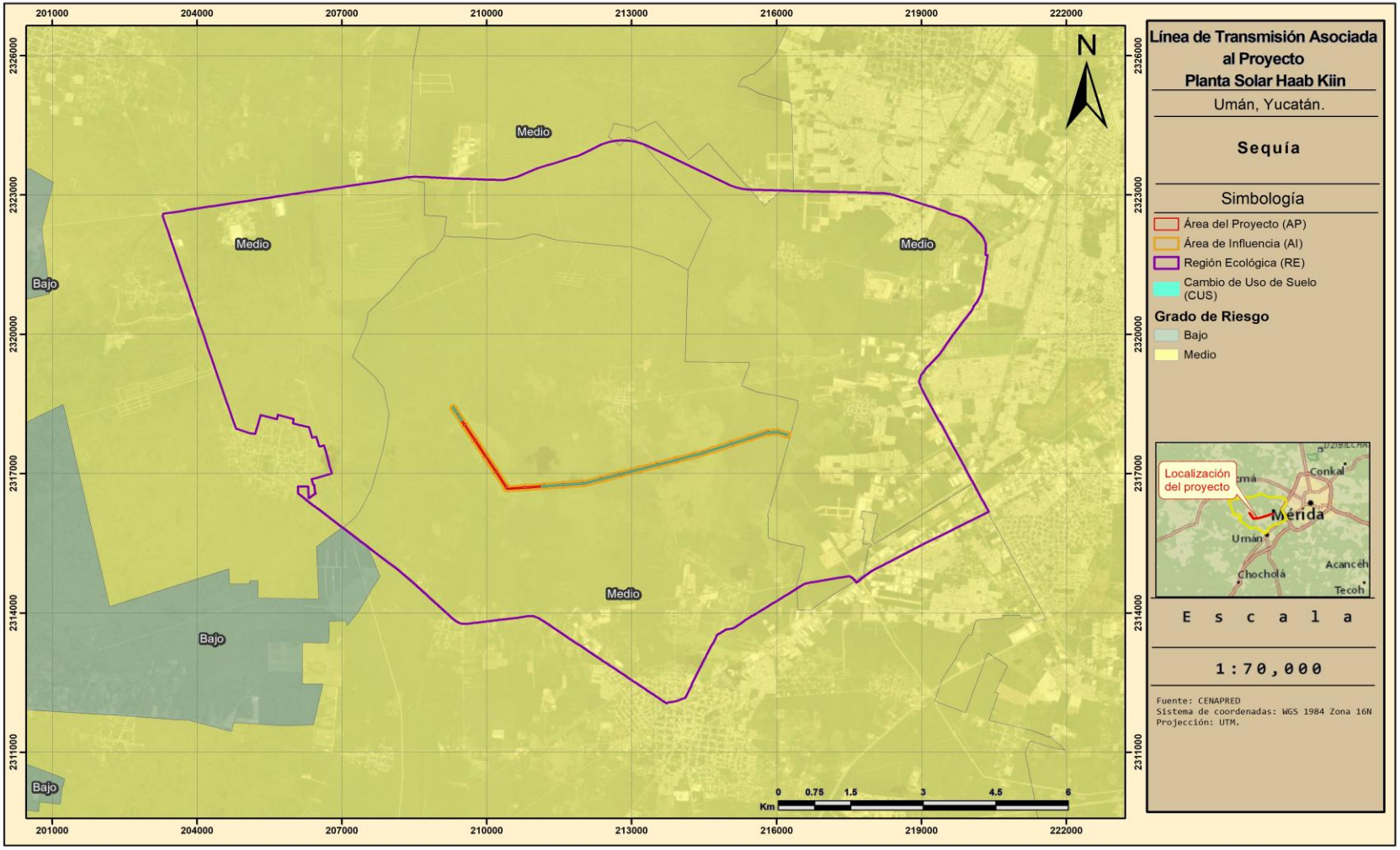
De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, la RE, AI y AP se encuentra en una zona con riesgo **medio** por sequía.

Consulta Pública

Mapa 13: Riesgo por granizo



Mapa 14: Riesgo por sequía



Consulta Pública

3.3.2.4.1.1 Inundaciones

Acorde con el Glosario Hidrológico Internacional (OMM, 2012) la definición oficial de inundación es: “Aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso, “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

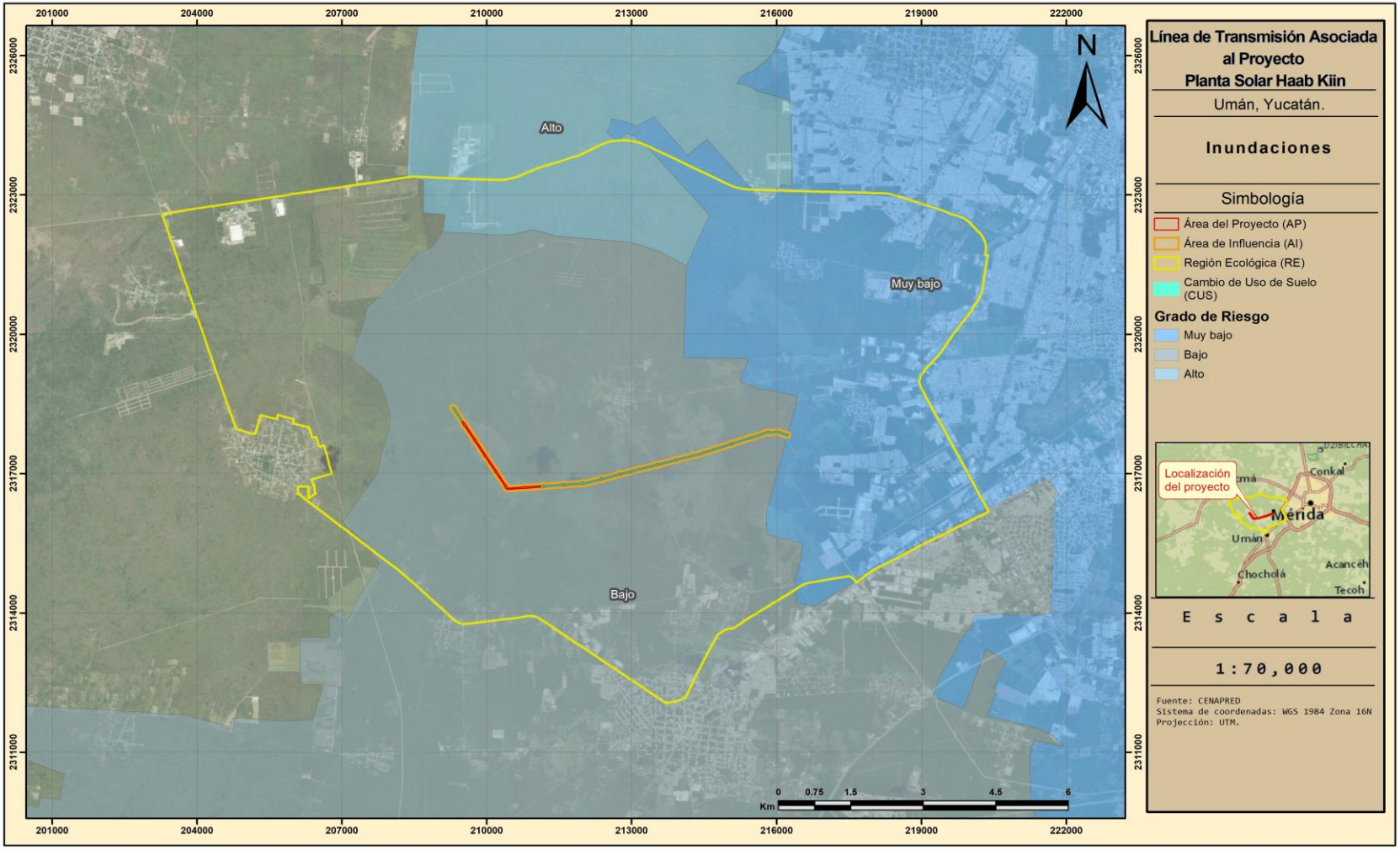
CENAPRED en su Atlas Nacional de Riesgo, cataloga algunas áreas de la RE como riesgo muy bajo al este, bajo en la parte central y alto en la parte norte; en cuanto al AI y AP se encuentran en una zona de riesgo **baja.**

3.3.2.4.1.2 Conclusiones

Con base en la información del Atlas Nacional de Riesgos y con información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), se concluye que la RE, el AI y el AP presentan, en términos generales, un nivel de susceptibilidad bajo a moderado frente a los principales fenómenos hidrometeorológicos analizados. El riesgo por bajas temperaturas y granizo se clasifica como **muy bajo** en las tres áreas de análisis, mientras que el riesgo por sequía corresponde a un nivel **medio**. Respecto a los ciclones tropicales, la RE presenta una variabilidad espacial que va de riesgo **bajo a muy alto**; sin embargo, el AI y el AP se localizan en zonas de riesgo **bajo**, lo que reduce la probabilidad de afectaciones directas al Proyecto. Asimismo, para el fenómeno analizado por el CENAPRED, la RE presenta distintos niveles de peligro, desde muy bajo en su porción oriente, bajo en la zona central y alto hacia el norte, mientras que el AI y el AP permanecen dentro de una categoría de riesgo bajo.

Consulta Pública

Mapa 15: Riesgo por inundaciones



Consulta Pública

3.3.3 Geomorfología

3.3.3.1 Fisiografía

La RE, AI y AP, se localizan dentro de la provincia fisiográfica **Península de Yucatán**, en la subprovincia **Carso Yucateco.**

A continuación, se describen las características de las mismas.

Provincia fisiográfica Península de Yucatán

La provincia fisiográfica Península de Yucatán, está formada por una plataforma calcárea de origen marino, que empezó a emerger desde hace aproximadamente 26 millones de años, la parte norte es la más reciente; se trata de terreno plano con una delgada alineación de lomas y cerros bajos que se le conoce como Sierrita de Ticul, este grupo de unidades litológicas de edad terciaria, ha desarrollado una red subterránea cavernosa por donde fluyen corrientes de agua, es común la presencia de estructuras colapsadas inundadas a las que se les conoce como cenotes (del maya ts'ono'ot ó d'zonot, "caverna con depósito de agua) y la presencia de hondonadas que se anegan principalmente en la época de lluvias, a las cuales se les conoce localmente como "aguadas".

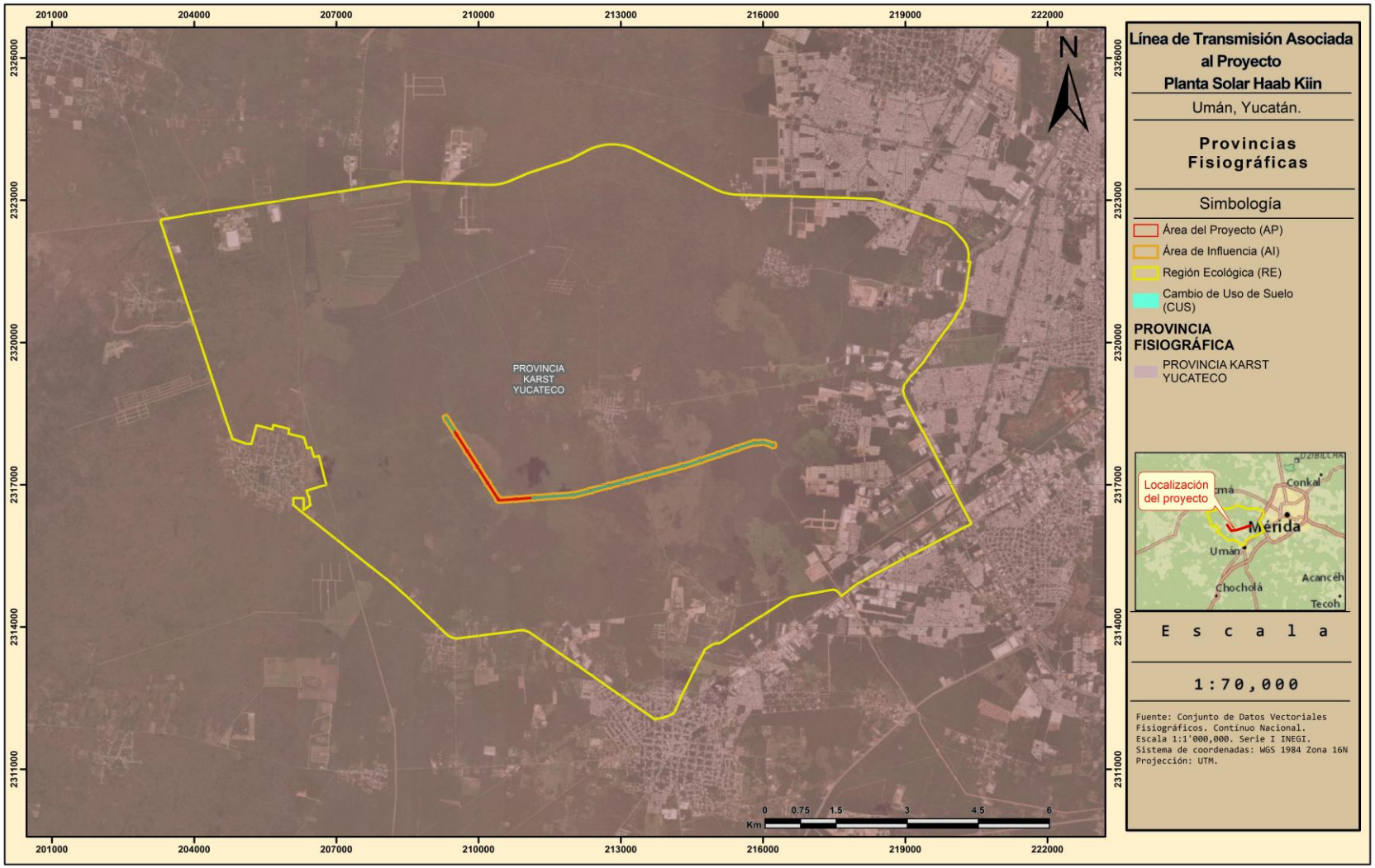
Esta provincia comprende tres subprovincias: Carso Yucateco, incluida en su totalidad en la zona de estudio y localizada en la parte norte; Carso y Lomeríos de Campeche, ubicada en la porción suroeste y en menor proporción la subprovincia Costa Baja de Quintana Roo, que se localiza al extremo sureste del área de trabajo y de la Península de Yucatán.

Subprovincia Carso Yucateco.

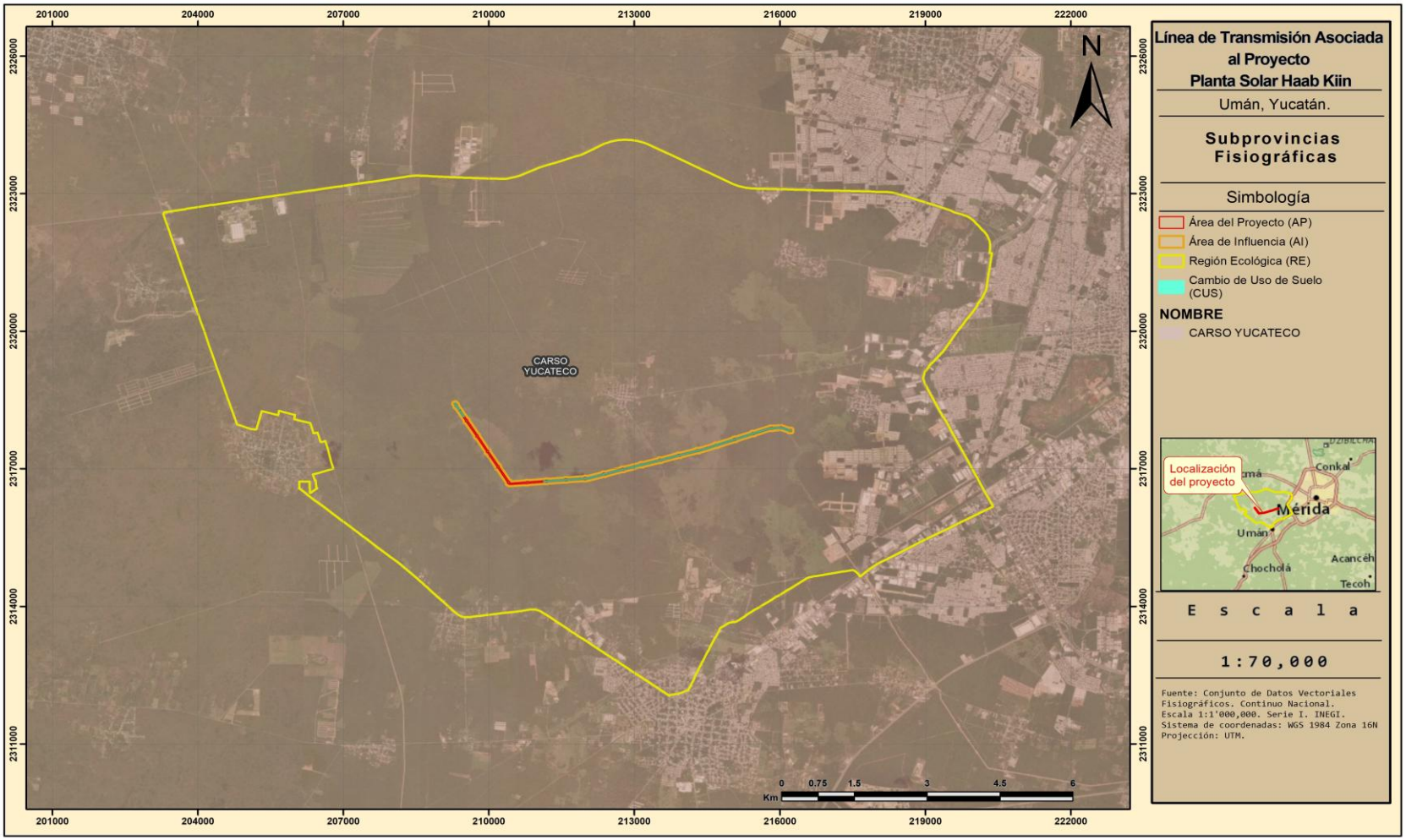
Es la subprovincia de mayor extensión, se caracteriza por presentar relieve plano, está constituida por rocas calizas del Terciario Superior con evidente presencia de fósiles, principalmente de ambiente arrecifal; presenta abundantes estructuras de hundimiento o dolinas conocidas localmente como "aguadas" y estructuras de colapso inundadas o cenotes, evidencias clásicas de la topografía cárstica que caracteriza a la región.

Consulta Pública

Mapa 16: Provincia fisiográfica



Mapa 17: Subprovincias fisiográficas



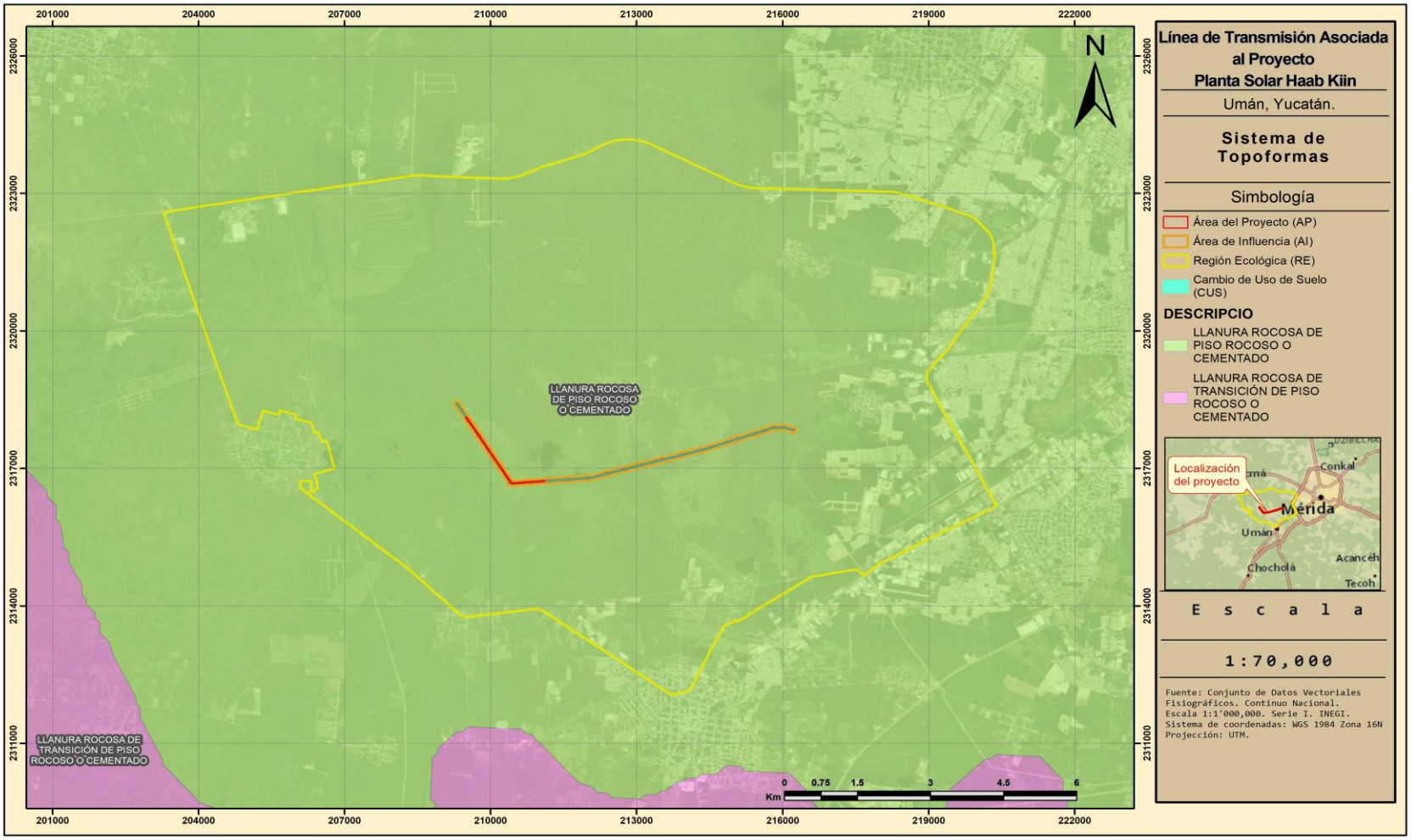
3.3.3.2 Topoformas

El sistema de topoformas presente dentro de la RE, AI y AP, corresponde a **Llanura Rocosa de Piso Rocoso o Cementado,** la cual presenta las siguientes características:

- **Llanura:** Área continua de la superficie terrestre relativamente plana, a veces suavemente quebrada y ondulada, pero sin elevaciones o depresiones prominentes.
- **Rocoso:** Geoforma conformada por rocas
- **Piso Rocoso o Cementado:** Superficie de la topoforma formada por roca o material clástico compactado.

Consulta Pública

Mapa 18: Sistema de Topoformas



3.3.3.3 Pendiente y relieve

Para la estimación de la pendiente media, se utilizaron los datos del Sistema de Información Geográfica; mediante la división de la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo. Se calculó la pendiente para la RE, AI y AP; mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Hf - Hi}{L} \times 100$$

Donde:

S = Pendiente media predominante del terreno (%)
Hf = Altura más alta del terreno (m)
Hi = Altura más baja del terreno (m)
L = Longitud del terreno (m)

RE:

$$S = \frac{17-4}{4{,}209} \times 100$$

S= 0.30%

AI:

$$S = \frac{17-7}{3{,}315} \times 100$$

S= 0.30%

AP:

$$S = \frac{17-7}{3{,}868} \times 100$$

S= 0.25%

Las pendientes medias de la RE, AI y AP se registran en porcentajes, dando como resultado 0.30% para la RE, 0.25% para el AI y 0.25% para el AP, resultados que de acuerdo a la siguiente tabla se clasifican como pendientes **planas.**

Consulta Pública

Mapa 19: Valores y equivalencias de la Pendiente Media

Pendiente (%)	Clasificación
0 – 10	**Plano**
11 – 20	Pendiente suave
21 – 30	Pendiente moderada
31 – 40	Pendiente fuerte
41 – 50	Pendiente muy fuerte
51 – 60	Escarpada
61 – 70	Escarpada
71 – 80	Escarpada
81 – 90	Escarpada
91 – 100	Escarpada

3.3.4 Riesgos Geológicos

3.3.4.1 Presencia de fallas y fracturas

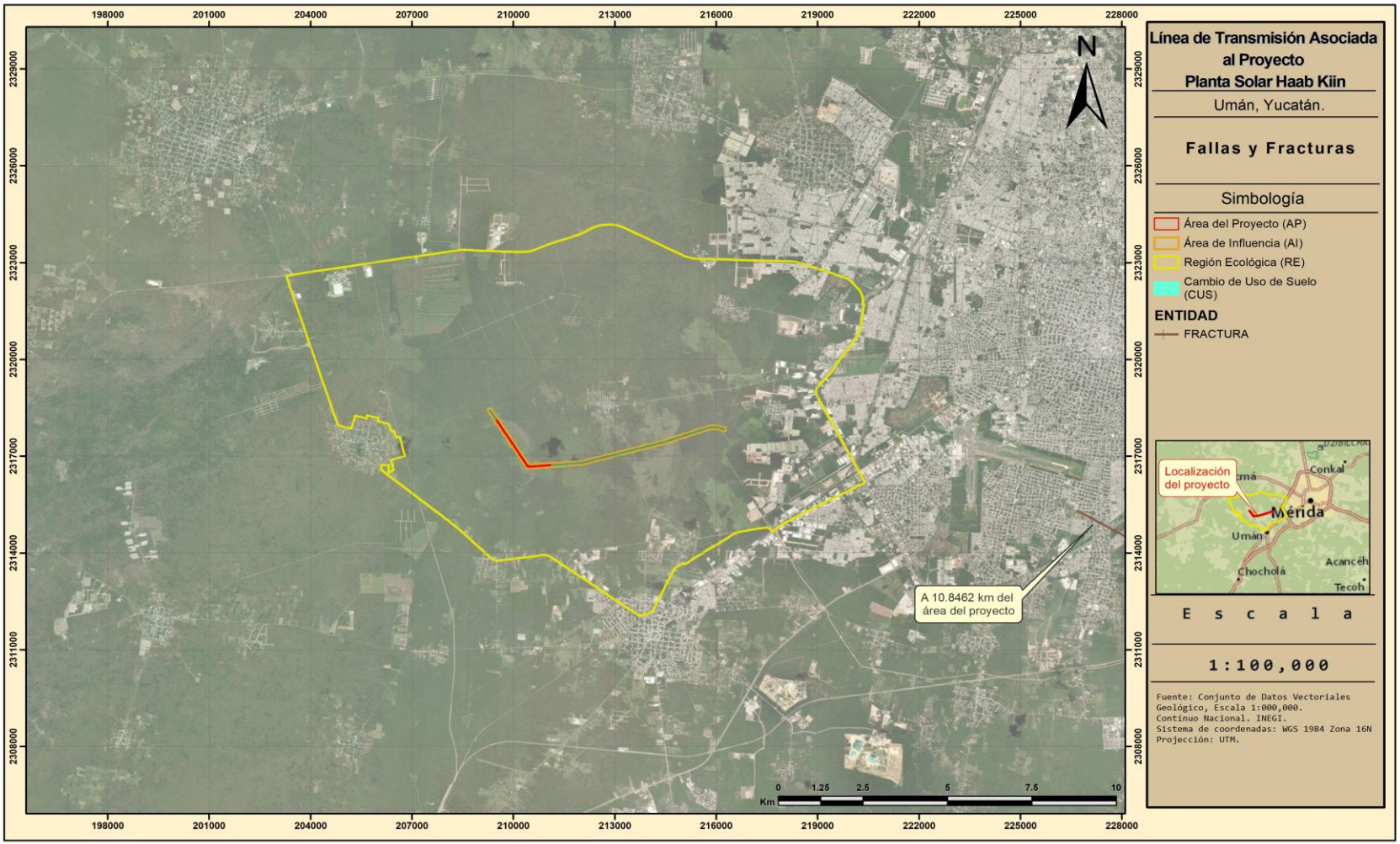
- **Falla**
  Traza del plano de ruptura de la roca, a lo largo del cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa.
- **Fractura**
  Una grieta o superficie de rotura producida en la roca, no relacionada con un fenómeno de foliación o clivaje en las rocas metamórficas, a lo largo de la cual no ha habido ningún movimiento.

De acuerdo con el Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos del Continuo Nacional de INEGI, la RE, AI y AP, **no presentan fallas ni fracturas dentro de sus superficies**.

La falla más cercana al AP, se localiza a 10.85 km al este.

Consulta Pública

Mapa 20: Fallas y fracturas



3.3.4.2 Sismos

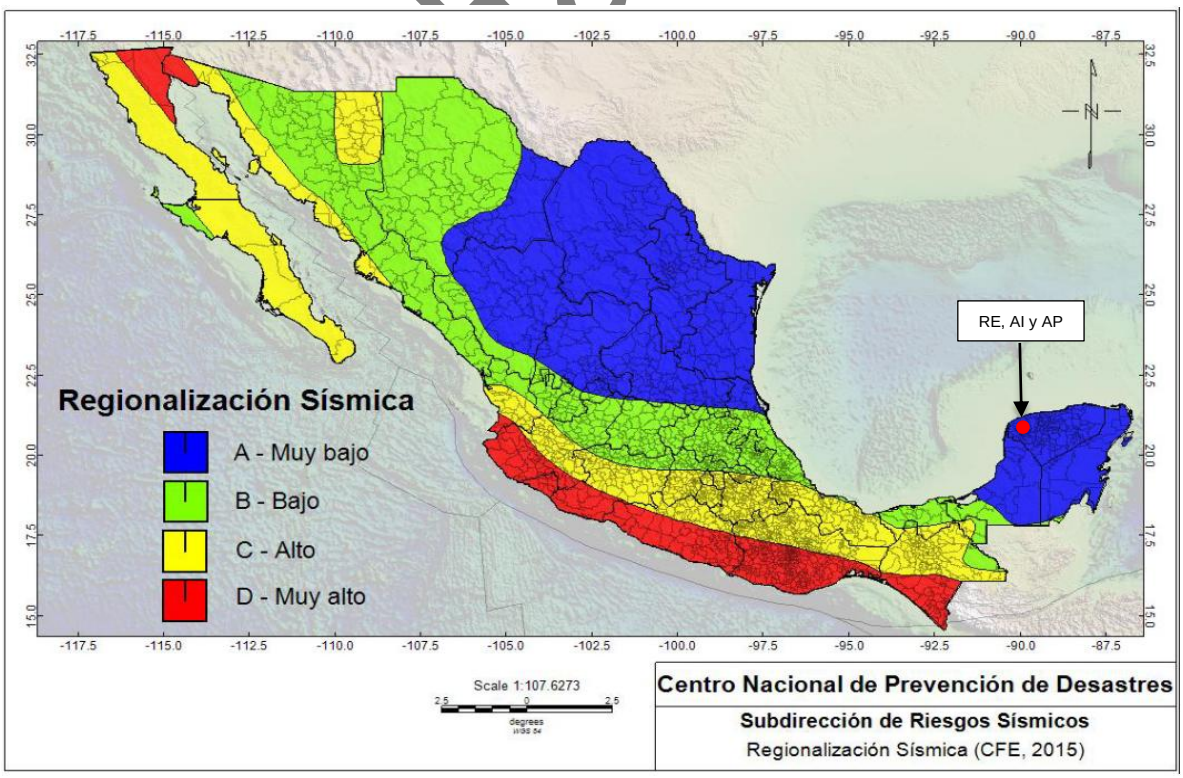
Fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables. El país se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo. El cinturón de fuego del pacífico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico.

Con fines de diseño antisísmico, la República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas, utilizándose los catálogos de sismos del país desde inicios de siglo.

- La zona A 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 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
- Las zonas B y C son zonas intermedias, se registran sismos no tan frecuentemente, o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan 70% de la aceleración del suelo.
- La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar 70 % de la aceleración de la gravedad.

De acuerdo a la zonificación sísmica de la República Mexicana se localiza en la **zona A**.

Figura 4: Regionalización sísmica de la República Mexicana



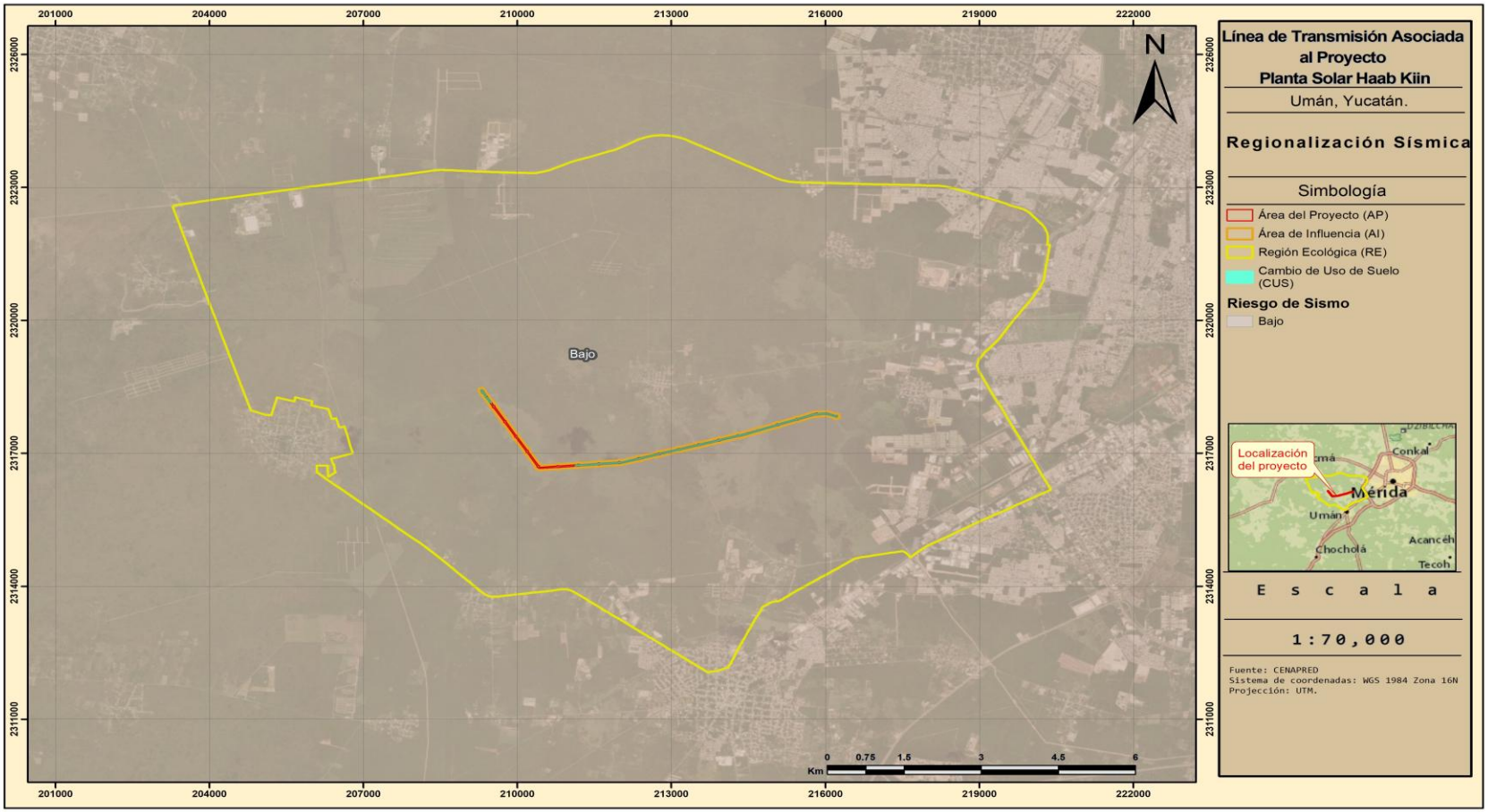
Vía Pública

Fuente: Servicio Sismológico Nacional.

Consulta Pública

De igual manera, CENAPRED cataloga a la RE, AI y AP dentro de una zona con riesgo **bajo** por sismos, como se muestra a continuación:

Mapa 21: Riesgo de sismos



3.3.4.3 Hundimientos y deslizamientos

El deslizamiento se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: Caídos, deslizamientos y flujos. (CENAPRED).

Con base al Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED), la RE, AI y AP **no presenta riesgo** por hundimientos y deslizamientos.

El riesgo potencial a hundimiento, se localiza a 614.90 km al sur-oeste del AP.

3.3.4.4 Volcanes activos

El territorio mexicano cuenta con poco más de 2,000 volcanes, la mayoría de los cuales ya no están en actividad, por lo que no representan ningún peligro. Estos se encuentran en Baja California Sur, las Islas Revillagigedo, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, CDMX, Estado de México, Puebla, Veracruz y Chiapas.

La RE, AI y AP, **no contienen volcanes activos dentro de sus superficies**.

El volcán más próximo al sitio del AP, el más cercano, se localiza a 552.08 km

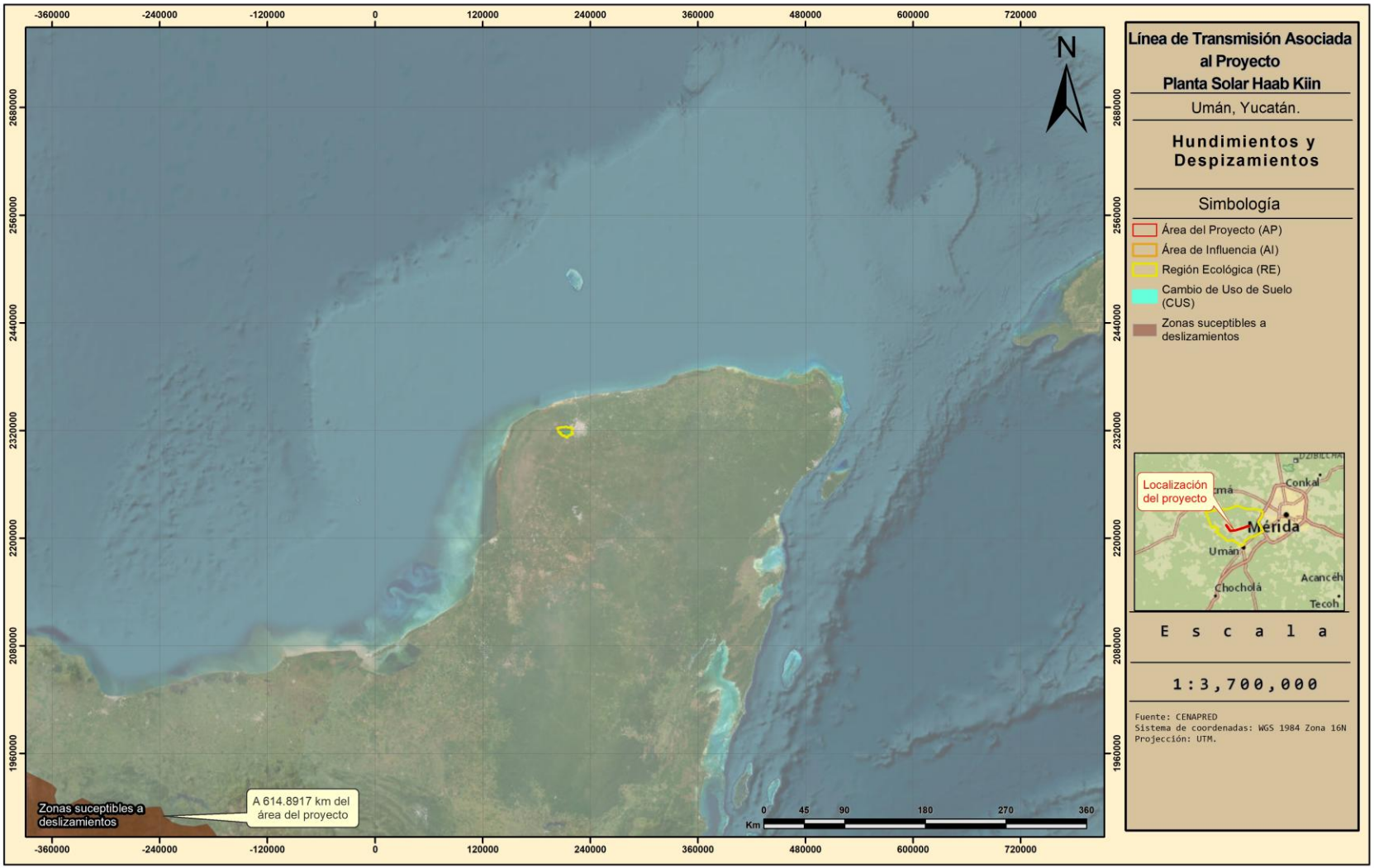
3.3.4.5 Conclusiones

De acuerdo con la información del INEGI y del Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, la RE, el AI y el AP no presentan fallas ni fracturas geológicas dentro de sus superficies. La falla más cercana al AP se localiza a 10.85 km al este. Asimismo, las tres áreas se encuentran clasificadas con riesgo bajo por sismos y no presentan riesgo por hundimientos ni deslizamientos. El área con riesgo potencial de hundimiento más cercana se ubica a 614.90 km al suroeste del AP.

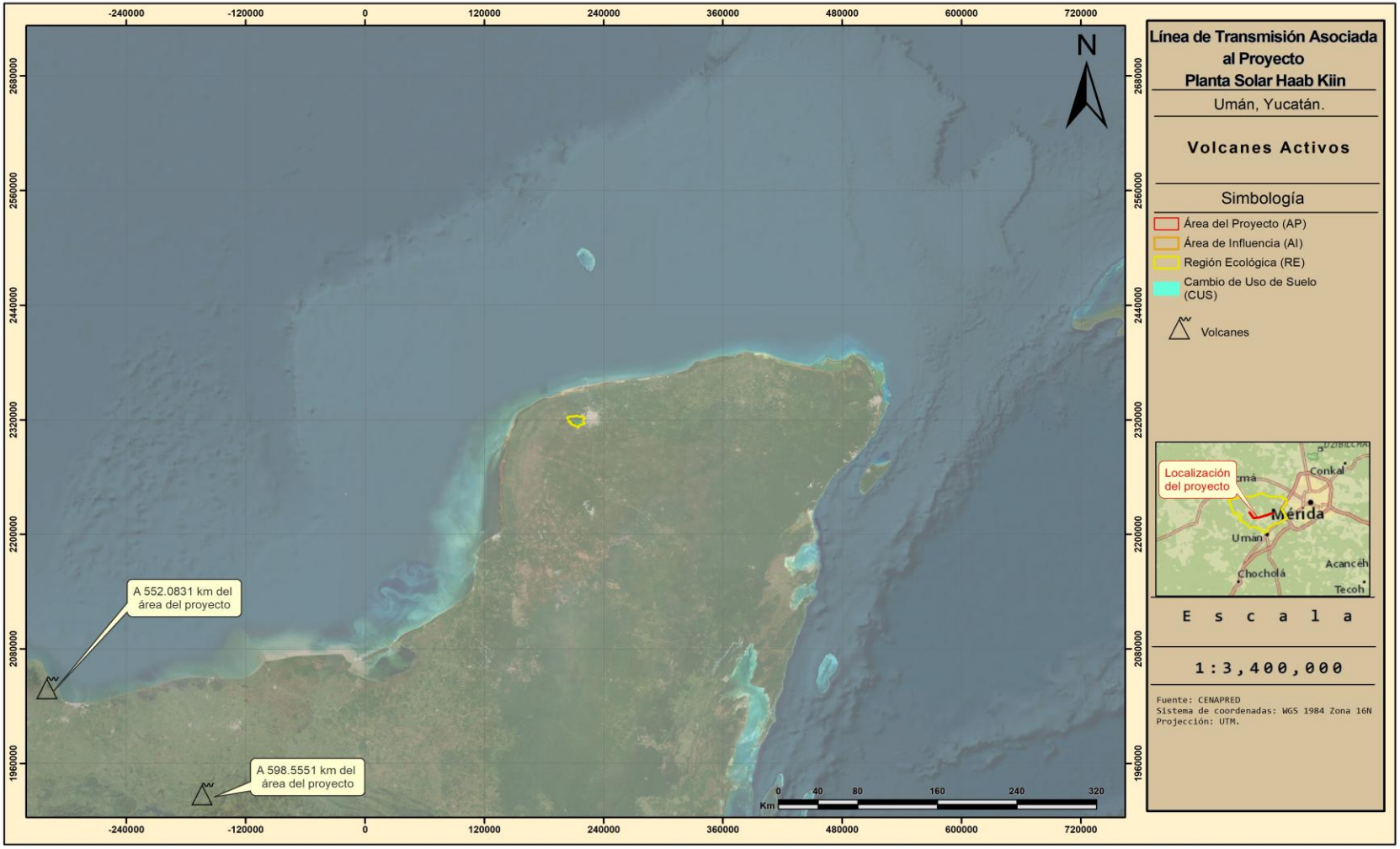
En cuanto a la actividad volcánica, no se identifican volcanes activos dentro de la RE, AI ni AP. El volcán más cercano al AP se localiza a 552.08 km, por lo que, considerando las distancias señaladas y la ausencia de elementos geológicos de riesgo dentro de las áreas analizadas, se considera que las condiciones de peligro geológico y geodinámico no representan una limitante significativa para el desarrollo del Proyecto.

Consulta Pública

Mapa 22: Riesgo por hundimientos y deslizamientos



Mapa 23: Volcanes activos



3.3.5 Tipos de suelo

De acuerdo con el Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, escala 1:250,000 Serie II (Continuo Nacional) de INEGI (2014) y de acuerdo con la clasificación de la World Reference Base for Soil Resources por sus siglas inglés de WRB (2015), dentro de la RE se identifican 3 tipos de suelo, formando 3 asociaciones.

- **LPsr-hu+PHrz-lep/2**
- **PHrz-lep+LPli-jk/2**
- **TCek-ub**

Mientras que dentro del AI y AP, sólo se encuentra 2 tipos de suelo, con 1 asociación:

- **LPsr-hu+PHrz-lep/2**

Donde:

Tipo de suelo		Calificador		Textura	
LP	Leptosol	**sr**	Somerirréndzico	**2**	Media
PH	Phaeozem	**hu**	Húmico		
TC	Technosol	**rz**	Réndzico		
		lep	Epiléptico		
		li	Lítico		
		jk	Hiperesquelético		
		ek	Ecránico		
		ub	Úrbico		

Siendo el Leptosol el tipo de suelo dominante dentro de la RE, AI y AP, seguido del Phaeozem.

A continuación, se presenta la descripción de dichos tipos de suelo:

Leptosol

Del griego Lithos, piedra. Incluyen los antiguos Litosoles y otros suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente como la Giganta, del Burro, la Paila, San Carlos, del Pinacate y la Sierra Lacandona. También son abundantes en la Mixteca Alta oaxaqueña, el Carso Huasteco, al pie de la Sierra Madre Occidental y en todos los sistemas de cañones. Un caso particular son los extensos afloramientos calizos encontrados en la Península de Yucatán. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero.

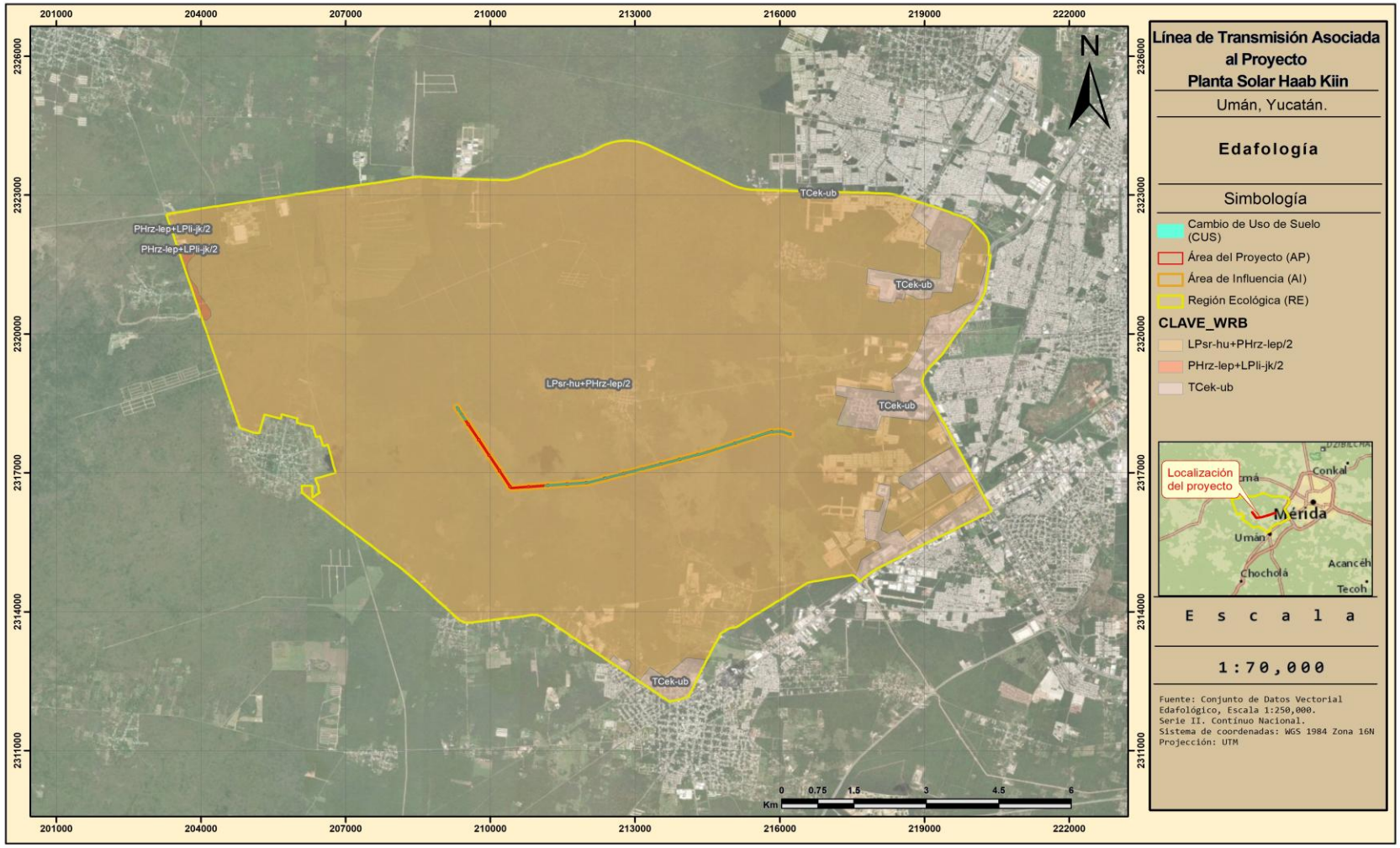
Consulta Pública

Phaeozem

Suelos de clima semiseco y subhúmedo, tipos BS" (A)C y $Aw_{o'}$ de color superficial pardo a negro, fértiles en magnesio y potasio, aunque con muy pocos o ningún carbonato en el subsuelo. El relieve donde se desarrollan estos suelos es generalmente plano o ligeramente ondulado. En México constituyen los suelos más importantes para la agricultura de temporal, por ejemplo, en los Altos de Jalisco, las llanuras de Querétaro, Hidalgo y norte de Guanajuato, en la Gran Meseta Chihuahuense, al pie de la Sierra Madre Occidental y en numerosos valles del sur y sureste de México.

Consulta Pública

Mapa 24: Tipos de suelos (WRB, 2015)



3.3.6 Erosión hídrica

La erosión hídrica es un proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas del suelo por efectos de la acción del agua. Como agente activo, el agua erosiona al suelo de dos maneras: la primera por el impacto de la lluvia y la segunda por la fricción del escurrimiento superficial sobre el terreno, este proceso se desencadena básicamente cuando el hombre provoca con sus actividades el deterioro de la cobertura vegetal.

La erosión acelerada del suelo por acción del agua trae consigo impactos ambientales tales como la perturbación en la regulación del ciclo hidrológico; bajos rendimientos en la producción agrícola y pecuaria; degradación de la cubierta vegetal; pérdida de la biodiversidad; disminución de la vida útil de las obras hidráulicas por la cantidad de sedimentos que transporta el agua; sedimentación en el lecho de los ríos, desestabilización de laderas y disminución de tierras agrícolas (Montes-León et al, 2011).

Por lo tanto, es de importancia poder calcular esta, para modelar y diseñar medidas que controlen efectivamente la erosión en los sitios requeridos. Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS).

Este modelo permite estimar con datos de campo y bibliográficos, la erosión actual y potencial. Constituye un instrumento de planeación para establecer el grado actual de la erosión, así como, el tipo y número de obras de conservación de suelo que serán necesario realizar para disminuir o igualar las tasas permisibles de erosión (SAGARPA, 2005).

Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo (EUPS)

La EUPS fue desarrollada por Wischmeier y Smith en 1978 con la finalidad de estimar la pérdida de suelo anual, así como el valor promedio de un periodo representativo de años, que se genera en un determinado lugar, a partir de las distintas formas de erosión ante determinadas condiciones de clima, suelo, vegetación, y usos de suelo:

$$\mathbf{A= R K L S C P}$$

La EUPS es un modelo empírico, en el que la pérdida de suelo está expresada como masa por unidad de área por unidad de tiempo y es una función del efecto combinado de seis factores: Factor de erosividad de la lluvia (R); Factor de erosionabilidad del suelo (K); Factor longitud de pendiente (L); Factor grado de la pendiente (S); Factor manejo del cultivo (C) y Factor prácticas de conservación (P). EUPS ayuda a predecir las variaciones en la erosión en función de los cambios en el uso y manejo del suelo y vegetación, a la vez que auxilia en la selección de éstos.

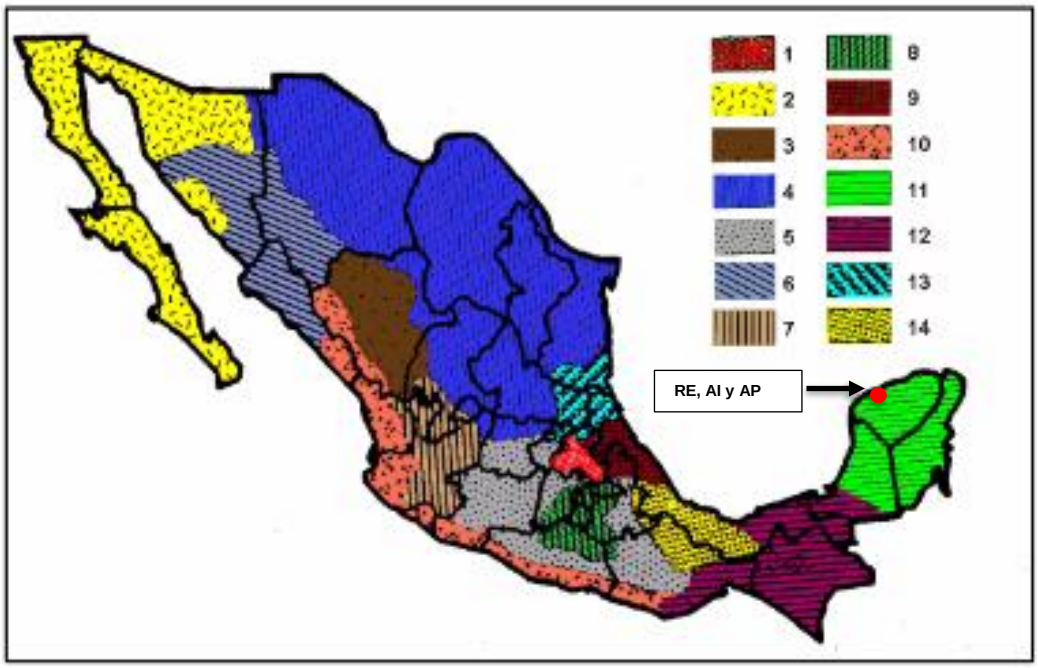
Factor de erosividad (R)

La erosividad es la capacidad potencial que tienen las gotas de agua de lluvia para causar erosión. Existen muchas formas de determinarla, una de ellas es a través del índice de erosividad EI_{30} (Wischmeier and Smith, 1978). Con base a esta ecuación, Cortés (1991, citado en SAGARPA-INIFAP, 2007) propone catorce modelos de regresión a partir de datos de precipitación media anual para estimar el valor de R de la EUPS. De acuerdo con dicha

Consulta Pública

zonificación, el Proyecto se ubica en la región **número 11** y le corresponde la ecuación **11** para el cálculo del factor de R (Montes-León et al, 2011):

Figura 5: Mapa de regiones con Igual Erosividad en la República Mexicana (SAGARPA-INIFAP, 2007)



$R= 3.77448*P + 0.004540*P^2$

Tabla 11: Ecuaciones regionalizadas para la Repúblicas Mexicana (Cortés, 1991)

Región	Ecuación	R^2
1	$R= 1.20785*P + 0.002276*P^2$	0.92
2	$R= 3.45552*P + 0.006470*P^2$	0.93
3	$R= 3.67516*P – 0.001720*P^2$	0.94
4	$R= 2.89594*P + 0.002983*P^2$	0.92
5	$R= 3.48801*P – 0.000188*P^2$	0.94
6	$R= 6.68471*P + 0.001680*P^2$	0.9
7	$R= 0.03338*P + 0.006661*P^2$	0.98
8	$R= 1.99671*P + 0.003270*P^2$	0.98
9	$R= 7.04579*P – 0.002096*P^2$	0.97
10	$R= 6.89375*P + 0.000442*P^2$	0.95
11	**$R= 3.77448*P + 0.004540*P^2$**	**0.98**
12	$R= 2.46190*P + 0.006067*P^2$	0.96
13	$R= 10.74273*P – 0.001008*P^2$	0.97
14	$R= 1.50046*P + 0.002640*P^2$	0.95

Consulta

Donde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr
P = Precipitación media anual; que es de 909.8mm.

$$\mathbf{R}= \quad 3.77448*909.8 + 0.004540*909.8^2$$

$$\mathbf{R}= \quad \mathbf{7,191.943526 Mj/ha\ mm/hr}$$

Erosionabilidad (K)

El término erosionabilidad del suelo se usa para indicar la susceptibilidad de un suelo a la erosión (Figueroa et al. 1991). La erosionabilidad de suelos está influida por algunas de sus propiedades, tales como distribución del tamaño de las partículas primarias, materia orgánica, estructura del suelo, óxidos de hierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Para su estimación se utilizan los datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica. En este caso, el valor es de **0.02** para la RE y del AI, ya que, el tipo de suelo dominante es de tipo **Leptosol de textura media,** en cambio, el único tipo de suelo en el AP corresponde a **Leptosol textura media**, por lo que, se utilizó el mismo valor de **0.02.**

Los valores del factor K se definieron según los datos de la siguiente tabla:

Tabla 12: Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB (tomado de Montes-León et al., 2011)

Orden	Textura		
	G	M	F
AC	0.026	0.04	0.013
AL	0.026	0.04	0.013
AN	0.026	0.04	0.013
AR	0.013	0.02	0.007
CH	0.013	0.02	0.007
CL	0.053	0.079	0.026
CM	0.026	0.04	0.013
DU	0.053	0.079	0.026
FL	0.026	0.04	0.013
FR	0.013	0.02	0.007
GL	0.026	0.04	0.013
GY	0.053	0.079	0.026
HS	0.053	0.02	0.007
KS	0.026	0.04	0.013
LP	0.013	0.02	0.007
LV	0.026	0.04	0.013
LX	0.013	0.02	0.007
NT	0.013	0.02	0.007
PH	0.013	0.02	0.007
PL	0.053	0.079	0.026
PT	0.026	0.04	0.013
RG	0.026	0.04	0.013
SC	0.026	0.04	0.013
SN	0.053	0.079	0.026
UM	0.026	0.04	0.013
VR	0.053	0.079	0.026

Consulta Pública

Longitud y grado de pendiente (LS)

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente. La pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo. Para calcular LS se utilizó la fórmula mencionada en el folleto técnico "Predicción de riesgo a la erosión hídrica" (SAGARPA-INIFAP, 2007):

$$LS = (\lambda/22.13)\ m\ (0.065 + 0.045\ S + 0.0065\ S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Coeficiente que depende del grado de la pendiente (varía de 0.2-0.5)

Tabla 13: Valores que toma m en función del grado de pendiente (Becerra,1999)

Grado de pendiente (%)	Valor de m
<1	0.2
1-3	0.3
3-5	0.4
>5	0.5

RE

- Pendiente media del terreno: 0.24%
- Longitud: 4,209m
- Valor de m: 0.2
- **LS= 0.22**

AI

- Pendiente media del terreno: 0.30%
- Longitud: 3,315m
- Valor de m: 0.2
- **LS= 0.22**

AP

- Pendiente media del terreno: 0.26%
- Longitud: 3,868m
- Valor de m: 0.2
- **LS= 0.22**

Consulta Pública

3.3.6.1 Erosión actual (Ea)

Para estimar la erosión actual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión, por medio de la siguiente formula:

Ea (Erosión actual) = R K LS C

Donde:

Ea = Erosión actual
R = Erosividad de la lluvia
K = Erosionabilidad del suelo
LS = Longitud y grado de pendiente
C = Factor de protección del suelo

Factor de protección de la vegetación (C)

El factor de protección, se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés (o vegetación) y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0.

En este caso el valor de **C** es de **0.5** para la RE y AI, ya que el uso de suelo con mayor cobertura, de acuerdo a las observaciones que se realizaron durante el trabajo de campo, corresponde a **Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia**.

Mientras que, en el AP, se reportan diferentes tipos de usos de suelo correspondientes a, **Pastizal Inducido (0.02), Sin Vegetación (1.00), Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia (0.5)** y **Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia (0.45).**

Los valores del factor **C** se determinaron según los datos de la siguiente tabla:

Tabla 14: Factor de C, valores tomados de Montes –León et al., 2011

Vegetación y/o Uso de Suelo	C	Vegetación y/o Uso de Suelo	C
Bosque de ayarín	0.01	Pastizal gipsófilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófito	0.25
Bosque de encino	0.1	**Pastizal inducido**	**0.02**
Bosque de encino pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.1	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de táscate	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque mesófilo de montaña	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva alta subperennifolia	0.45
Manglar	0.1	**Selva baja caducifolia**	**0.5**
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa caducifolia	0.5

Consulta Pública

Vegetación y/o Uso de Suelo	C	Vegetación y/o Uso de Suelo	C
Matorral de coníferas	0.2	Selva baja espinosa subperenifolia	0.5
Matorral desértico micrófilo	0.25	**Selva mediana caducifolia**	**0.45**
Matorral desértico rosetófilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral rosetófilo costero	0.25	Tular	0.1
Matorral Sarcocaule	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1
Mezquital	0.65	Agricultura de riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Para la **RE**, sustituyendo los valores tenemos:

Ea = (7,191.94) (0.02) (0.22) (0.5)
Ea = **15.63t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderada** y que, considerando la superficie de la RE (13,420.59ha), equivale a una pérdida total actual **209,702.62t/año**.

Para el **AI**, sustituyendo los valores tenemos:

Ea = (7,191.94) (0.02) (0.22) (0.5)
Ea = **15.51t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderada** y que, considerando la superficie del AI (89.89ha), equivale a una pérdida total actual **1,393.72t/año**.

Dentro del **AP** se reportan un solo tipo de suelo con distintos usos de suelo y vegetación, se elaboró la estimación de la tasa de erosión hídrica actual para cada uno de ellos:

Superficie con Leptosol de textura media

Pastizal Inducido

Ea = (7,191.94) (0.02) (0.22) (0.02)

Ea = **0.62t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **nulo o ligero** y que, considerando la superficie del AP con estas características (7.27ha), equivale a una pérdida de **4.53t/año**

Sin Vegetación

Ea = (7,191.94) (0.02) (0.22) (1)

Ea = **31.14t/ha/año**

Consulta Pública

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderado** y que, considerando la superficie del AP con estas características (0.08ha), equivale a una pérdida de **2.36t/año.**

Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia.

Ea = (7,191.94) (0.02) (0.22) (0.5)

Ea = **15.57t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderado** y que, considerando la superficie del AP con estas características (12.69ha), equivale a una pérdida de **197.49t/año.**

Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia.

Ea = (7,191.94) (0.02) (0.22) (0.45)

Ea = **14.01t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderado** y que, considerando la superficie del AP con estas características (3.49ha), equivale a una pérdida de **48.94t/año.**

Tomando en cuenta todos los resultados para las distintas características del AP, se obtiene una tasa de erosión hídrica actual total de **253.31t/año,** como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 15: Erosión actual total dentro del AP (23.5252ha)

Erosión actual perficie de obras (t/año)	Uso de suelo o vegetación	Superficie del AP (ha)	Erosión actual total dentro del AP (t/año)
Leptosol textura media	Pastizal Inducido	7.27	4.53
	Sin Vegetación	0.08	2.36
	Veg. Sec. Selva Baja Caducifolia	12.69	197.49
	Veg. Sec. Selva Mediana Caducifolia	3.49	48.94
Total		**23.53**	**253.31**

Tabla 16: Riesgo de Erosión

Erosión	Perdida de suelo	
Clases	**t/ha/año**	**mm/año**
Nula o Ligera	<10	<0.6
Moderada	10-50	0.6-3.3
Alta	50-200	3.3-13.3
Muy Alta	>200	>13.3

Consulta Pública

3.3.6.2 Erosión Potencial

Ep (Erosión potencial) = R K LS

La erosión potencial se interpreta como el cambio o incremento que se presentará en el sitio una vez realizadas las obras dentro del AP (CUS); por lo que, para su estimación, se utiliza la misma fórmula descartando el factor C (protección del suelo):

Donde:

Ep = Erosión potencial
R = Erosividad de la Lluvia
K = Erosionabilidad del suelo
LS = Longitud y grado de pendiente

Sustituyendo los valores para el AP tenemos:

Considerando que dentro del AP existe un área sin infraestructura (áreas sin bases), misma que mantendrá la protección de la vegetación actualmente presente, el cálculo de erosión potencial se realizó integrando el factor C para dichas superficies; mientras que el área con infraestructura (áreas con bases de las torres) pasará a ser una superficie sin vegetación, y selladas, cuyo factor C es equivalente al de zonas urbanas (asentamientos humanos) como se muestra a continuación:

Área libre de infraestructura (área sin afectación)

Leptosol textura media

Pastizal Inducido

Ep = (7,191.94) (0.02) (0.22) (0.02)

Ep = **0.62t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **nulo o ligero** y que, considerando la superficie del AP con estas características (4.75ha), equivale a una pérdida de **2.96t/año.**

Vegetación secundaria de selva baja caducifolia

Ep = (7,191.94) (0.02) (0.22) (0.5)

Ep = **15.57t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderado** y que, considerando la superficie del área sin infraestructura con estas características (8.19ha), equivale a una pérdida de **127.57t/año.**

Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia

Ep = (7,191.94) (0.02) (0.22) (0.45)

Ep = **14.01t/ha/año**

Consulta Pública

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderado** y que, considerando la superficie del área sin infraestructura con estas características (2.15ha), equivale a una pérdida de **30.09t/año**

<u>Área con infraestructura (área de afectación)</u>

Leptosol de textura media

Sin Vegetación

Ep = (7,191.94) (0.02) (0.22) (1.00)

Ep = **31.14t/ha/año**

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **moderada** y que, considerando la superficie del área con infraestructura con estas características (8.43ha), equivale a una pérdida de **262.56t/año**

Tomando en cuenta todos los resultados para las áreas sin infraestructura y con infraestructura del AP, se obtiene una tasa de erosión hídrica potencial total de **423.18t/año,** como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 17: Erosión hídrica potencial total del AP (23.5252ha)

	Tipo de suelo	Uso de suelo o vegetación	Superficie (ha)	Erosión potencial (t/año)
Área sin infraestructura	Leptosol de textura media	Pastizal Inducido	4.75	2.96
		Veg. Sec. Selva Baja Caducifolia	8.19	127.57
		Veg. Sec. Selva Mediana Caducifolia	2.15	30.09
Área con infraestructura		Sin vegetación	8.43	262.56
	Total		**23.53**	**423.18**

Considerando los resultados totales de erosión hídrica actual y potencial del AP; se observa que, una vez realizadas las obras, la pérdida de suelo pasará de las **4,432.33t/año** a **8,950.02t/año**. Esto equivale a un incremento de **4,517.69t/año** en la erosión hídrica dentro del AP.

Tabla 18:Incremento en la erosión hídrica del AP

Erosión hídrica Actual del AP (t/año)	Erosión hídrica Potencial del AP(t/año)	Incremento en la erosión hídrica dentro del AP(t/año)
253.31	423.18	**169.87**

Este incremento en la erosión hídrica afectará a la erosión actual del AI y la RE, de la siguiente manera:

Consulta Pública

Tabla 19: Erosión hídrica potencial del AI

Erosión hídrica Actual AI (t/año)	Erosión hídrica Potencial AI (t/año)	Incremento en la erosión hídrica (t/año)
1,393.72	1,563.59	**169.87**

Donde se observa que, debido al incremento de 169.87t/año en la erosión hídrica ocasionado por las obras del Proyecto, la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro del AI pasará de 1,393.72t/año a **1,563.59t/año**; lo que representa un incremento en la erosión del 12.19% respecto al valor actual.

Tabla 20: Erosión hídrica potencial de la RE

Erosión hídrica Actual RE (t/año)	Erosión hídrica Potencial RE (t/año)	Incremento en la erosión hídrica (t/año)
209,702.69	209,872.56	**169.87**

Donde se observa que, debido al incremento de 169.87t/año en la erosión hídrica ocasionado por las obras del Proyecto, la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro de la RE pasará de 209,702.69t/año a **209,872.56t/año**; lo que representa un incremento en la erosión del 0.081% respecto al valor actual.

3.3.7 Erosión Eólica

El cálculo de la erosión eólica se realizó mediante la ecuación de erosión eólica WEQ (Woodruff y Siddoway, 1965) que, de acuerdo al modelo, dependerá de cinco factores:

$$E' = f(I,K,V,L,C)$$

Donde:

I = índice de erosionabilidad del viento
K = Factor de rugosidad
C = Factor climático local
L = Longitud del terreno en la dirección prevaleciente de los vientos
V = Equivalente de cobertura de vegetación

Índice de erosionabilidad del viento

El índice de erosionabilidad al viento (I), de acuerdo a los grupos de erosionabilidad al viento (WEG) y al tipo de suelo predominante en el área (Arcilloso, arcilloso limoso), es de **86t/ha/año**. Por lo que:

$$E_1 = I$$

$$E_1 = 86$$

Consulta Pública

Factor de rugosidad

El factor (K) toma en cuenta la resistencia que tienen las crestas a la erosión eólica, este factor está representado por la relación entre la altura y el espacio de la cresta. Debido a que no existían crestas establecidas en el área estudiada, se asignó el valor de **1** al factor K.

$$E_2=IK$$

$$E_2= 86*1= \mathbf{86}$$

Factor climático local

El factor climático propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) modificado en 1979, se considera con un índice para la erosión eólica y es influenciado por la precipitación (P), la evapotranspiración potencial (PE) y la velocidad media de los vientos, utilizando la siguiente ecuación:

$$C= 1/100\sum U^3 (PEI-Pi)/PEi) D$$

Donde U es la velocidad media mensual del viento (m/s), que corresponde a los datos reportados por el "POWER Data Access Viewer" v2.0.0 perteneciente a la NASA; PE_i es la evapotranspiración potencial mensual (mm), obtenida mediante el método de Turc; P es la cantidad de lluvia mensual (mm), reportada y D es el número de días en el mes correspondiente.

De acuerdo a lo anterior se calculó el factor C y resulta como sigue:

Estimación de erosionabilidad del suelo	
$C=1/100\Sigma U^3((Pei-Pi)/Pei)D$	
U=	Velocidad media del viento mensual a 2m de altura
PE=	evapotranspiración potencial mensual (mm)
P=	cantidad de lluvia mensual (mm)
D=	número de días en el mes correspondiente
Resultado de la estimación de erosionabilidad del suelo	

Consulta Pública

C anual												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
U	2.02	2.07	2.21	2.21	2.12	1.83	1.72	1.62	1.63	1.92	1.99	1.95
PE	15.071	14.701	16.812	17.507	17.423	16.774	17.001	17.098	16.755	16.366	15.802	15.179
P	33.65	25.37	24.43	28.11	59.27	146.57	111.97	126.61	156.95	110.69	49.51	36.69
D	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$U^3((Pei-Pi)/Pei)D$												
-315.065	-180.281	-151.579	-196.081	-709.331	-1422.642	-881.136	-844.145	-1087.106	-1264.591	-504.256	-325.734	
$C= 1/100\Sigma U^3((Pei-Pi)/Pei)D$												
-3.15065	-1.80281	-1.51579	-1.96081	-7.09331	-14.22642	-8.81136	-8.44145	-10.87106	-12.64591	-5.04256	-3.25734	
-78.819												

$$E_3 = E_2 * C$$

E_3												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
-270.956	-155.042	-130.358	-168.630	-610.025	-1,223.472	-757.777	-725.965	-934.911	-1,087.549	-433.660	-280.131	**-6,778.475**

Consulta Pública

Inclusión de la longitud de campo

$$E_4 = (WF^{0.348} + E_3^{0.348} - E_2^{0.348})^{2.87}$$

Dónde:

$$Wf = E_2(1.0 - 0.122(L/L_0) - 0.383) \exp(-3.3\, L/L_0)$$

WF = es el factor de la longitud del campo, donde:
L = es la longitud de campo en dirección al viento (1,670m)
L_0 = es la longitud máxima de campo (2,440m)

Sustituyendo las variables de la fórmula

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**

E_4=0.0t/ha/año

Como se muestra en el resultado anterior, la tasa de erosión eólica es demasiado pequeña para ser cuantificada; esto se debe a las características topográficas e hidrometeorológicas del sitio, donde la pendiente es plana, la precipitación y la humedad son abundantes y la velocidad del viento es baja.

Consulta Pública

3.3.8 Degradación de suelo

La degradación de suelos es un cambio en el estado del mismo pero el cual resulta en una disminución de su capacidad inicial para proveer bienes y servicios.

Los procesos de degradación que llevan al suelo a disminuir su capacidad productiva inicial se conocen como Procesos de degradación, los cuales son: erosión, degradación física, degardación biológica, degradación química y desertificación.

La erosión ocurre cuando se produce pérdida de suelo y esta puede ser mínimamente imperceptible o bien de gran alcance cada vez que ocurre el proceso. El agente del clima que mueve al suelo desde su lugar original puede ser el agua y en este caso nos referimos al proceso de erosión hídrica o bien el viento y entonces nos referimos a erosión eólica. El suelo perdido es la fracción más superficial y por ende la más rica en nutrientes. Su ocurrencia en suelos poco profundos o pobres naturalmente o bien con altos contenidos de arenas a determinada profundidad, puede ser extremadamente crítica, revirtiendo la aptitud de estos suelos y pudiendo perder su capacidad para la producción.

Degradación física: vinculadas a ésta existen una serie de microprocesos que alteran el espacio libre "poroso" que tiene el suelo para que se pueda "mover" el aire y el agua. Se producen cambios adversos en el suelo que afectan las condiciones físicas relacionadas con el desplazamiento del aire, del agua y nutrientes, y el desarrollo de las raíces. Estos procesos pueden ocurrir a nivel de superficie del suelo o subsuperficialmente, y los efectos más comúnmente observados son capas compactadas (piso de pezuña o de arado), sellamiento de la superficie del suelo (planchado), costras. Junto al proceso de erosión hídrica es de los más frecuentes, encontrándose ampliamente generalizado en las tierras agrícolas.

Degradación Biológica: La pérdida de la biodiversidad (organismos vivos) y de la materia orgánica (organismos de origen animal y vegetal, parcial y/o totalmente descompuestos o transformados) constituyen los efectos más notorios debidos a la ocurrencia de los procesos de degradación biológica. Esto repercute en las diferentes funciones de suelo como la asimilación de los nutrientes por las plantas. También el acomodamiento y la persistencia de los minerales del suelo en unidades específicas (estructura) que contribuyen a sostener el espacio poroso que va a asegurar el traslado del agua de lluvia y/o de riego por el suelo y la eliminación de los excesos. Además del desplazamiento del aire dentro y fuera del suelo.

Degradación Química: Varios de los procesos de degradación química están vinculados a la degradación biológica y suelen ocurrir en condiciones extremas de la ocurrencia de este último. Ejemplo de esto son el agotamiento de nutrientes y la acidificación del suelo que resultan como consecuencia de, entre otras causas, el agotamiento de la materia orgánica. La contaminación del suelo es otro proceso de degradación química que generalmente está asociado a la contaminación de aguas (superficiales y subterráneas), al inadecuado uso y

Consulta Pública

manejo de insumos y desechos de la agricultura (como metales tóxicos, lodos residuales, desechos de fundición, escombros de minería).

El aumento del contenido de sales en el suelo es otro proceso que ocurre en áreas habilitadas al riego (permanente), en donde el contenido salino del agua de riego y las limitaciones en el sistema de drenaje generan un aumento de la salinidad del suelo. La problemática del aumento del contenido de sales en el suelo, no sólo está limitada a regiones de riego, es habitual en áreas ganaderas de nuestra pradera pampeana que presentan drenaje natural limitado (roca, tosca) y nivel freático cercano a la superficie, y que reciben un manejo inadecuado del suelo.

Desertificación: Es un proceso combinado, multicausal que se desarrolla tanto en zonas áridas, semiáridas o subhúmedas de nuestro país. Afecta al ecosistema en su totalidad y ocurre como consecuencia de la explotación por las actividades humanas en donde la fragilidad de los sistemas naturales no es tenida en cuenta, y se sobrepasa la capacidad productiva del sistema. El resultado final es la declinación de los rendimientos de los ecosistemas, como consecuencia del establecimiento de condiciones más extremas que las naturales. La eliminación de la cobertura vegetal herbácea, el desmonte descontrolado y las sequías originadas por alteraciones climáticas naturales y antrópicas constituyen los principales desencadenantes de este proceso. Siendo el manejo irracional del suelo y el agua factores determinantes de su dirección, velocidad y ocurrencia.

La degradación presente en la, RE, según el metadato “Degradación del suelo en la República Mexicana, escala 1:250,000 de CONABIO, es:

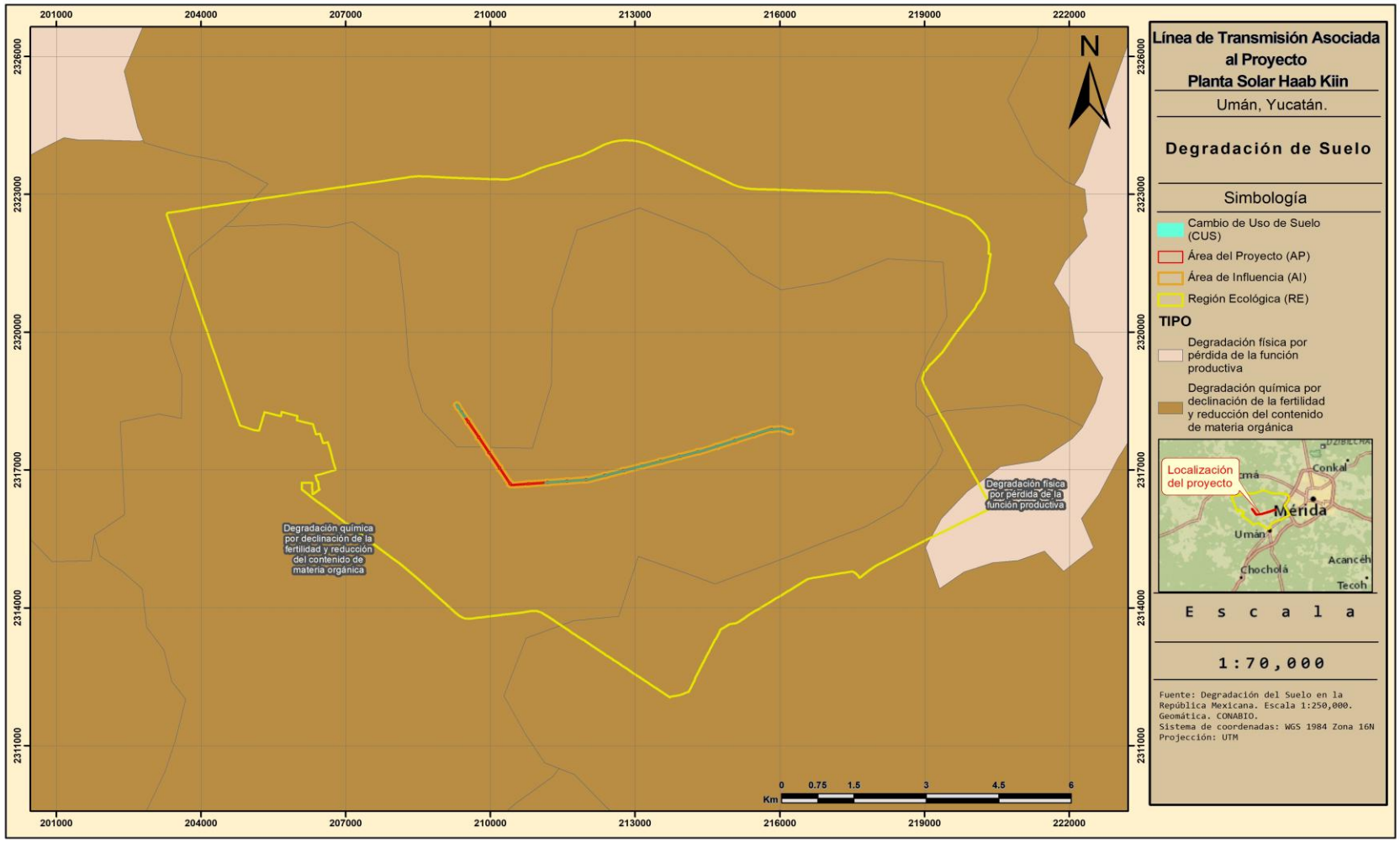
- **Ligero a Degradación quimica por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica por actividades agrícolas.**
- **Extremo a Degradación fisica por perdida de la función productiva por urbanización**

Mientras que en el AI y AP presenta una degradación:

- **Ligero a Degradación quimica por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica por actividades agrícolas.**

Consulta Pública

Mapa 25: Degradación del suelo CONABIO



3.3.9 Agua

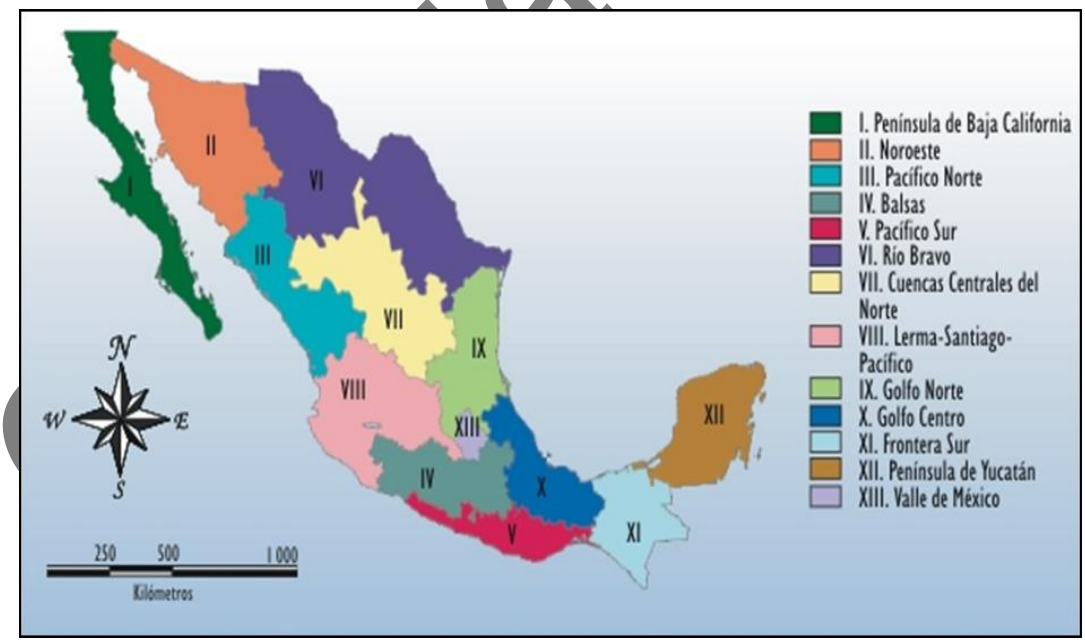
3.3.9.1 Hidrología superficial

Se entiende por Región Hidrológica al área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados y municipios (Ley de Aguas Nacionales 1992. Última reforma publicada DOF 24-03-2016).

Según el conjunto de datos vectoriales "Cuencas Hidrológicas" (CNA) y "Regiones Hidrológicas Administrativas" (CONABIO), la RE, AI y AP se localiza en la Región Hidrológico-Administrativa XII "Península de Yucatán", Región Hidrológica N°32 "Yucatán Norte (Yucatán)", cuenca "Yucatán (RH32B)" y dentro de la subcuenca "Mérida (RH32Ba)".

- **Región Hidrológico-Administrativa**: XII Península de Yucatán
- **Clave de Región Hidrológica:** N°32-Yucatán Norte (Yucatán)
- **Cuenca:** Yucatán (RH32B)
- **Subcuencas:** Mérida (RH32Ba)

Mapa 26: Regiones Hidrológicas Administrativas de México



Consulta Pública

Región Hidrológica 32 Yucatán Norte (Yucatán)

La RH32 abarca parte de los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, comprende una extensión total de 56,443 km^2; en el estado comprende las porciones centro, este y norte, cubre un área que equivale a 94.67%, sus límites en la entidad son: al norte el Golfo de México, al este Quintana Roo, al sur la RH33 y al oeste Campeche y el Golfo de México.

Cuenca Hidrológica Yucatán (RH32B)

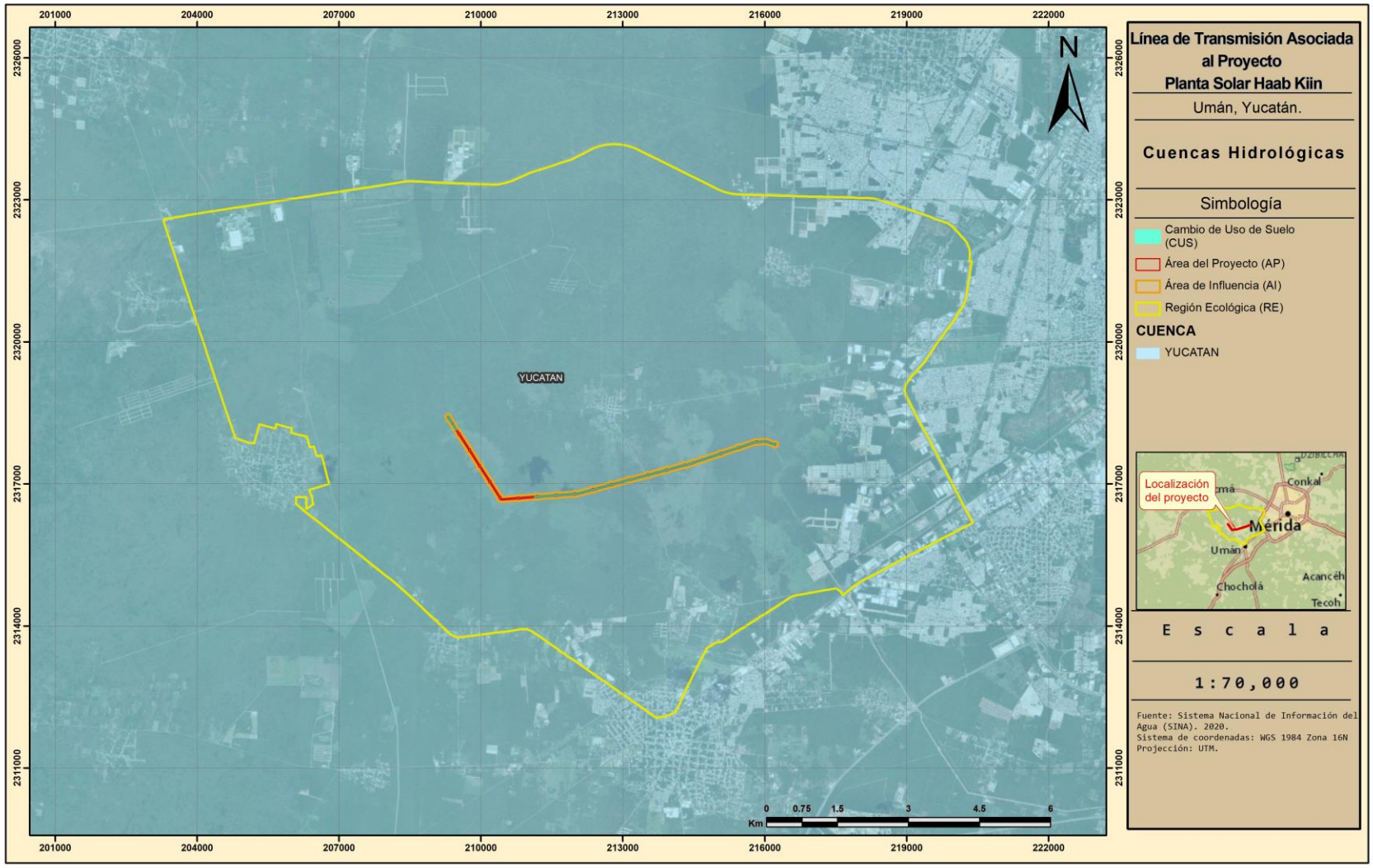
La mayor parte de esta cuenca se encuentra dentro del estado, localizada en toda la parte centro y norte del mismo, ocupa una extensión que representa 89.57% de la superficie estatal; colinda al norte con el Golfo de México, al este con la cuenca A (RH32) y con Quintana Roo, al sur con la cuenca B de la (RH33) y al oeste con el estado de Campeche y con el Golfo de México.

Tiene una temperatura media anual de 26° C, una precipitación media anual que varía de 500 a 1 500 mm y un escurrimiento superficial con rango de 0 a 5%; excepto en las costas y en algunas porciones al suroeste del estado donde varía de 5 a 10%, debido a la presencia de arcillas y limos en el primer caso y de suelos residuales en el segundo.

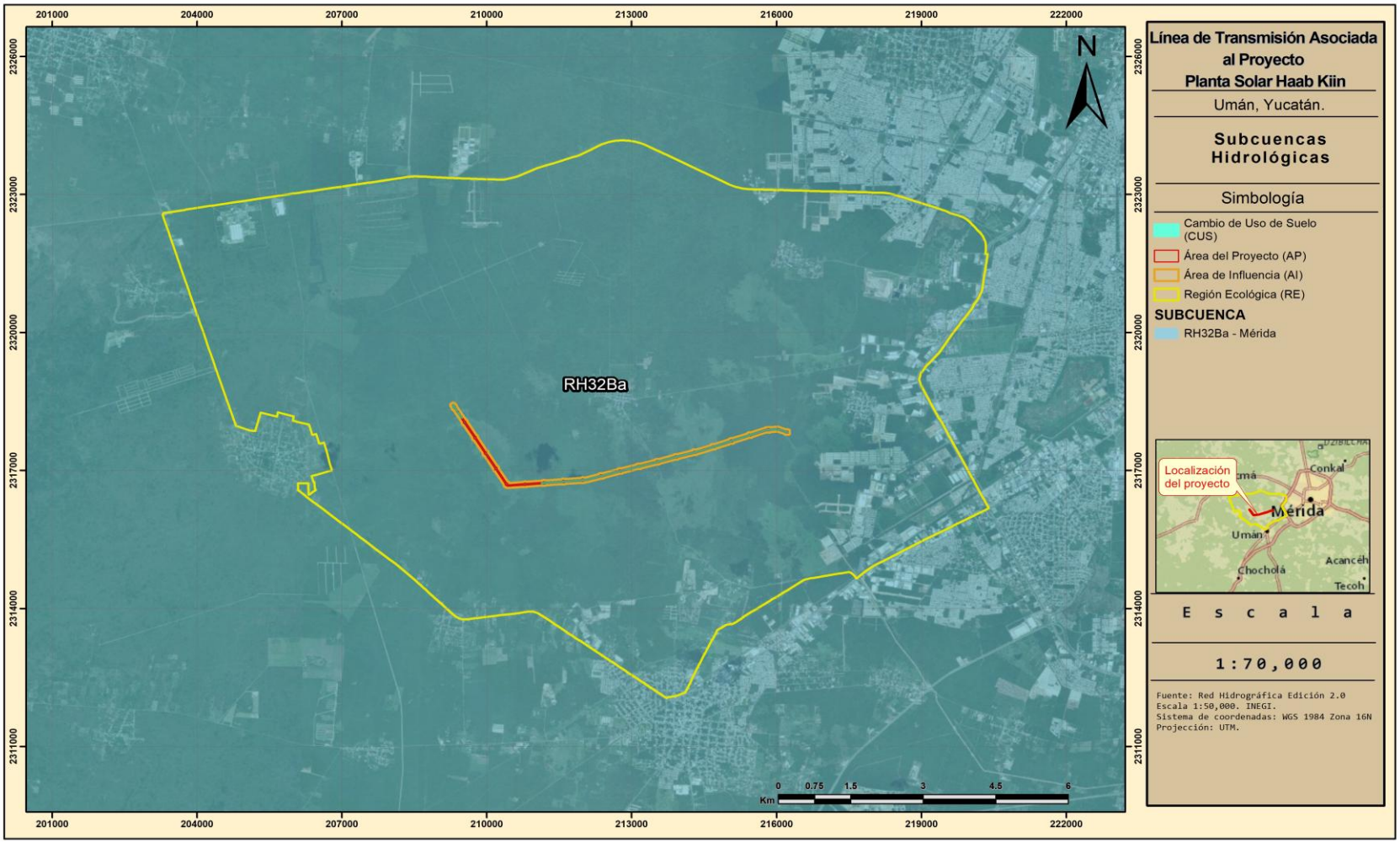
Los únicos cuerpos de agua superficiales son las lagunas que se encuentran junto al cordón litoral como la Rosada y Flamingos; los esteros Celestún, Yucalpetén y Río Lagartos y algunas aguadas distribuidas en toda la cuenca.

Consulta Pública

Mapa 27: Cuenca Hidrológicas



Mapa 28: Subcuenca Hidrográfica



3.3.9.2 Humedales

Los humedales como marismas, pantanos o ciénegas son ecosistemas que surgen cuando la saturación del terreno por agua produce sustratos hídricos (dominados por procesos anaeróbicos) y permite el establecimiento de biota, principalmente plantas enraizadas, con adaptaciones para tolerar la anegación (Keddy, 2004). Dadas las diferencias regionales en el régimen hidrológico, clima, procesos de formación del suelo y escenarios geomorfológicos, una vasta asociación de comunidades de plantas de humedales y tipos de suelos hídricos han evolucionado en todo el mundo (Tiner, 1999).

Estos ambientes complejos y dinámicos se caracterizan por su alta productividad y diversidad biológica, jugando un papel fundamental al proporcionar un hábitat único para una amplia variedad de flora y fauna. Son fuente, sumidero y transformadores de materiales químicos y biológicos, ayudan a estabilizar los suministros de agua y contribuyen en la depuración de aguas contaminadas, en la protección de litorales y recarga de los mantos freáticos. También han sido reconocidos como sumideros de carbono y estabilizadores climáticos en una escala global (Mitsch y Gosselink, 2000).

Los humedales se definen como terrenos de transición entre sistemas acuáticos y terrestres donde usualmente el nivel freático está en o cerca de la superficie, o el terreno está cubierto por aguas someras.

De acuerdo con la Convención Sobre los Humedales, se establece que en general, se reconocen cinco tipos de humedales principales:

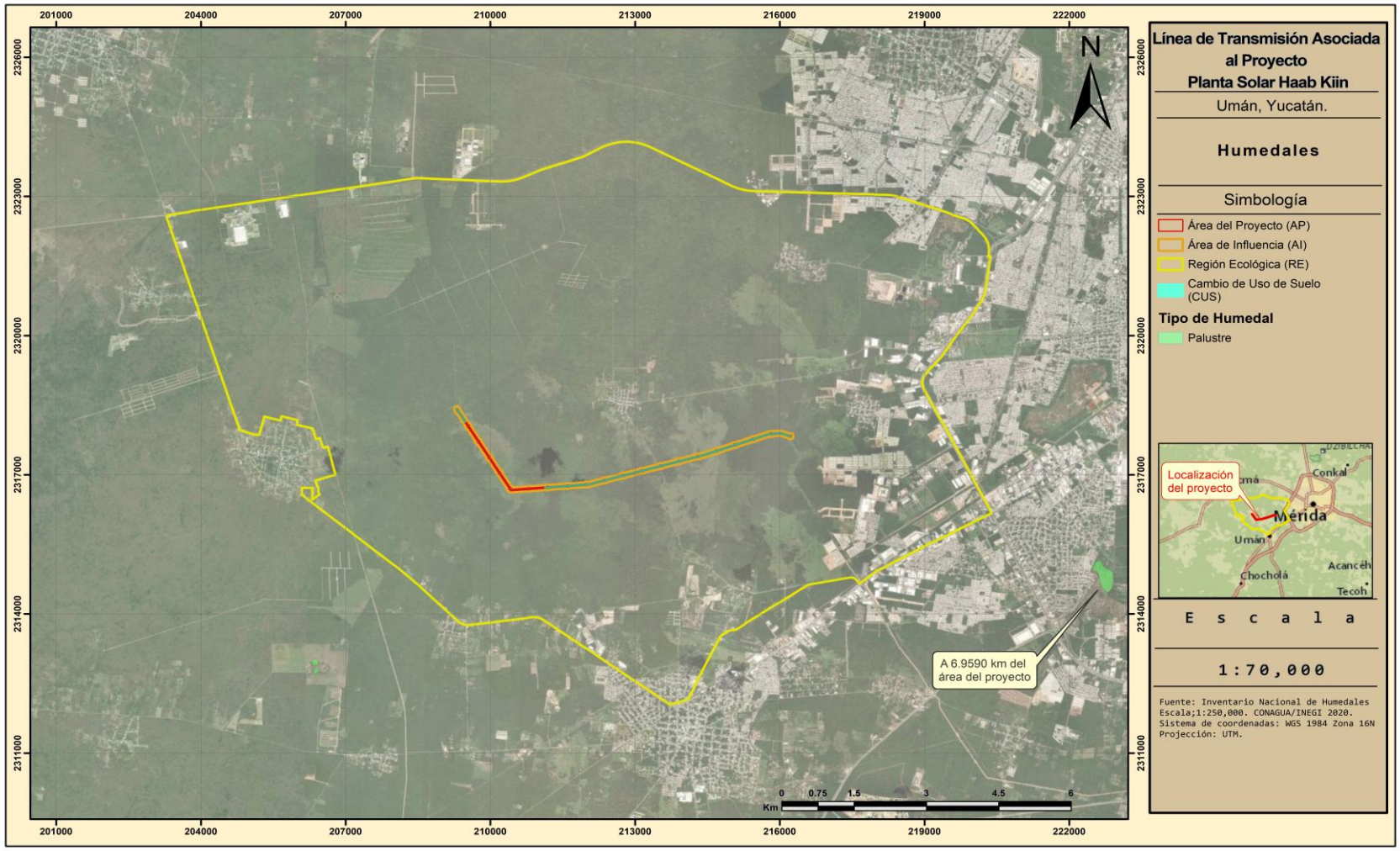
- **Marinos:** humedales costeros. Inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral.
- **Estuarinos:** incluidos deltas, marismas de marea y manglares.
- **Lacustres:** humedales asociados con lagos.
- **Ribereños o Fluvial:** humedales adyacentes a ríos y arroyos
- **Palustres:** los cuales pertenecen a pantanosos, marismas, pantanos y ciénagas.

Además, hay humedales artificiales, como estanques de cría de peces y camarones, estanques de granjas, tierras agrícolas de regadío, depresiones inundadas salinas, embalses, estanques de grava, piletas de aguas residuales y canales.

De acuerdo al Inventario Nacional de Humedales del INEGI, dentro de las superficies de la RE, AI y AP no se encuentran dentro de zonas de humedales, el mas cercano se localiza a 6.96 km al este del AP y corresponde a uno de tipo Palustre.

Consulta Pública

Mapa 29: Humedales



Consulta Pública

3.3.9.3 Red hidrográfica

Una corriente de agua se define como un flujo que se origina a partir de la precipitación pluvial o del afloramiento subterráneo. Estas corrientes se clasifican según su tipo de condición y orden, de la siguiente manera:

Tipo de condición.

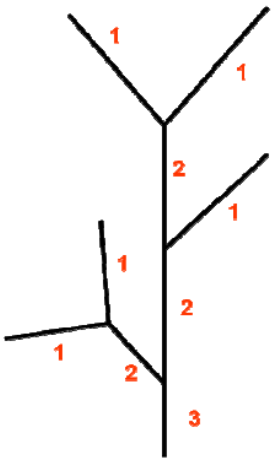
- **Intermitente:** corrientes con presencia de agua en determinadas épocas del año
- **Perenne:** corriente con presencia de agua permanente
- **En operación:** canal que está en uso
- **En construcción:** canal que está en proceso de construcción
- **Fuera de uso:** canal que no está en uso
- **Línea central:** Línea de flujo a través de cuerpos de agua o canales de tipo área

Orden

El orden es un método para identificar y clasificar los tipos de cursos basados en la cantidad de afluentes, para lo cual se utiliza la clasificación de número Strahler, 1957. Una vez identificado el orden se puede definir el tamaño de la corriente, basándose en la jerarquía de los afluentes.

- Las corrientes que carecen de afluentes son denominadas de primer orden (orden 1).
- La unión de dos afluentes de primer orden origina una corriente de segundo orden, dos de segundo orden forman un tercero y así consecutivamente (orden 1, 2, etc.).
- Los ríos principales son aquellos que están alimentados por varias corrientes

Figura 6: Ejemplo de orden de corrientes, Strahler 1957



El Proyecto se encuentra dentro del estado de Yucatán, el cual presenta la característica más notoria que en lo particular y de la península en lo general, es la ausencia de corrientes superficiales, ya que la mayor parte del agua llovida se evapora o es absorbida por plantas y suelos, el resto satura al terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando

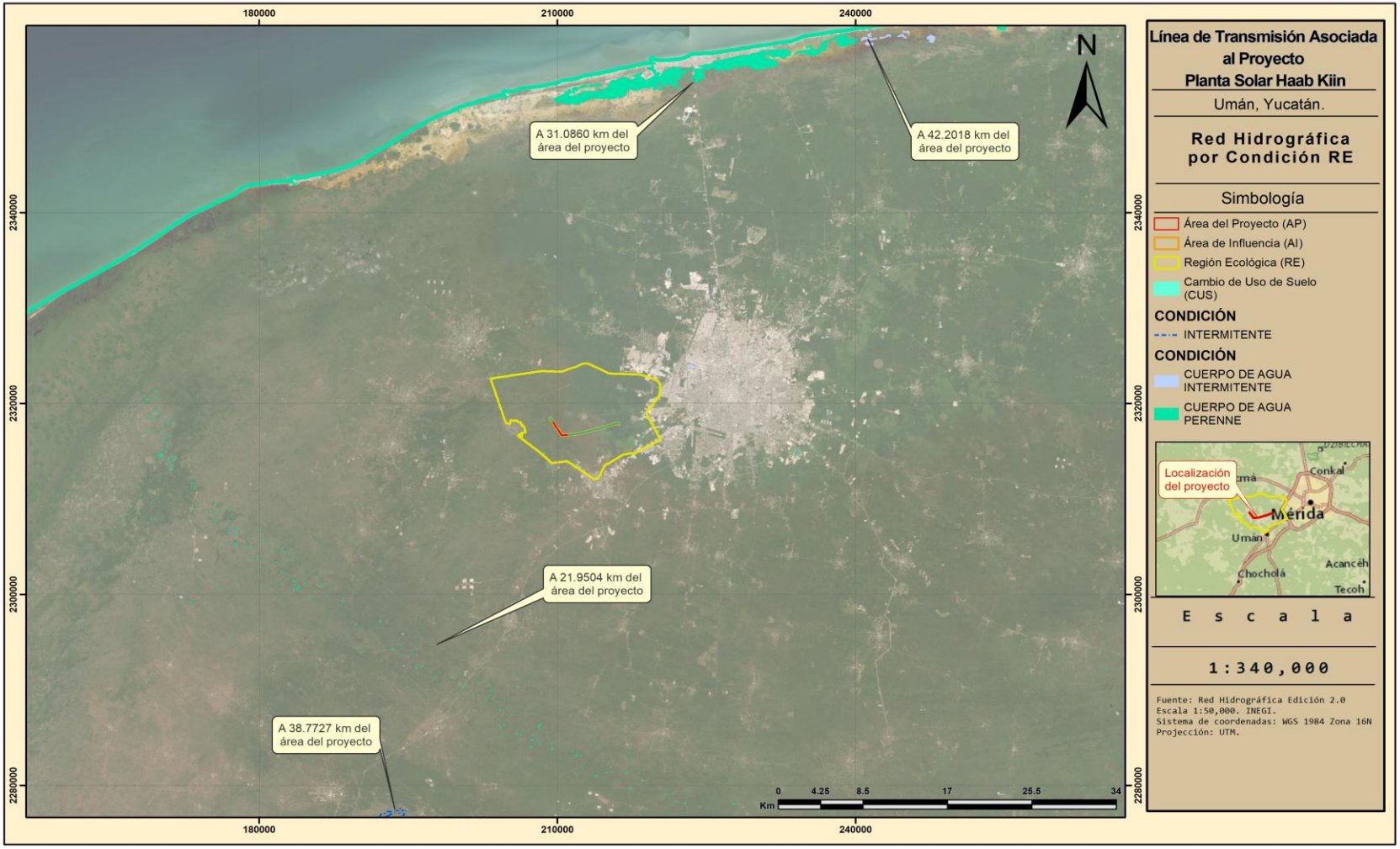
Consulta Pública

origen a las aguas subterráneas en cavernosidades laberínticas y pluvimorfas, favorecidas por el escaso relieve, el pequeño espesor de los suelos y la espesa cobertura vegetal.

La red hidrográfica reportada para la RE, AI y AP, se encuentra, carente de corrientes y cuerpos de agua superficiales, como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Consulta Pública

Mapa 30: Red hidrográfica por condición



3.3.9.4 Hidrología subterránea

Tanto la RE, AI y AP se encuentran sobre el acuífero, **"Península de Yucatán"**. Por lo que, a continuación, se describen las características y la disponibilidad del mismo:

Acuífero "Península de Yucatán" (3105)

El acuífero Península de Yucatán, definido con la clave 3105 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción suroriental de la República Mexicana y abarca los estados de Campeche, Yucatán y Quitina Roo, entre los paralelos 17° 49' 00" y 21° 36' 00" de latitud norte y entre los meridianos 86° 45' 00" y 91° 20' 00" de longitud oeste, cubriendo una superficie de 124,409 km^2.

Limita al sur con el acuífero Valles Centrales, perteneciente al estado de Quintana Roo, y con Xpujil, perteneciente al estado de Campeche; al suroeste con Boca del Cerro y Los Ríos, pertenecientes al estado de Tabasco, al norte y al oeste con el Golfo de México, al sur con Guatemala y Belice, y al este con el Mar Caribe,

Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

$$DMA = R - DNC - VEAS$$

Donde:

DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero.

R = Recarga total media anual.

DNC = Descarga natural comprometida.

VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas.

Recarga total media anual (R)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de **14,931.8 hm^3/año.**

Descarga natural comprometida (DNC)

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales, y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero; más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes, sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Consulta Pública

Para el caso del acuífero Península de Yucatán su valor es de **7,686.8 hm^3 anuales**, de los cuales **1,585.5 hm^3 anuales** corresponde a las salidas subterráneas que aún presenta el acuífero para impedir el avance de la intrusión marina, **4,159 hm^3 anuales** al 63.3% de la evapotranspiración, que se debe comprometer para preservar el ecosistema costero de las lagunas, esteros, zonas naturales protegidas y sitios RAMSAR, **1,942.3** hm^3 anuales que corresponde a la descarga del flujo base de los ríos Candelaria, Usumacinta y Mamantel, y **0.01 hm^3** a la descarga de los manantiales. Por lo tanto, **DNC = 7,686.8 hm^3 anuales.**

Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **5,185,365,077m^3 anuales**, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del **30 de diciembre del 2022**.

Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

DMA = R – DNC- VEAS

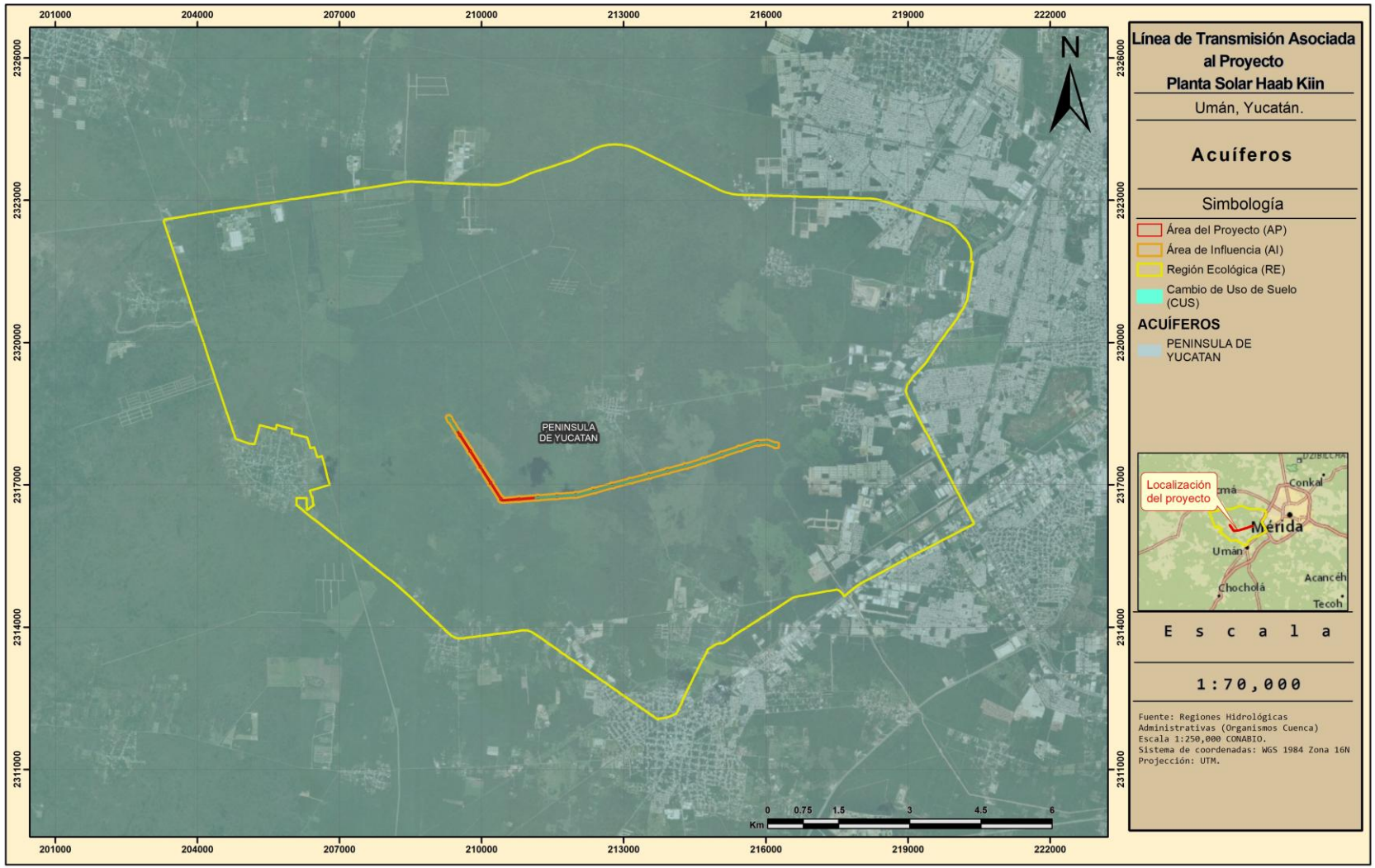
DMA = 14,931.8 – 7,686.8 – 5,185.36077

DAS = 2,059.634923hm^3/año

El resultado indica que existe un volumen disponible de **2’059,634,923 m^{3}anuales**, para otorgar nuevas concesiones.

Consulta Pública

Mapa 31: Acuíferos



3.3.9.5 Volúmenes y gasto hidráulico

El escurrimiento superficial se estimó con el método de escurrimiento medio o volumen medio (SAR-CP, 1982), para pequeñas cuencas o áreas de drenaje reducido, el cual requiere el promedio de lluvia en el área de la cuenca, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento.

El volumen de escorrentía y gasto hidráulico de la RE, AI y AP se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Vm = A\ C\ Pm}$$

Donde:

A = Área de captación (km^2)
C = Coeficiente de escurrimiento.
Pm = Precipitación Total Anual (mm).
Vm = Volumen medio anual; promedio que puede escurrir en miles de m^3.

3.3.9.5.1 Volumen y gasto hidráulico actual

Sustituyendo valores en la ecuación para la **RE**, tenemos:

Vm = (134.205935) (0.0396) (909.8) (1000)
Vm = 4´833,716.96m³/año

Sustituyendo valores en la ecuación, para el **AI** tenemos:

Vm = (0.898855) (0.0396) (909.8) (1000)

Vm = 32,374.21m³/año

Sustituyendo valores en la ecuación, para el **AP actual** atenemos:

Leptosol textura media

Vegetación secundaria selva mediana caducifolia

Vm = (0.03493) (0.0396) (909.8) (1000)

Vm = 1,257.97m³/año

Vegetación secundaria selva baja caducifolia

Vm = (0.12686) (0.0396) (909.8) (1000)

Vm = 4,569.07m³/año

Pastizal inducido

Vm = (0.072709) (0.0993) (909.8) (1000)

Vm = 6,569.64m³/año

Consulta Pública

Sin vegetación

Vm = (0.000758) (0.1591) (909.8) (1000)

Vm = 109.72m^3/año

Tomando en cuenta la suma de resultados, se obtiene un total de **12,506.40m^3/año** para la superficie del AP.

3.3.9.5.2 Volumen y gasto hidráulico potencial

Una vez realizadas las obras, el **área con infraestructura** pasará a ser una superficie desprovista de vegetación, por lo que se asignaron los valores de C correspondientes a "barbecho, área inculta y desnuda"; mientras que el **área sin infraestructura** mantendrá los valores de C correspondientes al uso de suelo que actualmente se presenta dentro de dicha superficie (pastizal inducido, vegetación secundaria de selva mediana caducifolia y vegetación secundaria de selva baja caducifolia):

AP potencial

Leptosol textura media

Pastizal inducido

Vm = (0.047499) (0.0993) (909.8) (1000)
Vm = 4,291.79m^3/año

Vegetación secundaria selva mediana caducifolia

Vm = (0.021477) (0.0396) (909.8) (1000)
Vm = 773.54m^3/año

Vegetación secundaria selva baja caducifolia

Vm = (0.081946) (0.0396) (909.8) (1000)
Vm = 2,951.46m^3/año

Sin vegetación

Vm = (0.0843) (0.1591) (909.8) (1000)
Vm = 12,207.26m^3/año

Tomando en cuenta los resultados para las distintas características potenciales del AP, se obtiene un **volumen de escurrimiento potencial total de 20,224.05m^3/año.**

Considerando el resultado actual y potencial del AP, se observa que las obras del proyecto generarán un incremento de **7,717.65m^3/año** en el volumen medio de escurrimiento (Vm).

Consulta Pública

Tabla 21: Volumen de escurrimiento total potencial del AP

Vm actual del AP (m^3/año)	Vm potencial del AP(m^3/año)	Incremento en el Vm del AP (m^3/año)
12,506.40	20,224.05	**7,717.65**

3.3.9.6 Cálculo de balance hídrico

Se denomina Ciclo Hidrológico al movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea; es decir, que es el proceso global por el cual se considera al agua un recurso natural renovable; debido a que en esa circulación espontánea y continua el líquido vital se purifica y retorna temporalmente a sus fuentes, que la ponen al alcance de sus múltiples demandantes.

Para la realización de dicho cálculo, es necesario calcular la evapotranspiración, para lo cual se utilizó el modelo propuesto por Turc (1961) en el que propone calcular la evapotranspiración potencial para cada mes en función de la radiación solar media diaria de ese mes sobre una superficie horizontal, la temperatura media mensual y una corrección basada en la humedad relativa media mensual. Con base en lo anterior y como se calculó en apartados previos:

Consulta Pública

Tabla 22: Evapotranspiración mensual Turc (1961)

Evapotranspiración Mensual TURC													
	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
ETP	15.07	14.70	16.81	17.51	17.42	16.77	17.00	17.10	16.75	16.37	15.80	15.18	**196.488**

Una vez realizado lo anterior se calculó el balance hídrico, quedando de la siguiente forma:

Tabla 23: Balance hídrico

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Totales
Prec	33.65	25.37	24.43	28.11	59.27	146.57	111.97	126.61	156.94	110.69	49.51	36.69	**909.80**
EtP	15.07	14.70	16.81	17.51	17.42	16.77	17.00	17.10	16.75	16.37	15.80	15.18	**196.48**
Δ	18.58	10.67	7.62	10.60	41.84	129.79	94.97	109.51	140.19	94.32	33.70	21.51	**713.31**
ALM	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	**1200.00**
def	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.00**
Exceso	18.58	10.67	7.62	10.60	41.84	129.79	94.97	109.51	140.19	94.32	33.70	21.51	**713.30**
ETR	15.07	14.70	16.81	17.51	17.42	16.77	17.00	17.10	16.75	16.37	15.80	15.18	**196.48**

Donde:

Prec: Precipitación
EtP: Evapotranspiración
Δ: Diferencia entre precipitación y evapotranspiración.
ALM: Almacenaje de Agua Útil
def: Déficit
Ex: Exceso
ETR: Evapotranspiración Real

Consulta Pública

3.3.9.7 Infiltración

La infiltración es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo quedando retenida en él.

El estudio del balance de suelos se basa en el principio de la conservación de la materia. O sea, el agua que entra a un suelo, es igual al agua que se almacena en el suelo, más el agua que sale de él. Las entradas son debidas a la infiltración del agua hacia el suelo y las salidas se deben a la evapotranspiración de las plantas, más la descarga de los acuíferos.

Para calcular la cantidad de agua que se infiltra en la RE, AI y AP se utilizó el valor estimado de evapotranspiración (Turc, 1960), se multiplicó por la superficie de la poligonal correspondiente y se convirtió a m^3; así como el volumen de escurrimiento (NOM-011-CONAGUA-2015) calculado para cada una de las superficies:

Infiltración actual de la RE (13,420.5935ha)

Tabla 24:Infiltración con Balance Hídrico Actual de la RE

Balance Hídrico Actual RE	
	Totales m^3/año
Captación bruta	122,100,742.67
ETR	26,369,857.01
Captación neta	95,730,885.66
Infiltración	**93,339,179.90**
Escorrentía	2,391,705.76

Donde se observa un volumen de captación bruta de **122,100,742.67m^3/año**, el cual se obtuvo al calcular la precipitación mensual en mm por la superficie de la RE y convirtiéndolo a m^3. A este valor se le resta la evapotranspiración real (**26,369,857.01m^3/año**) para obtener la captación neta, quedando un resultado de **95,730,885.66m^3/año**,

volumen de escurrimiento calculado para el 2,391,705.76, obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**2,391,705.76m^3/año**), quedando así una infiltración de **93,339,179.90m^3/año**, actuales.

Infiltración actual del AI (89.8855ha)

Tabla 25:Infiltración con Balance Hídrico Actual del AI

Balance Hídrico Actual AI	
	Totales m^3/año
Captación bruta	817,779.50
ETR	176,614.23
Captación neta	641,165.28
Infiltración	**625,146.63**
Escorrentía	16,018.64

Donde se observa un volumen de captación bruta de **817,779.50m^3/año**, el cual se obtuvo al calcular la precipitación mensual en mm por la superficie del AI y convirtiéndolo a m^3. A

Consulta Pública

este valor se le resta la evapotranspiración real (**176,614.23m³/año**) para obtener la captación neta, quedando un resultado de **641,165.28m³/año**.

Posteriormente, al valor de la captación neta se le resta el volumen de escurrimiento calculado para el AI, obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**16,018.64m³/año**), quedando así una infiltración de **625,146.63m³/año**, actuales para el AI.

Infiltración actual del AP (23.5252ha)

Tabla 26: Infiltración con Balance Hídrico Actual del AP

Balance Hídrico Actual AP	
	Totales m³/año
Captación bruta	214,032.59
ETR	46,224.20
Captación neta	167,808.39
Infiltración	**158,245.83**
Escorrentía	9,562.56

Donde se observa un volumen de captación bruta de **214,032.59m³/año**, el cual se obtuvo al calcular la precipitación mensual en mm por la superficie del AP y convirtiéndolo a m³. A este valor se le resta la evapotranspiración real (**46,224.20m³/año**) para obtener la captación neta, quedando un resultado de **167,808.39m³/año**.

Posteriormente, al valor de la captación neta se le resta el volumen de escurrimiento actual calculado para la totalidad del AP, obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**9,562.56m³/año**), quedando así una infiltración de **158,245.83m³/año**, actuales para el AP.

Infiltración potencial del AP

Una vez retirada la vegetación del área de obras dentro del AP, los volúmenes de agua del balance hídrico actual se verán modificados de la siguiente manera:

Tabla 27: Infiltración con Balance hídrico potencial del AP

Balance Hídrico Potencial AP	
	Totales m³/año
Captación bruta	214,032.59
ETR	46,224.20
Captación neta	167,808.39
Infiltración	**143,522.35**
Escorrentía	24,286.04

En donde, al valor de la captación neta (**214,032.59m³/año**), se le resta el volumen de escurrimiento potencial para la totalidad del AP, obtenido con la metodología presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**24,286.04m³/año**), quedando así una infiltración de **143,522.35m³/año**, potenciales para el AP.

Consulta Pública

3.3.9.7.1 Afectación a los volúmenes de infiltración

Considerando el resultado actual y potencial del AP, se observa que las obras del proyecto generarán una disminución de **14,723.48m³/año** por lo que, pasará de **158,245.83 m³/año a 143,522.35m³/año.**

Tabla 28: Diferencia entre infiltración actual y potencial del AP

Infiltración Actual (m³/año)	Infiltración Potencial (m³/año)	Pérdida de infiltración una vez removida la vegetación de la superficie de obras (m³/año)
158,245.83	143,522.35	**14,723.48**

Esta pérdida de infiltración de 14,723.48m³/año afectará los volúmenes de infiltración actuales del AI y RE. Por lo que es necesario restar la pérdida de infiltración a la infiltración actual de cada poligonal. Quedando de la siguiente manera:

Tabla 29: Infiltración potencial del AI

Infiltración Actual (m³/año)	Pérdida de infiltración una vez removida la vegetación de la superficie de obras (m³/año)	Infiltración Potencial (m³/año)
625,146.63	610,423.15	**14,723.48**

Donde se observa que, una vez retirada la vegetación del área de obras, el volumen de infiltración presente en el AI disminuirá a los **610,423.15m³/año**, lo que representa una disminución del 2.36% respecto al volumen actual.

Tabla 30: Infiltración potencial de la RE

Infiltración Actual (m³/año)	Pérdida de infiltración una vez removida la vegetación de la superficie de obras (m³/año)	Infiltración Potencial (m³/año)
93,339,179.90	93,324,456.42	**14,723.48**

Donde se observa que, el volumen de infiltración presente en la RE disminuirá a los **93,324,456.42m³/año**, lo que representa una disminución del 0.02% respecto al volumen actual.

Es importante mencionar que se han diseñado medidas de conservación a razón de compensar esta modificación en el volumen de infiltración, dichas medidas se encuentran descritas en el capítulo 6 del presente documento.

Consulta Pública

3.3.10 Medio Biótico

3.3.10.1 Vegetación

3.3.10.1.1 Flora potencial

La distribución espacial de las especies no es aleatoria, sino que obedece al intervalo o capacidad de tolerancia que cada especie tiene a factores ambientales como altitud, posición topográfica, temperatura, humedad y precipitación que se conoce como amplitud ecológica. En este sentido, la flora potencial representa la probabilidad de encontrar especies en áreas que presentan condiciones ambientales similares a los sitios donde se encuentran.

Para la elaboración de la flora potencial se utilizó la información recabada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad para vertebrados terrestres (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO 2021a; b; c; d). Se presentan el listado de fauna potencial dentro del anexo 3.5.1

3.3.10.1.2 Resumen y metodología de muestreos

3.3.10.1.2.1 Definición de los tipos de vegetación

Uno de los problemas que a menudo se afronta al definir un tipo de vegetación o comunidad vegetal en México, es que hasta la fecha no existe un sistema de clasificación y nomenclatura de las comunidades vegetales que sea de uso común (González-Medrano 2003).

En este sentido, con el fin de generar un panorama homogéneo, definición y descripción del o los tipos de vegetación presentes en el RE y AP, se consultaron las obras y herramientas más representativas y útiles para la región de estudio (Flores & Espejel 1994; Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI 2021; Miranda & Hernández-X. 2014; Rzedowski 2006). En este sentido, las líneas que describen los tipos de vegetación en este documento representan un esbozo general de las diferentes obras consultadas.

3.3.10.1.2.2 Trabajo de campo

La temporalidad del trabajo de campo relativo al levantamiento de datos taxonómicos, dasonómicos y ecológicos de la flora y vegetación del RE, AI y AP **obedecen a dos temporalidades**, esto con el fin de captar las variaciones fenológicas de la vegetación. La primera visita se realizó del **03 al 24 de noviembre del 2025**, mientras que la segunda visita se realizó del **06 al 17 de abril de 2026**. Para ambos muestreos se tomó un horario diario de 06:00 a 17:00 hrs. con periodos intercalados de descanso y toma de alimentos. El equipo de trabajo se organizó en cuatro brigadas compuestas cada una por dos especialistas en taxonomía vegetal. Cada brigada realizo exploración de campo equipada con herramientas de geolocalización, cámara fotográfica y de ser necesario prensa botánica para toma de muestras vegetales. Las fechas de trabajo de campo coinciden con los periodos de floración y/o fructificación de varios taxa en la región de estudio, además se consideró importante el registro de las estructuras vegetativas vivas o desecas para lograr un reconocimiento completo de la diversidad de organismos vegetales presentes en las

Consulta Pública

áreas exploradas. Asimismo, las especies vegetales epigeas y estacionales y/o efímeras se muestran esencialmente visibles durante esta época del ciclo anual en la región (Raunkiaer 1934), de esta manera, el trabajo de campo realizado para estas áreas refleja en los registros valores dimensionales y de diversidad suficientemente verosímiles y confiables.

3.3.10.1.2.3 Muestreo

En la mayoría de los estudios de la vegetación no es operativo enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por esta razón se realizan muestreos de la misma a fin de estimar el valor de los parámetros de la población vegetal.

Tamaño de las unidades muestrales

El tamaño de las unidades muestrales debe satisfacer tres requisitos fundamentales (Matteucci & Colma 1982):

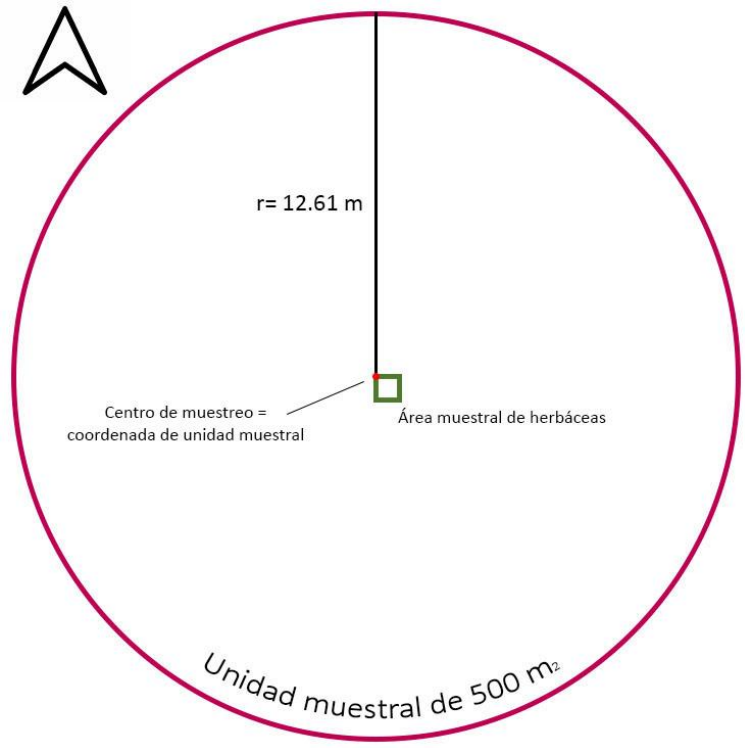
a) Deben distinguirse claramente,
b) Las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal a medir deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos, y
c) Una vez seleccionada la forma y el tamaño, deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

Si el modelo espacial de los individuos es aleatorio, puede usarse cualquier tamaño de unidad muestral sin que se altere la precisión de la estimación y su selección depende de consideraciones prácticas (Matteucci & Colma 1982). Esto es, si los individuos a contar son pequeños y muy abundantes es preferible utilizar unidades pequeñas, por otro lado, si los individuos a contar son grandes o se encuentran distribuidos de manera dispersa, las unidades grandes resultan mucho mejores. Es importante considerar que no es conveniente utilizar unidades demasiado pequeñas porque estas destacas los errores de borde, individuos que se encuentran en el borde de la unidad y que presentan un problema de exclusión o inclusión en el muestreo.

Bajo el anterior argumento, el tamaño de las unidades muestrales seleccionado fue de 500m^2, con una forma circular (radio de 12.6 m). Las unidades de muestreo circulares presentan la excelente ventaja de tener menor perímetro que los rectangulares para una misma superficie, lo que se traduce en una menor posibilidad de error al contabilizar a los árboles cuya pertenencia al sitio sea dudosa (Olvera-Vargas et al. 1996). El centro de la unidad muestral corresponde a la coordenada registrada para cada punto de muestreo. El área de levantamiento de datos para herbáceas consistió en un polígono cuadrado con superficie de 1m^2, esta área se delimito con un perímetro físico construido a partir de tubo de ½ pulgada de PVC, el perímetro superior se posiciono perpendicularmente a la dirección del norte magnético geográfico.

Consulta Pública

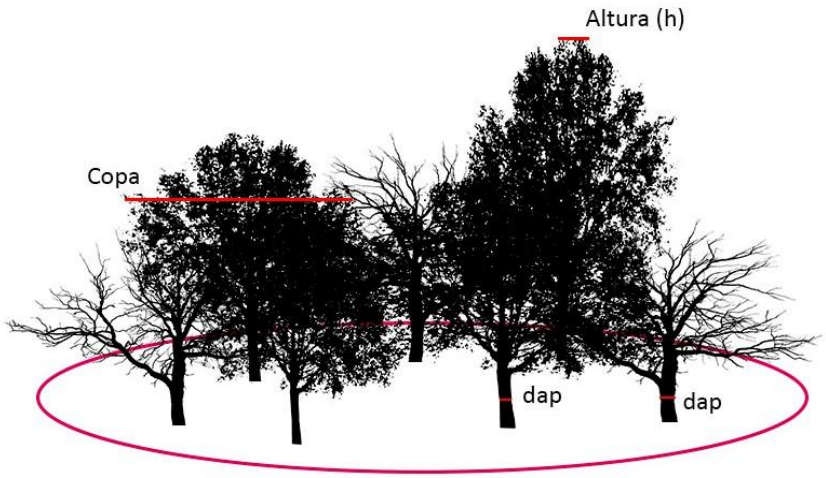
Figura 7: Representación esquemática del tamaño y forma de la unidad muestral de la vegetación.



Para el análisis de los individuos se definieron cinco categorías en función al biotipo, en donde se establecieron las reglas de inclusión y exclusión conforme a lo siguiente:

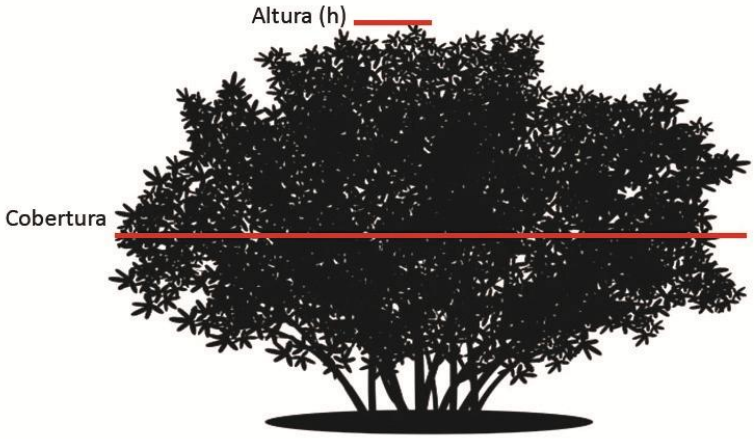
- Arbóreas: Todos aquellos individuos de 7 cm de dap (diámetro a la altura del pecho) o mayores. Se registró especie taxonómica, dap, altura total y copa en 500 m^2.

Figura 8: Ilustración gráfica del muestreo de arbóreas.



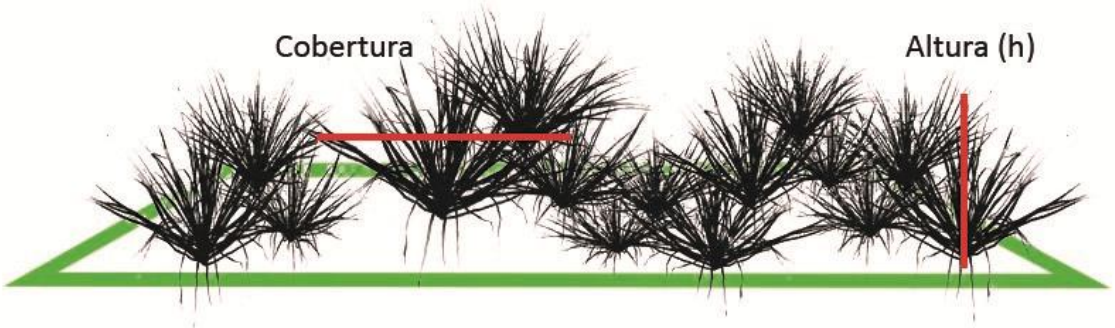
- Arbustivas: Todos aquellos individuos mayores a 50 cm de altura y menores a 7 cm de dap. Se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en 500 m^2.

Figura 9: Ilustración gráfica del muestreo de arbustivas.



- Herbáceas: Todos aquellos individuos de 0 a 49 cm de altura. Para estos se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en una superficie de 1 m^2.

Figura 10: Ilustración gráfica del muestreo de herbáceas.



- Bejucos: Todos aquellos individuos de plantas trepadoras o escandentes, generalmente de tallos sarmentosos, tanto herbáceos como leñosos. Se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en 500 m^2.

- Epífitas: Todos aquellos individuos que crecen adheridos a los troncos y ramas de los árboles. Se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en 500 m^2.

Cada una de las unidades de muestreo levantadas se distinguió a través de marcas visuales y llamativas, asimismo, las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal registrado y la forma y tamaño establecido se respetó para cada una de ellas.

Tamaño de muestra

Cuanto mayor es el número de las unidades muestrales, más precisa es la estimación de la o las variables consideradas. No obstante, debido al gran costo del muestreo (especialmente en tiempo y esfuerzo) es preciso llegar a un equilibrio en donde el esfuerzo

invertido sea equiparable a la cantidad y calidad de la información recabada (McRoberts et al. 2015).

Considerando que el área a analizar (RE y AP) representa una superficie o universo finito (unidad delimitada en ha y m^2), y que es posible conocer el total de integrantes de la población (total de muestreos posibles de 500 m^2), es conveniente el uso de la fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos (Valdivieso-Taborga et al. 2011). Para el desarrollo de la fórmula es importante comprender los siguientes aspectos:

Tamaño de la población: La cantidad total de unidades muestrales en la superficie analizada. Si se está tomando una muestra aleatoria sobre la totalidad de la **superficie forestal actual** en la RE (10,225.3440 ha), entonces el tamaño de la población será de 204,507 muestreos posibles de 500m^2.

Margen de error: Un porcentaje que señala en qué medida se puede esperar que los resultados de los parámetros analizados reflejen un valor parecido al real de la población general. Entre más pequeño sea el margen de error, más cerca se estará de tener el parámetro real con un determinado nivel de confianza.

Nivel de confianza del muestreo: Un porcentaje que revela cuánta confianza puedes tener en que tu tamaño de muestra represente un parámetro dentro de un rango determinado. Por ejemplo, un nivel de confianza del 95% significa que puedes tener una seguridad del 95% de que los resultados oscilarán entre los números x e y.

Variabilidad (coeficiente de variabilidad): Un porcentaje estimado de diferenciación de un punto a otro, entre más alta la variación, incrementa el tamaño de muestra. Para obtener este valor (Celis-de la Rosa & Labrada-Martagón 2014; Mueller-Dombois & Ellenberg 1974) es necesario la designación de un muestreo piloto con varias repeticiones (ej. 5, 10, 15 etc.), entonces se selecciona un parámetro medible (en este caso número de individuos arbóreos y arbustivos, I) para cada una de las repeticiones.

Tabla 31: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto de la RE.

Muestreo Piloto	Número de especies	Número de especies^2
1	30	900
2	23	529
3	25	625
4	23	529
5	40	1600
6	31	961
7	16	256
8	35	1225
9	36	1296
10	44	1936
11	32	1024
12	35	1225
13	37	1369

Consulta Pública

Muestreo Piloto	Número de especies	Número de especies^2
14	28	784
15	36	1296
Total	**471**	**15555**

El promedio ($\bar{X}$) del parámetro medible seleccionado corresponde a 31.4 individuos. Seguido de esto se calcula la desviación estándar (s) mediante la siguiente formula:

$$s = \sqrt{\sum I^2 - \frac{(\sum I)^2}{n} \Big/ n - 1}$$

$$s = \sqrt{15555 - \frac{(471)^2}{15} \Big/ 15 - 1} = 7.39$$

Es así que la variación (p) es igual a:

$$p = \frac{s * 100}{\bar{X}} = \frac{7.39 * 100}{31.4} = 23.55$$

La fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos corresponde a la siguiente (Milton 2007; Wackerly et al. 2010):

$$n = \frac{\frac{z^2 * p\,(1-p)}{e^2}}{1 + (\frac{z^2 * p\,(1-p)}{e^2 N})}$$

Donde:

n = tamaño de muestra

N = tamaño de la población

e = margen de error (porcentaje expresado con decimales)

p = variabilidad (porcentaje expresado con decimales)

z = puntuación z. la puntuación z es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción determinada se aleja de la media. La siguiente tabla permite encontrar la puntuación z adecuada:

Tabla 32: Relación de Nivel de confianza y puntuación z.

Nivel de confianza deseado	80%	85%	90%	95%	99%
Puntuación z	1.28	1.44	1.65	1.96	2.58

De acuerdo con SEMARNAT (2017), el tamaño de muestra debe tener niveles de confianza no menores al 95%, por lo que la puntuación de z mínima a considerar es de 1.96. Conociendo esto, se desglosa la fórmula de la siguiente manera:

Consulta Pública

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.24\ (1 - 0.24)}{0.10^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.24\ (1 - 0.24)}{0.10^2\ 204507})} = 69^1$$

Una vez calculado el tamaño de muestra y conociendo que el número mínimo de puntos de muestreo para generar un estimado confiable de parámetros vegetales es de 69 sitios de levantamiento en la RE, se desglosa el mismo proceso para el AI, donde se delimita la presencia de 45.9904 ha de superficie forestal.

Tabla 32: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto del AI.

Muestreo Piloto	Número de especies	Número de especies^2
1	40	1600
2	29	841
3	25	625
4	23	529
5	31	961
6	16	256
7	33	1089
8	30	900
9	25	625
10	40	1600
11	27	729
12	40	1600
13	40	1600
14	25	625
15	31	961
Total	**455**	**14541**

$$s = \sqrt{14541 - \frac{(455)^2}{15} \Big/ 15 - 1} = 7.27$$

$$p = \frac{7.27\ * 100}{30.33} = 23.96$$

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.24\ (1 - 0.24)}{0.10^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.24\ (1 - 0.24)}{0.10^2\ 920})} = 65$$

Consulta Pública

Por último, el mismo proceso se repite para el AP, con 16.1785 ha de superficie forestal:

Tabla 32: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto del AP.

Muestreo Piloto	Número de especies	Número de especies^2
1	16	256
2	34	1156
3	30	900
4	40	1600
5	32	1024
6	23	529
7	29	841
8	27	729
9	23	529
10	25	625
11	35	1225
12	25	625
13	23	529
14	31	961
15	31	961
Total	**424**	**12490**

$$s = \sqrt{12490 - \frac{(424)^2}{15}} \Big/ 15 - 1 = 6.01$$

$$p = \frac{6.01 * 100}{28.27} = 21.25$$

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.21\ (1 - 0.21)}{0.10^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.21\ (1 - 0.21)}{0.10^2\ 818})} = 54$$

En este sentido, se expone que el tamaño de muestra levantado en la RE corresponde a 82 sitios de muestreo, 71 sitios para el AI y 67 sitios para la superficie del AP, y en todos los casos, los mínimos establecidos estadísticamente (69,65 y 54) fueron cumplidos.

Tabla 33: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del RE.

Unidad	Este (X)	Norte (Y)	Tipo de vegetación
1	203917	2322072	Selva Baja Caducifolia
2	209963	2321750	Selva Baja Caducifolia

Unidad	Este (X)	Norte (Y)	Tipo de vegetación
3	215963	2320818	Selva Baja Caducifolia
4	212425	2315127	Selva Baja Caducifolia

Consulta Pública

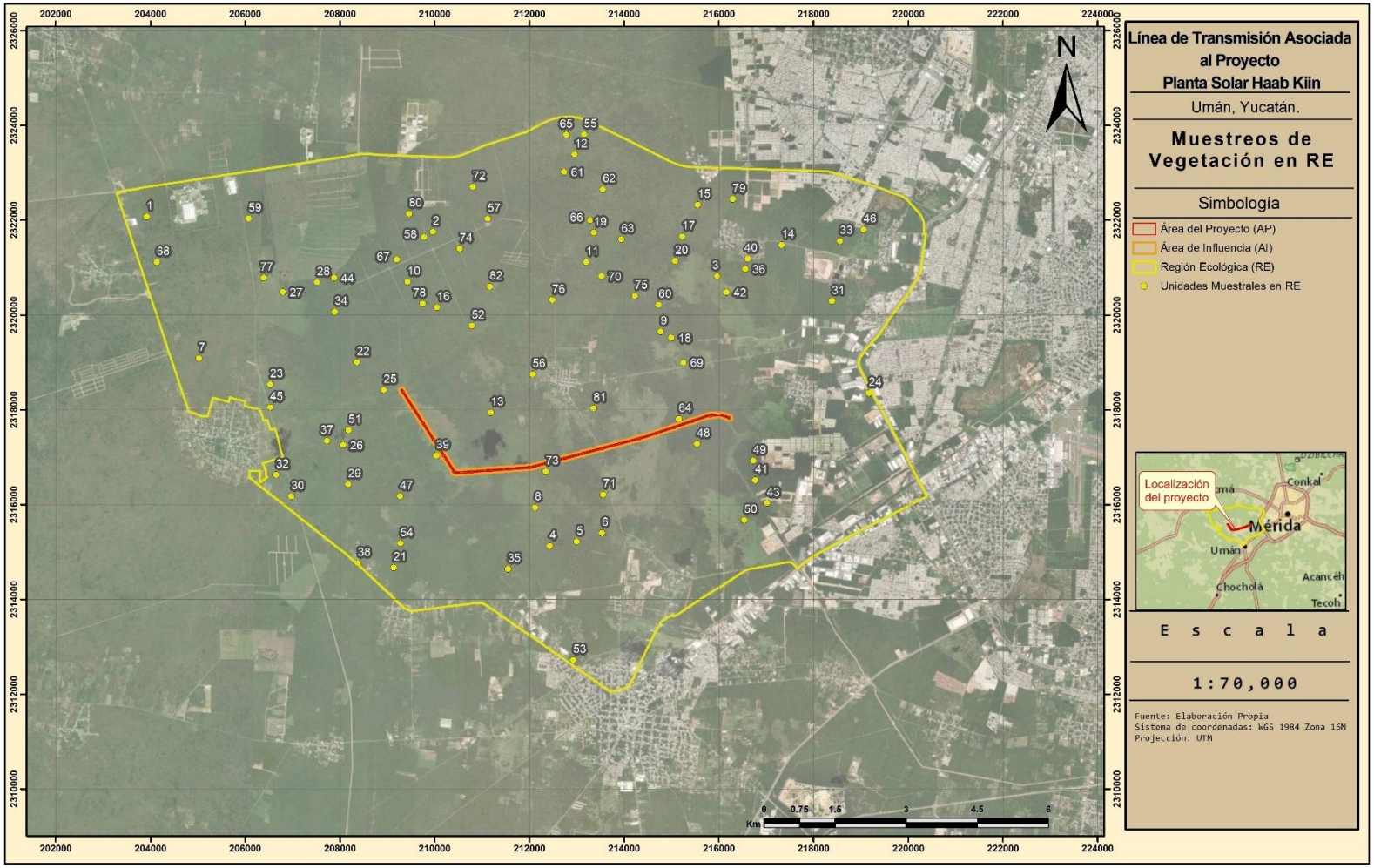
Unidad	Este (X)	Norte (Y)	Tipo de vegetación
5	212999	2315218	Selva Baja Caducifolia
6	213532	2315397	Selva Baja Caducifolia
7	205018	2319084	Selva Baja Caducifolia
8	212113	2315941	Selva Baja Caducifolia
9	214770	2319648	Selva Baja Caducifolia
10	209423	2320700	Selva Baja Caducifolia
11	213196	2321114	Selva Baja Caducifolia
12	212954	2323384	Selva Baja Caducifolia
13	211183	2317943	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
14	217322	2321477	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
15	215552	2322320	Selva Baja Caducifolia
16	210043	2320159	Selva Baja Caducifolia
17	215224	2321655	Selva Baja Caducifolia
18	214993	2319520	Selva Baja Caducifolia
19	213359	2321735	Selva Baja Caducifolia
20	215077	2321137	Selva Baja Caducifolia
21	209133	2314670	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
22	208355	2319005	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
23	206526	2318536	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
24	219165	2318352	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
25	208925	2318418	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
26	208067	2317254	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
27	206793	2320484	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
28	207516	2320684	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
29	208170	2316427	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
30	206966	2316171	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
31	218385	2320291	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
32	206647	2316627	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
33	218558	2321555	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
34	207885	2320066	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
35	211544	2314639	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
36	216556	2320969	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
37	207723	2317344	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
38	208373	2314763	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
39	210031	2317030	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
40	216611	2321185	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
41	216765	2316515	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia

Consulta Pública

Unidad	Este (X)	Norte (Y)	Tipo de vegetación
42	216161	2320481	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
43	217017	2316029	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
44	207874	2320778	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
45	206527	2318047	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
46	219052	2321799	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
47	209266	2316173	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
48	215539	2317277	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
49	216722	2316924	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
50	216532	2315671	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
51	208176	2317566	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
52	210777	2319771	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
53	212927	2312723	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
54	209273	2315180	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
55	213153	2323804	Selva Baja Caducifolia
56	212066	2318748	Selva Baja Caducifolia
57	211117	2322028	Selva Baja Caducifolia
58	209772	2321640	Selva Baja Caducifolia
59	206069	2322034	Selva Baja Caducifolia
60	214728	2320212	Selva Baja Caducifolia
61	212727	2323014	Selva Baja Caducifolia
62	213547	2322646	Selva Baja Caducifolia
63	213941	2321593	Selva Baja Caducifolia
64	215155	2317806	Selva Baja Caducifolia
65	212776	2323796	Selva Baja Caducifolia
66	213282	2321997	Selva Baja Caducifolia
67	209196	2321164	Selva Baja Caducifolia
68	204131	2321112	Selva Baja Caducifolia
69	215249	2318994	Selva Baja Caducifolia
70	213515	2320814	Selva Baja Caducifolia
71	213551	2316213	Selva Baja Caducifolia
72	210801	2322701	Selva Baja Caducifolia
73	212343	2316695	Selva Baja Caducifolia
74	210524	2321397	Selva Baja Caducifolia
75	214223	2320399	Selva Baja Caducifolia
76	212482	2320310	Selva Baja Caducifolia
77	206388	2320782	Selva Baja Caducifolia
78	209744	2320237	Selva Baja Caducifolia
79	216294	2322440	Selva Baja Caducifolia
80	209460	2322133	Selva Baja Caducifolia
81	213350	2318030	Selva Baja Caducifolia
82	211157	2320597	Selva Baja Caducifolia

Consulta Pública

Mapa 11: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro de la RE.



Consulta Pública

Tabla 34: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AI.

Unidad	Este (X)	Norte (Y)	Tipo de vegetación
1	212807	2317015	Selva Baja Caducifolia
2	211569	2316710	Selva Baja Caducifolia
3	213349	2317120	Selva Baja Caducifolia
4	214677	2317563	Selva Baja Caducifolia
5	212434	2316941	Selva Baja Caducifolia
6	214139	2317298	Selva Baja Caducifolia
7	211486	2316730	Selva Baja Caducifolia
8	214822	2317592	Selva Baja Caducifolia
9	213291	2317079	Selva Baja Caducifolia
10	213484	2317201	Selva Baja Caducifolia
11	213110	2317054	Selva Baja Caducifolia
12	215006	2317667	Selva Baja Caducifolia
13	215071	2317690	Selva Baja Caducifolia
14	214897	2317634	Selva Baja Caducifolia
15	214814	2317515	Selva Baja Caducifolia
16	211661	2316804	Selva Baja Caducifolia
17	211847	2316729	Selva Baja Caducifolia
18	214865	2317526	Selva Baja Caducifolia
19	211916	2316830	Selva Baja Caducifolia
20	215390	2317792	Selva Baja Caducifolia
21	215277	2317761	Selva Baja Caducifolia
22	213605	2317224	Selva Baja Caducifolia
23	211497	2316799	Selva Baja Caducifolia
24	212156	2316849	Selva Baja Caducifolia
25	211382	2316791	Selva Baja Caducifolia
26	212123	2316846	Selva Baja Caducifolia
27	212722	2316930	Selva Baja Caducifolia
28	213115	2317126	Selva Baja Caducifolia
29	212247	2316812	Selva Baja Caducifolia
30	212004	2316759	Selva Baja Caducifolia
31	211636	2316737	Selva Baja Caducifolia
32	215227	2317741	Selva Baja Caducifolia
33	215190	2317732	Selva Baja Caducifolia
34	213301	2317146	Selva Baja Caducifolia
35	211306	2316698	Selva Baja Caducifolia
36	215347	2317687	Selva Baja Caducifolia
37	214194	2317329	Selva Baja Caducifolia
38	212268	2316889	Selva Baja Caducifolia
39	213482	2317156	Selva Baja Caducifolia
40	213982	2317275	Selva Baja Caducifolia
41	213364	2317182	Selva Baja Caducifolia
42	214376	2317437	Selva Baja Caducifolia
43	214622	2317518	Selva Baja Caducifolia
44	211607	2316722	Selva Baja Caducifolia
45	211455	2316698	Selva Baja Caducifolia
46	209423	2318187	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
47	209494	2318149	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
48	215803	2317897	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
49	215945	2317869	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
50	215840	2317933	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
51	216220	2317876	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
52	209334	2318339	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
53	216034	2317912	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
54	209484	2318209	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
55	215627	2317849	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
56	215869	2317906	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
57	215414	2317775	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia

Consulta Pública

Unidad	Este (X)	Norte (Y)	Tipo de vegetación
58	209369	2318247	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
59	215439	2317710	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
60	216117	2317880	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
61	216048	2317936	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
62	215584	2317848	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
63	209335	2318292	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
64	215683	2317801	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia

Unidad	Este (X)	Norte (Y)	Tipo de vegetación
65	215540	2317742	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
66	216067	2317826	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
67	209393	2318333	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
68	215883	2317871	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
69	215555	2317767	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
70	216132	2317808	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
71	209392	2318191	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia

Consulta Pública

Mapa 12: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del AI.

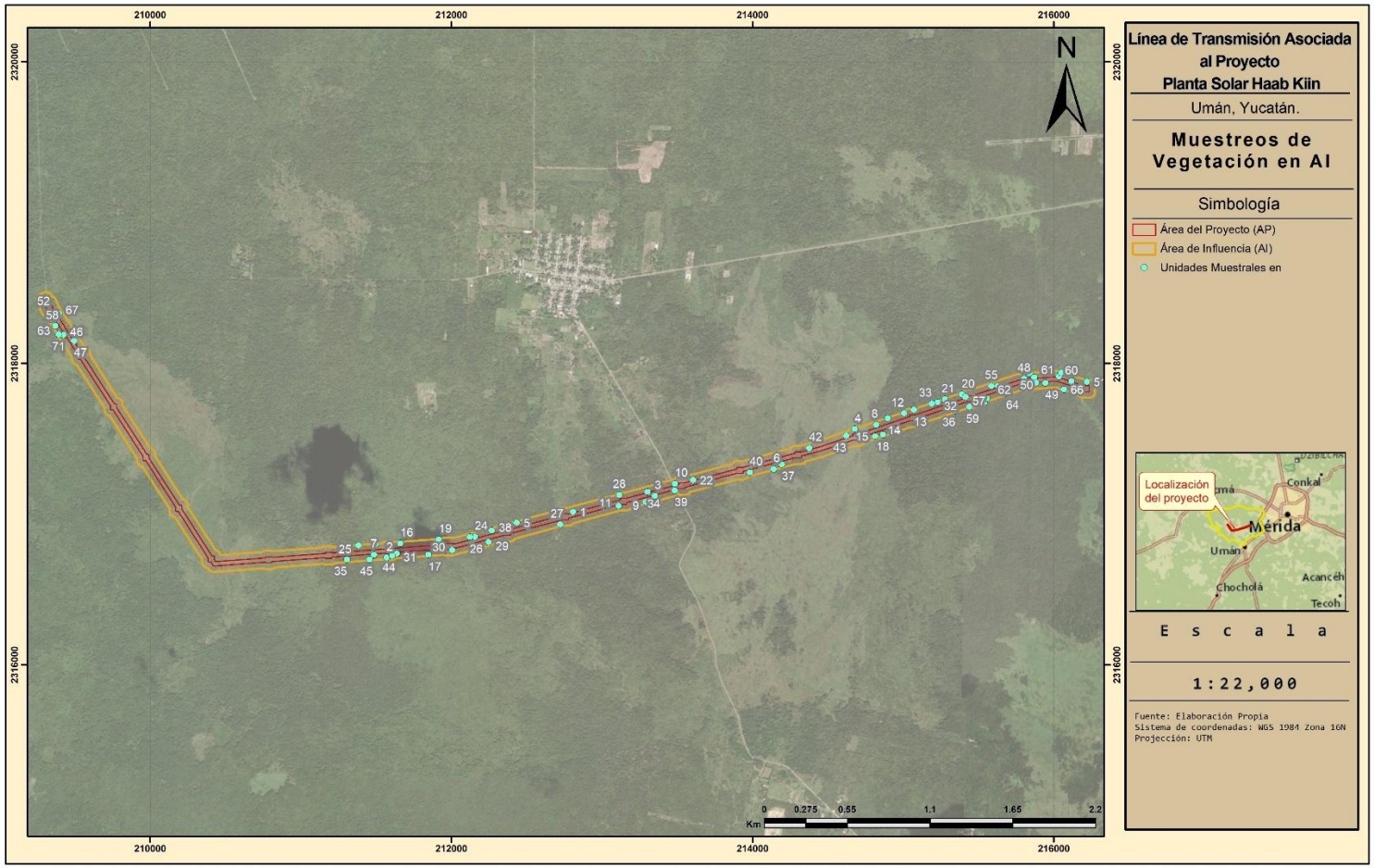


Tabla 35: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AP.

Unidad	Este (X)	Norte (Y)	Tipo de vegetación
1	212619	2316959	Selva Baja Caducifolia
2	215561	2317796	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
3	214408	2317414	Selva Baja Caducifolia
4	212065	2316784	Selva Baja Caducifolia
5	213778	2317253	Selva Baja Caducifolia
6	215048	2317633	Selva Baja Caducifolia
7	212036	2316778	Selva Baja Caducifolia
8	215969	2317885	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
9	209445	2318186	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
10	214990	2317613	Selva Baja Caducifolia
11	213140	2317076	Selva Baja Caducifolia
12	214364	2317418	Selva Baja Caducifolia
13	212430	2316898	Selva Baja Caducifolia
14	212747	2316983	Selva Baja Caducifolia
15	212494	2316920	Selva Baja Caducifolia
16	213175	2317099	Selva Baja Caducifolia
17	213289	2317113	Selva Baja Caducifolia
18	215291	2317722	Selva Baja Caducifolia
19	213741	2317257	Selva Baja Caducifolia
20	213653	2317213	Selva Baja Caducifolia
21	214465	2317449	Selva Baja Caducifolia
22	214147	2317349	Selva Baja Caducifolia
23	212992	2317056	Selva Baja Caducifolia
24	215247	2317697	Selva Baja Caducifolia
25	213252	2317111	Selva Baja Caducifolia
26	212671	2316973	Selva Baja Caducifolia
27	213602	2317206	Selva Baja Caducifolia
28	211364	2316739	Selva Baja Caducifolia
29	211645	2316763	Selva Baja Caducifolia
30	214522	2317449	Selva Baja Caducifolia
31	214586	2317484	Selva Baja Caducifolia
32	211237	2316722	Selva Baja Caducifolia
33	211405	2316732	Selva Baja Caducifolia
34	212594	2316951	Selva Baja Caducifolia
35	213824	2317272	Selva Baja Caducifolia
36	211294	2316732	Selva Baja Caducifolia
37	213406	2317163	Selva Baja Caducifolia
38	214786	2317549	Selva Baja Caducifolia
39	213517	2317179	Selva Baja Caducifolia
40	215421	2317758	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
41	211532	2316747	Selva Baja Caducifolia
42	211167	2316713	Selva Baja Caducifolia
43	216101	2317877	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
44	212568	2316918	Selva Baja Caducifolia
45	212239	2316844	Selva Baja Caducifolia
46	211890	2316767	Selva Baja Caducifolia
47	211996	2316792	Selva Baja Caducifolia
48	213430	2317151	Selva Baja Caducifolia
49	213331	2317131	Selva Baja Caducifolia
50	212204	2316839	Selva Baja Caducifolia
51	213911	2317275	Selva Baja Caducifolia
52	214849	2317552	Selva Baja Caducifolia
53	212972	2317025	Selva Baja Caducifolia
54	213094	2317059	Selva Baja Caducifolia
55	215152	2317670	Selva Baja Caducifolia
56	209422	2318217	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
57	209344	2318340	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
58	215498	2317787	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
59	209489	2318150	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
60	215928	2317899	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia

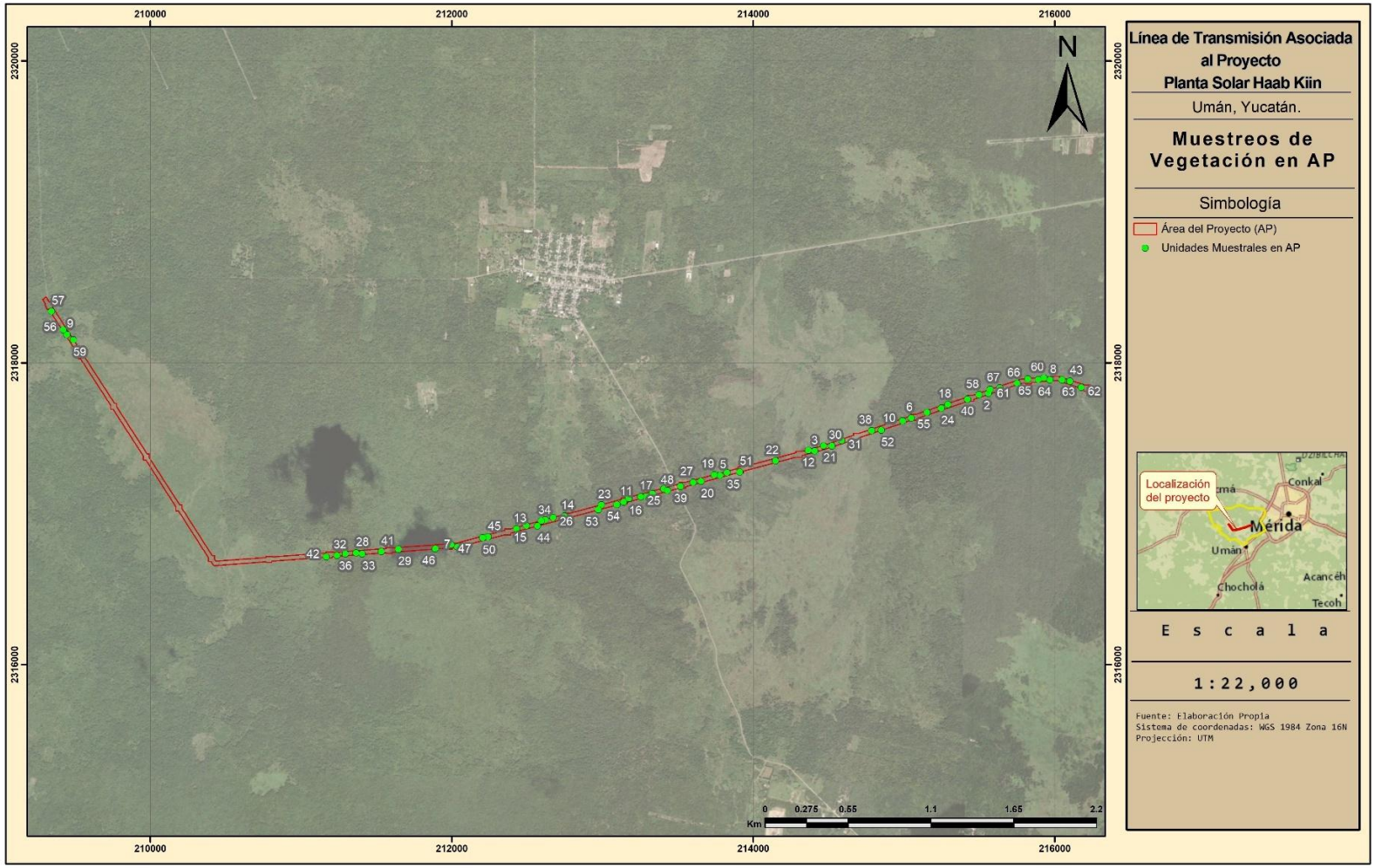
Consulta Pública

Unidad	Este (X)	Norte (Y)	Tipo de vegetación
61	215571	2317822	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
62	216175	2317836	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
63	216049	2317885	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
64	215891	2317887	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia

Unidad	Este (X)	Norte (Y)	Tipo de vegetación
65	215822	2317892	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
66	215750	2317863	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia
67	215635	2317831	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia

Consulta Pública

Mapa 13: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del AP.



Consulta Pública

3.3.10.1.2.4 Curva de acumulación de especies

Una herramienta que permite visualizar el éxito del tamaño de muestra y permite generar una visión grafica del avance en el registro de datos conforme al esfuerzo de muestreo es la curva de acumulación de especies.

En una curva de acumulación de especies, la incorporación de registros de especies al inventario se relaciona estrechamente con el esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies acumuladas. Al inicio, se registran sobre todo especies frecuentes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies menos frecuentes, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero acumulaciones (asíntota) corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona analizada (Colwell et al. 2004; Colwell & Coddington 1994; Gotelli & Colwell 2001; Soberón-M & Llorente-Bousquets 1993).

Las curvas de acumulación permiten:

1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación,
2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y
3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Debido a la enorme potencia de cálculo de los ordenadores actuales y la aplicabilidad de este método tan costoso computacionalmente, el análisis de la curva se realizó por medio del programa estadístico R (R Core Team 2020) por medio de los paquetes BiodiversityR (Kindt & Coe 2005), dismo (Hijmans et al. 2020) y R commander (Fox 2005, 2017; Fox & Bouchet-Valat 2020) los cuales fueron programados para estimar el incremento de especies por unidad muestral con 100 permutaciones; es decir, 100 combinaciones diferentes que permiten estimar el promedio y desviación estándar de la incorporación de especies por sitio de muestreo.

Estimación de especies

Dado que la riqueza de especies (S) depende del tamaño del muestreo, se puede esperar que no todas las especies que ocurren dentro del área de estudio (AP o RE) sean registradas. Es así que han sido desarrollados diferentes métodos para estimar el número total de especies de un área de estudio. Estos métodos dependen de que los sitios muestrales hayan sido levantados al azar. Es importante conocer que un método pueda ser más preciso en una situación y otro método será mejor para una segunda situación, sin embargo, debido a la ausencia de datos para verificar la precisión de extrapolación, no puede ser determinado el mejor método. Es así que con el fin de generar un panorama lo más completo posible acerca de la riqueza especifica estimada, se recomienda el uso de más de uno de ellos, el mejor enfoque es esperar que la riqueza total correcta se encuentre en algún lugar dentro de los rangos dados por cada método.

Consulta Pública

Para la estimación de riqueza de especies se utilizó el mismo programa y paquetes utilizados para el cálculo de la curva de acumulación de especies. Los resultados expresan el cálculo de las fórmulas de Bootstrap (Efron 1987; Smith & van Belle 1984) y Chao (Chao 1987; Chao & Chiu 2016).

Modelo de predicción

De acuerdo con Villaseñor y colaboradores (2007), las familias Fabaceae, Poaceae y Asteraceae representan modelos suficientemente confiables para la estimación de la biodiversidad de plantas en México, incluso de manera independiente. En este sentido, los registros de las familias Fabaceae, Poaceae y Asteraceae fueron considerados aquí para el cálculo de permutaciones y estimación de especies.

3.3.10.1.2.5 Trabajo de gabinete

Con el objetivo de identificar la flora observada y registrada durante el trabajo de campo, se determinó el material fotográfico y vegetal con uso de estereoscopio e información obtenida de trabajos literarios enfocados en la región (Sosa & Gómez-Pompa 1994), así como trabajos monográficos de grupos taxonómicos a nivel familiar o genérico teniendo preferencia por aquellas obras en las que se incluyeran claves taxonómicas. La nomenclatura e identidad de los taxones determinados fue confirmada a través de las herramientas digitales Tropicos (Missouri Botanical Garden n.d.) y JSTORPlants (JSTOR n.d.).

Se realizó una revisión y comparación exhaustiva de las especies vegetales registradas en la flora de la RE, AI y AP con las listadas presentadas en la NOM-059-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2010, 2020) y la Lista Roja de Especies Amenazadas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN 2023) a fin de identificar las especies susceptibles y su categoría de riesgo en ambas superficies.

La NOM-059-SEMARNAT tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, sus categorías se delimitan de la manera siguiente:

- Probablemente extinta en el medio silvestre (E),
- En peligro de extinción (P),
- Amenazadas (A),
- Sujetas a protección especial (Pr).

Por otro lado, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) ha evolucionado para convertirse en la fuente de información más exhaustiva del mundo al respecto del estado de conservación global de especies de animales, hongos y plantas. Las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN constituyen un sistema de fácil comprensión para clasificar especies de alto riesgo de extinción global. Sus categorías se exponen a continuación (IUCN 2012):

- Extinta (EX),
- Extinta en estado silvestre (EW),

Consulta Pública

- En peligro crítico (CR),
- En peligro (EN),
- Vulnerable (VU),
- Casi amenazada (NT),
- Preocupación menor (LC),
- Datos insuficientes (DD),
- No evaluado (NE) (especie no evaluada para ninguna de las otras categorías).

3.3.10.1.2.6 Parámetros cuantitativos

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Los parámetros cuantitativos más importantes y usualmente aplicados en una comunidad vegetal muestreada son (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974):

1) Número de individuos o densidad,
2) Frecuencia, el número de veces que una especie registrada aparece en los puntos de muestreo (presencia o ausencia por punto de muestreo), y
3) Cobertura, ya sea del área de la copa, ramas o del área basal.

El índice de valor de importancia (IVI) define cuales de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam & Curtis 1956). Este valor se obtiene mediante la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa.

$$Índice\ de\ valor\ de\ importancia = IVI$$
$$= Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa + Dominancia\ relativa$$

Densidad (= abundancia)

Este parámetro se relaciona con el recuento de individuos por unidad de área. El conteo generalmente se realiza en cada unidad de muestreo y sus repeticiones para la superficie total analizada. Posteriormente, se calcula la suma de los individuos por especie para el área total muestreada, y el resultado se expresa en términos de densidad de especies por unidad de área conveniente, como metro cuadrado, acre o hectárea (Curtis & McIntosh 1950; Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

$$Densidad = D = \frac{Total\ del\ no.\ de\ individuos\ de\ i\ especie\ registrada = ni}{Total\ del\ área\ examinada}\ x\ 100$$

La densidad también se puede expresar como un valor porcentual. Esto se hace dividiendo el número de individuos de una especie dada por el número total de individuos de todas las especies. Por tanto, el porcentaje de densidad es totalmente independiente del área, al menos en su método de cálculo, y en realidad es un término relativo, mejor conocido como densidad relativa (Cottam & Curtis 1956; Curtis & McIntosh 1950).

$$Densidad\ relativa = \frac{No.\ de\ individuos\ de\ la\ especie\ i = ni}{Total\ del\ no.\ de\ individuos\ de\ todas\ las\ especies} x\ 100$$

Este último método se realiza también para el conjunto de las especies de todos los estratos y se denomina Abundancia relativa únicamente para diferenciar el valor de los encontrados para cada estrato individual.

Consulta Pública

Frecuencia (= balance)

La frecuencia se relaciona con el número de veces que ocurre una especie en un número determinado de unidades de muestreo colocadas repetidamente. Se expresa como una fracción del total, generalmente en porcentaje. No se trata de un conteo, solo un registro de la presencia de especies. La frecuencia es un parámetro cuantitativo mucho más estable que el conteo de individuos o la medición de la cobertura (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

$$Frecuencia = F = \frac{No.\,de\ unidades\ de\ muestreo\ en\ los\ que\ la\ especie\ i\ aparece}{Total\ de\ no.\,de\ unidades\ de\ muestreo\ examinadas}\ x\ 100$$

Los valores de frecuencia han sido sometidos a una considerable manipulación (Raunkiaer 1934). Entre los conceptos que se han introducido se encuentra la suma porcentual de frecuencia, o frecuencia relativa. Este es el valor de frecuencia de una especie dada dividido por el total de los valores de frecuencia para todas las especies.

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ los\ valores\ de\ frecuencia\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

Cobertura

Por lo general, la cobertura se define como la proyección vertical del área de la copa o brote de una especie a la superficie del suelo expresada como una fracción o porcentaje de un área de referencia. Esta definición se aplica tanto a los métodos de estimación de cobertura como a la medición. En lugar del área de la copa, la cobertura también puede implicar la proyección del área basal (AB) en la superficie del suelo. El área basal es el contorno del área de una planta cerca de la superficie del suelo. En los árboles, se mide a través del diámetro, generalmente a la altura del pecho (dap), 1,5 m por encima del suelo, mediante la fórmula πr^2 donde r es igual a ½ dap. La cobertura como parámetro de medición ha sido resaltada como de mayor importancia ecológica que la densidad. Esta idea se basa en la observación de que la cobertura proporciona una mejor medida de la biomasa vegetal que el número de individuos.

La relación de del área basal de una especie con el gran total de áreas basales de todas las especies expresado en porcentaje es conocida como dominancia relativa.

$$Dominancia\ relativa = \frac{Total\ de\ la\ suma\ de\ áreas\ basales\ de\ la\ especie\ i}{Total\ de\ la\ suma\ de\ áreas\ basales\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

Índices de Riqueza Especifica

La riqueza específica es un concepto que se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad. un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de una comunidad sea el número total de especies (S). No obstante, es prácticamente imposible registrar todas las especies de una comunidad y, como S depende del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo. Los índices propuestos para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basan en la relación

Consulta Pública

entre S y el número total de individuos observados o N, que se incrementa con el tamaño de la muestra.

Índice de Margalef

El índice de Margalef (D_{Mg}) es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Sherwin & Fornells 2019). Su fórmula es:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln(N + 1)}$$

donde:

S = número de especies.

N =número total de individuos.

Los valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad (Magurran 1988).

Índice de diversidad de Menhinick

El índice de diversidad de Menhinick (D_{Mn}) al igual que el índice de Margalef se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra.

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Índices de Diversidad

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad)

Índice de dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson (D_{Si}) considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie (Bouza & Covarrubias 2005; Simpson 1949). Su expresión es:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^{S} {p_i}^2$$

donde:

Consulta Pública

p_i = proporción entre ni y N.

ni = número de individuos de la especie i.

El índice de dominancia de Simpson muestra resultados entre 0 a 1 en el cual los valores cercanos a 1 explican la dominancia de una especie por sobre las demás; proyectando ecosistemas más homogéneos. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 - D_{Si} (Magurran 1988).

Índice de Shannon-Weaver

El índice de Shannon-Weaver (H') tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Shannon & Weaver 1949). Su fórmula es:

$$H' = -\sum p_i . \ln p_i$$

El índice de Shannon-Weaver adquiere valores entre 0 (cuando hay una sola especie) y el logaritmo neperiano de S (cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos) (Magurran 1988).

Índice de Equitatividad

Si todas las especies en una muestra muestran la misma abundancia el índice usado para medir la de equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

Índice de Pielou

El índice de Pielou (J') se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Pielou 1975).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

donde:

H'_{max} = logaritmo natural de S

Su valor puede variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988).

3.3.10.1.2.7 Índices de similitud

Los índices o indicadores de similitud permiten cuantificar las variaciones que ocurren en la estructura de una o varias comunidades, en este caso, permiten generar una comparación de variables entre la comunidad vegetal del AP y la presente en la RE. Existen dos tipos, los cualitativos, que consideran el número de especies presentes y las especies comunes en ambas comunidades, sin tomar en cuenta la abundancia particular de cada especie

Consulta Pública

(Sørensen-Dice y Jaccard) y los cuantitativos que incluyen esta última variable (Morisita y Horn).

Índice de Sørensen-Dice

El índice de Sørensen-Dice (G) compara dos comunidades en función del número de especies que posee cada una de ellas y el número de especies comunes entre ellas (Dice 1945; Sørensen 1948). Su fórmula corresponde a la siguiente:

$$G = \frac{2S_{12}}{S_1 + S_2} * 100$$

donde:

S_1 = número de especies en el ensamble 1 (AP)

S_2 = número de especies en el ensamble 2 (RE)

S_{12} = número de especies compartidas entre el ensamble 1 y 2

El resultado final se expresa en un porcentaje de similitud.

Índice de Jaccard

El índice de Jaccard (L) evalúa las mismas variables evaluadas por el índice de Sørensen-Dice (Jaccard 1908). Su fórmula es:

$$L = \frac{S_{12}}{S_1 + S_2 - S_{12}} * 100$$

De igual manera que el índice anterior, el resultado final se expresa en porcentaje de similitud.

Índice de Morisita

El índice de Morisita (I_σ) se basa en el índice de dominancia de Simpson, y se determina mediante la siguiente formula (Morisita 1962):

$$I_\sigma = \frac{2\sum(ni_1\ ni_2)}{(D_{Si1} + D_{Si2})\ N_1\ N_2}$$

donde:

ni_1 = número de individuos de la especie i en el ensamble 1 (AP).

ni_2 = número de individuos de la especie i en el ensamble 2 (RE).

D_{Si1} = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 1 (AP).

D_{Si2} = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 2 (RE).

N_1 =número total de individuos en el ensamble 1 (AP).

N_2 =número total de individuos en el ensamble 2 (RE).

Consulta Pública

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando son idénticas.

Índice de Horn

El índice de Horn (Ro) tiene base en el índice de diversidad de Shannon-Weaver, el procedimiento es laborioso y consiste en las siguientes etapas:

1. Determinar el índice de Shannon-Weaver para cada comunidad (H'_1, H'_2)
2. Calcular el mismo índice para los datos agrupados como si fueran una misma comunidad (H'_3). Este valor disminuye cuando las comunidades son similares y crece cuando son diferentes.
3. Determinar el valor del mismo índice considerando que todas las especies de ambas comunidades son distintas, es decir, como si no existieran especies comunes entre las dos comunidades (H'_4).
4. Determinar el índice de Shannon-Weaver promedio (H'_5) entre H'_1 y H'_2, ponderados con sus respectivos N_1 y N_2 de cada comunidad.

El índice se determina mediante la siguiente relación:

$$Ro = \frac{H'_4 - H'_3}{H'_4 - H'_5}$$

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando más parecidas. Debido al alto esfuerzo de cálculo de este índice, se utilizó el programa PAST (Hammer et al. 2001) para encontrar el resultado para cada agrupación analizada.

3.3.10.1.3 Resultados

3.3.10.1.3.1 Tipos de vegetación

Área	Tipos de vegetación clasificación INEGI serie VII	Vegetación actual
RE	-Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Caducifolia -Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia -Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Caducifolia -Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Caducifolia -Pastizal cultivado -Agricultura de temporal permanente -Agricultura de riego permanente	-Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia -Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia
AI	-Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Caducifolia -Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	-Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia. -Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia.

Consulta Pública

Área	Tipos de vegetación clasificación INEGI serie VII	Vegetación actual
	-Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Caducifolia -Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Caducifolia	
AP	-Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Caducifolia -Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia -Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Caducifolia -Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Caducifolia	-Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia. -Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia.

Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación de la RE

Clasificación de INEGI serie VII.

Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Caducifolia

Fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Baja Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbóreas. Este tipo de vegetación se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos, con una estación seca bien marcada. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1,900 m, principalmente en laderas de cerros con buen drenaje. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. En la parte norte de la península de Yucatán abarca la mayor parte del estado de Yucatán y una parte del estado de Campeche.

Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia

Similar a la vegetación descrita anteriormente, se refiere a la fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Baja Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbustivas.

Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Caducifolia

Fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Mediana Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbóreas. Se encuentra en climas cálidos subhúmedos. La precipitación es estacional, concentrándose en tres a cuatro meses, presentando una estación seca que se extiende generalmente de diciembre a mayo. El estrato arbóreo de esta selva se presenta de 15 a 20 m, con estratos arbustivos y herbáceos reducidos. La selva se encuentra en diferentes situaciones topográficas y tipos de suelo, aunque muestra una preferencia por suelos someros pedregosos y sobre laderas de cerros. Las condiciones del suelo son bastante variables, las texturas pueden variar de arcilla hasta

Consulta Pública

arena, pueden ser pobres o ricos en materia orgánica. Los suelos que se presentan con esta selva se encuentran generalmente en condiciones más favorables de humedad que la Selva Baja Caducifolia. Las áreas que cubre esta selva actualmente presentan una cantidad considerable de Vegetación secundaria debido a las actividades humanas. Se presenta como una franja en dirección NE-SO al centro de Yucatán, que se prolonga al norte de Campeche.

Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Caducifolia

Similar a la vegetación descrita anteriormente, se refiere a la fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Mediana Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbustivas.

Pastizal cultivado

Sistema en el cual se han introducido, intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos de diferentes partes del mundo como Digitaria decumbens (Zacate Pangola), Pennisetum ciliaris (Zacate Buffel), Panicum maximum (Zacate Guinea o Privilegio), Panicum purpurascens (Zacate Pará), entre otras muchas especies, bajo un programa de productividad. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero. Algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales. Este tipo de pastizal también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Agricultura de temporal permanente

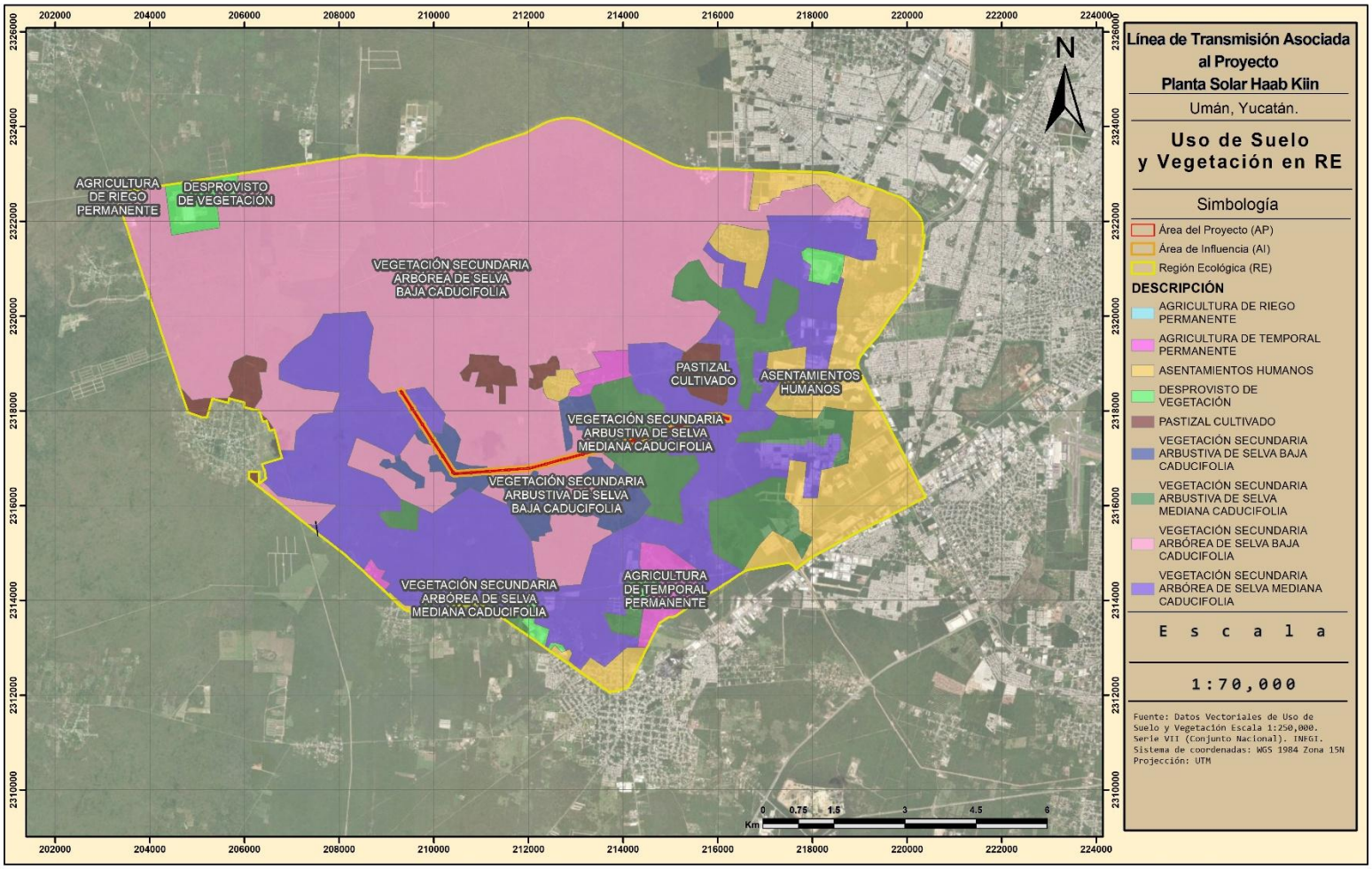
Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80 % del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia. Para que sea catalogada como permanente, la duración del cultivo debe ser superior a diez años. También es común encontrar zonas abandonadas con los cultivos mencionados y en donde se ha restablecido la sucesión natural al desaparecer la influencia del hombre.

Agricultura de riego permanente

Similar al sistema anterior, difiriendo en el suministro de agua el cual se aplica por medio de diversos mecanismos de riego.

Consulta Pública

Mapa 32: Distribución de los tipos de vegetación en la RE de acuerdo con INEGI, serie VII.



Vegetación actual

Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia

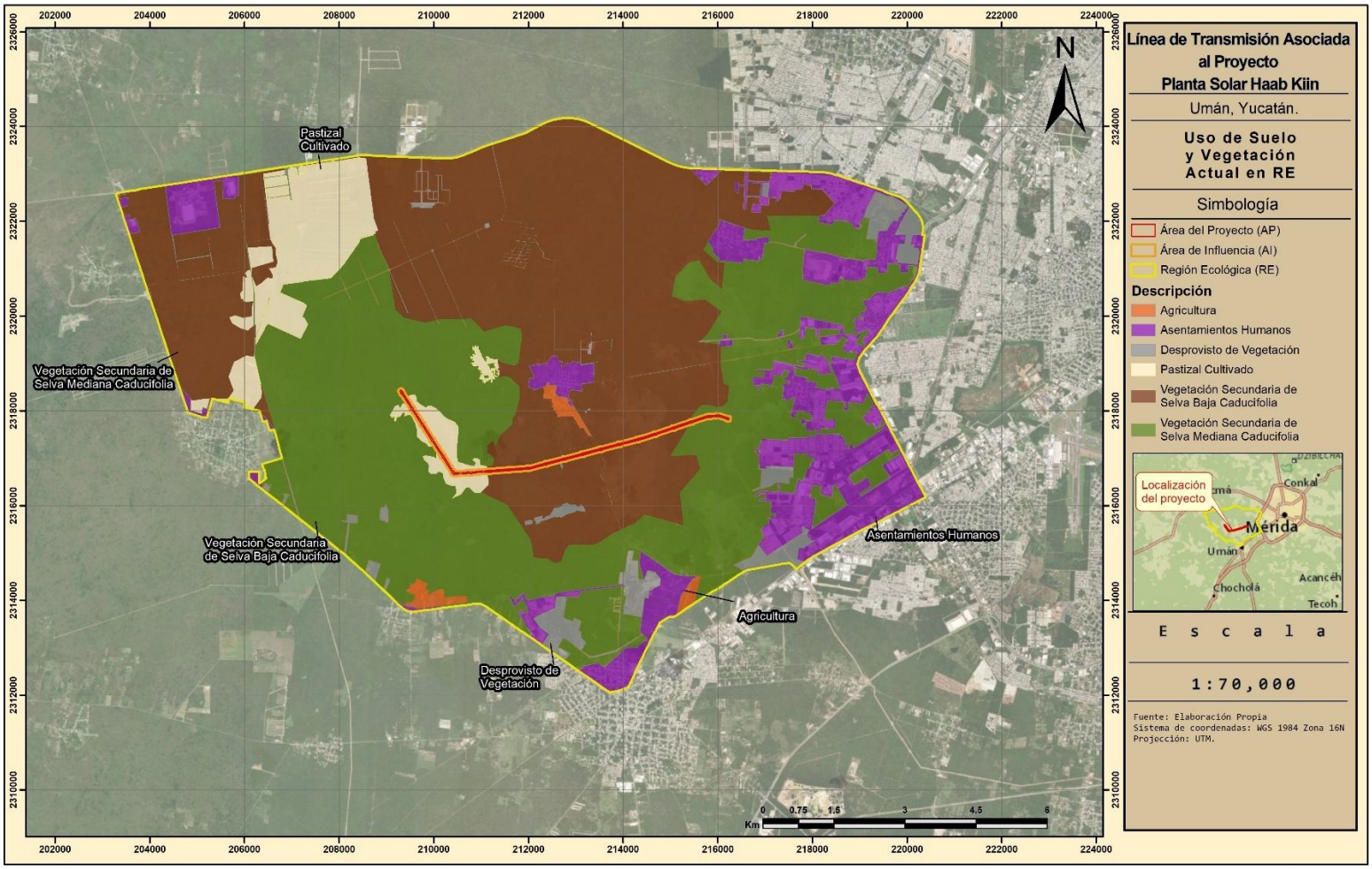
Fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Baja Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbustivas y árboles pequeños. Este tipo de vegetación se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos, con una estación seca bien marcada. En este caso, se encuentra en elevaciones muy cercanas al nivel del mar, principalmente aledaña a caminos. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m) y la mayoría de las especies pierden su follaje durante la época de estiaje. El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Algunas de las especies arbóreas más comunes son Gymnopodium floribundum (Sak ts'iits' il che'), Lysiloma latisiliquum (Bo'ox salam) y Piscidia piscipula (Haabí). Las especies arbustivas más representativas son Hybanthus yucatanensis (Sakbakelkan), Helicteres baruensis (Sutub), Hintonia octomera (Cabalkax) y Coursetia caribaea (Jícama de conejo).

Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia

Este tipo de vegetación se encuentra en climas cálidos subhúmedos. La precipitación es estacional, concentrándose en tres a cuatro meses, presentando una estación seca que se extiende generalmente de diciembre a mayo. Durante la temporada seca, la mayoría de las especies arbóreas y arbustivas pierden su follaje. El estrato arbóreo presenta individuos desde tres hasta 12 m de altura, siendo el estrato dominante respecto al arbustivo y herbáceo en razón de su riqueza de especies. Algunas de las especies arbóreas más comunes son Piscidia piscipula (Barbasco), Bursera simaruba (Palo mulato), Neomillspaughia emarginata (Sakitsa), Mimosa bahamensis (Motita morada), Diospyros anisandra (X-nob-ché), Cenostigma gaumeri (Kitam che'). Además, las especies arbustivas más representativas son Hybanthus yucatanensis (Sakbakelkan), Colubrina yucatanensis (Pa'yux) y Lantana cámara (Ik'ii-ha-xiu).

Consulta Pública

Mapa 33: Distribución de la vegetación actual en la RE.



Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación del AI

Clasificación de INEGI serie VII.

Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Caducifolia

Fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Baja Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbóreas. Este tipo de vegetación se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos, con una estación seca bien marcada. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1,900 m, principalmente en laderas de cerros con buen drenaje. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. En la parte norte de la península de Yucatán abarca la mayor parte del estado de Yucatán y una parte del estado de Campeche.

Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia

Similar a la vegetación descrita anteriormente, se refiere a la fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Baja Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbustivas.

Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Caducifolia

Fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Mediana Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbóreas. Se encuentra en climas cálidos subhúmedos. La precipitación es estacional, concentrándose en tres a cuatro meses, presentando una estación seca que se extiende generalmente de diciembre a mayo. El estrato arbóreo de esta selva se presenta de 15 a 20 m, con estratos arbustivos y herbáceos reducidos. La selva se encuentra en diferentes situaciones topográficas y tipos de suelo, aunque muestra una preferencia por suelos someros pedregosos y sobre laderas de cerros. Las condiciones del suelo son bastante variables, las texturas pueden variar de arcilla hasta arena, pueden ser pobres o ricos en materia orgánica. Los suelos que se presentan con esta selva se encuentran generalmente en condiciones más favorables de humedad que la Selva Baja Caducifolia. Las áreas que cubre esta selva actualmente presentan una cantidad considerable de Vegetación secundaria debido a las actividades humanas. Se presenta como una franja en dirección NE-SO al centro de Yucatán, que se prolonga al norte de Campeche.

Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Caducifolia

Similar a la vegetación descrita anteriormente, se refiere a la fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Mediana Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbustivas.

Consulta Pública

Mapa 34: Distribución de los tipos de vegetación en el AI de acuerdo con INEGI, serie VII.



Vegetación actual

Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia

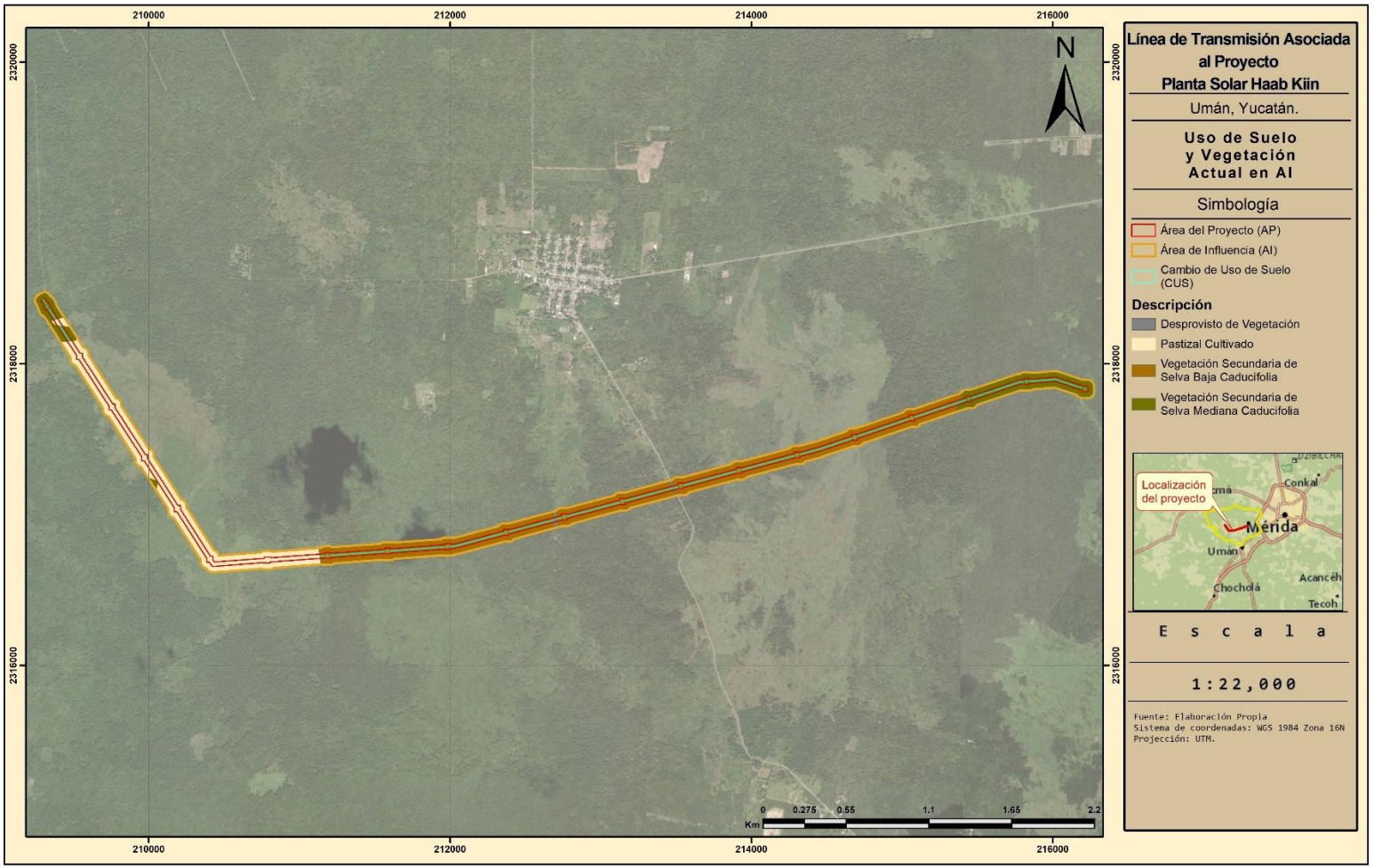
Fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Baja Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbustivas y árboles pequeños. Este tipo de vegetación se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos, con una estación seca bien marcada. En este caso, se encuentra en elevaciones muy cercanas al nivel del mar, principalmente aledaña a caminos. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m) y la mayoría de las especies pierden su follaje durante la época de estiaje. El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Algunas de las especies arbóreas más comunes son Gymnopodium floribundum (Sak ts'iits' il che'), Lysiloma latisiliquum (Bo'ox salam) y Piscidia piscipula (Haabí). Las especies arbustivas más representativas son Hybanthus yucatanensis (Sakbakelkan), Helicteres baruensis (Sutub), Hintonia octomera (Cabalkax) y Coursetia caribaea (Jícama de conejo).

Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia

Este tipo de vegetación se encuentra en climas cálidos subhúmedos. La precipitación es estacional, concentrándose en tres a cuatro meses, presentando una estación seca que se extiende generalmente de diciembre a mayo. Durante la temporada seca, la mayoría de las especies arbóreas y arbustivas pierden su follaje. El estrato arbóreo presenta individuos desde tres hasta 12 m de altura, siendo el estrato dominante respecto al arbustivo y herbáceo en razón de su riqueza de especies. Algunas de las especies arbóreas más comunes son Piscidia piscipula (Barbasco), Bursera simaruba (Palo mulato), Neomillspaughia emarginata (Sakitsa), Mimosa bahamensis (Motita morada), Diospyros anisandra (X-nob-ché), Cenostigma gaumeri (Kitam che'). Además, las especies arbustivas más representativas son Hybanthus yucatanensis (Sakbakelkan), Colubrina yucatanensis (Pa'yux) y Lantana cámara (Ik'ii-ha-xiu).

Consulta Pública

Mapa 35: Distribución de la vegetación actual en el AI.



Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación del AP

Clasificación de INEGI serie VII.

Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Caducifolia

Fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Baja Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbóreas. Este tipo de vegetación se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos, con una estación seca bien marcada. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1,900 m, principalmente en laderas de cerros con buen drenaje. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. En la parte norte de la península de Yucatán abarca la mayor parte del estado de Yucatán y una parte del estado de Campeche.

Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia

Similar a la vegetación descrita anteriormente, se refiere a la fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Baja Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbustivas.

Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Caducifolia

Fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Mediana Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbóreas. Se encuentra en climas cálidos subhúmedos. La precipitación es estacional, concentrándose en tres a cuatro meses, presentando una estación seca que se extiende generalmente de diciembre a mayo. El estrato arbóreo de esta selva se presenta de 15 a 20 m, con estratos arbustivos y herbáceos reducidos. La selva se encuentra en diferentes situaciones topográficas y tipos de suelo, aunque muestra una preferencia por suelos someros pedregosos y sobre laderas de cerros. Las condiciones del suelo son bastante variables, las texturas pueden variar de arcilla hasta arena, pueden ser pobres o ricos en materia orgánica. Los suelos que se presentan con esta selva se encuentran generalmente en condiciones más favorables de humedad que la Selva Baja Caducifolia. Las áreas que cubre esta selva actualmente presentan una cantidad considerable de Vegetación secundaria debido a las actividades humanas. Se presenta como una franja en dirección NE-SO al centro de Yucatán, que se prolonga al norte de Campeche.

Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Caducifolia

Similar a la vegetación descrita anteriormente, se refiere a la fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Mediana Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbustivas.

Consulta Pública

Mapa 36: Distribución de los tipos de vegetación en el AP de acuerdo con INEGI, serie VII.



Vegetación actual

Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia

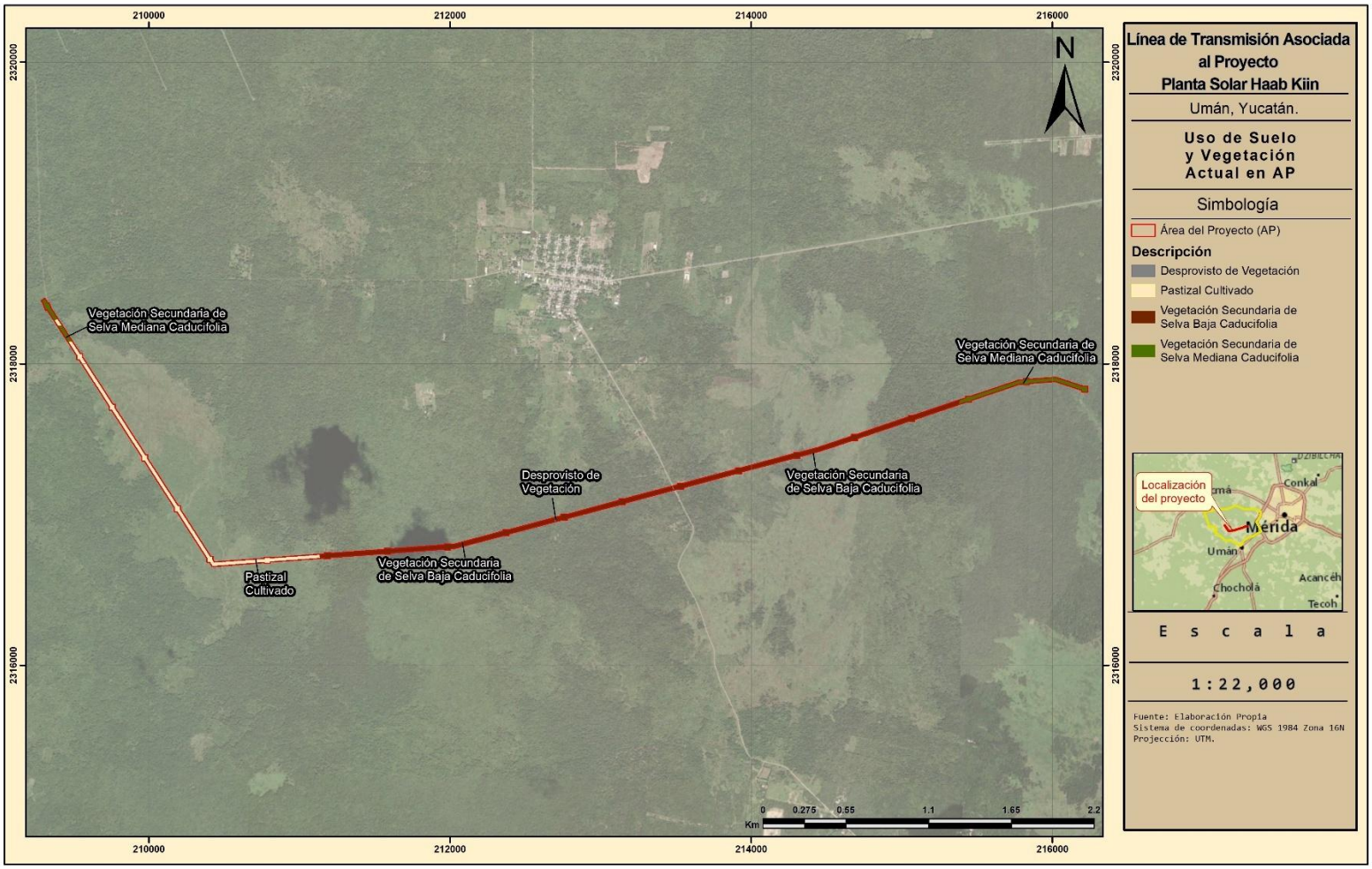
Fase sucesional de la comunidad vegetal original de la Selva Baja Caducifolia tras un disturbio, en la que predominan las especies arbustivas y árboles pequeños. Este tipo de vegetación se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos, con una estación seca bien marcada. En este caso, se encuentra en elevaciones muy cercanas al nivel del mar, principalmente aledaña a caminos. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m) y la mayoría de las especies pierden su follaje durante la época de estiaje. El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Algunas de las especies arbóreas más comunes son Gymnopodium floribundum (Sak ts'iits' il che'), Lysiloma latisiliquum (Bo'ox salam) y Piscidia piscipula (Haabí). Las especies arbustivas más representativas son Hybanthus yucatanensis (Sakbakelkan), Helicteres baruensis (Sutub), Hintonia octomera (Cabalkax) y Coursetia caribaea (Jícama de conejo).

Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia

Este tipo de vegetación se encuentra en climas cálidos subhúmedos. La precipitación es estacional, concentrándose en tres a cuatro meses, presentando una estación seca que se extiende generalmente de diciembre a mayo. Durante la temporada seca, la mayoría de las especies arbóreas y arbustivas pierden su follaje. El estrato arbóreo presenta individuos desde tres hasta 12 m de altura, siendo el estrato dominante respecto al arbustivo y herbáceo en razón de su riqueza de especies. Algunas de las especies arbóreas más comunes son Piscidia piscipula (Barbasco), Bursera simaruba (Palo mulato), Neomillspaughia emarginata (Sakitsa), Mimosa bahamensis (Motita morada), Diospyros anisandra (X-nob-ché), Cenostigma gaumeri (Kitam che'). Además, las especies arbustivas más representativas son Hybanthus yucatanensis (Sakbakelkan), Colubrina yucatanensis (Pa'yux) y Lantana cámara (Ik'ii-ha-xiu).

Consulta Pública

Mapa 37: Distribución de la vegetación actual en el AP.



3.3.10.1.3.2 Flora potencial

Tabla 36 Listado de flora potencial.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Acanthaceae	*Henrya insularis*	Aka' xiiw	-	-	-
Acanthaceae	*Ruellia inundata*	Chak mul	-	-	-
Acanthaceae	*Tetramerium nervosum*	Aka' xiiw	-	-	-
Acanthaceae	*Ruellia nudiflora*	Hierba de la calentura	-	-	-
Amaranthaceae	*Achyranthes aspera*	Payche'	-	-	-
Amaranthaceae	*Achyranthes indica*	Pay ooch	-	-	-
Amaranthaceae	*Amaranthus palmeri*	Amaranto	-	-	-
Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Ak-aba	-	LC	-
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	Culinzís	A	LC	-
Annonaceae	*Annona squamosa*	Salmuy	-	LC	-
Apocynaceae	*Mandevilla subsagittata*	Chak léem	-	-	-
Apocynaceae	*Asclepias curassavica*	Anal k'aax	-	-	-
Apocynaceae	*Dictyanthus yucatanensis*	Boochín	-	-	-
Apocynaceae	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	-	-	-
Apocynaceae	*Cascabela thevetia*	Aak'its	-	LC	-
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Chak nikte’	-	LC	-
Apocynaceae	*Rauvolfia tetraphylla*	Chak-muk	-	LC	-
Apocynaceae	*Tabernaemontana amygdalifolia*	U-ts'uts'pek	-	LC	-
Apocynaceae	*Tabernaemontana donnell-smithii*	X-laul	-	LC	-
Apocynaceae	*Ruehssia coulteri*	Ja'as aak'	-	-	-
Apocynaceae	*Ruehssia laxiflora*	Talayote	-	-	-
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Pool boox	-	-	-
Araceae	*Pistia stratiotes*	Iban-há	-	LC	-
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Coco	-	-	-
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Bab-ki	-	LC	-
Asparagaceae	*Agave fourcroydes*	Henequén	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Asparagaceae	*Agave sisalana*	Bab kij	-	-	-
Asteraceae	*Wedelia acapulcensis*	Botón de oro	-	-	-
Asteraceae	*Ageratum conyzoides*	Bak'elus	-	-	-
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	-	-	-
Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	K'antun bom soch	-	-	-
Asteraceae	*Tagetes erecta*	Masehual-xpuux	-	-	-
Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hauay	-	-	-
Asteraceae	*Porophyllum macrocephalum*	Papaloquelite	-	-	-
Asteraceae	*Plagiolophus millspaughii*	Sajum	-	-	-
Asteraceae	*Melanthera nivea*	Sak sajum	-	-	-
Asteraceae	*Isocarpha oppositifolia*	Chaban-kan	-	-	-
Asteraceae	*Tridax procumbens*	Pasmado xiiw	-	-	-
Asteraceae	*Porophyllum punctatum*	Keliil	-	-	-
Asteraceae	*Baltimora recta*	Salak-k'at	-	-	-
Asteraceae	*Bidens reptans*	Cruznan aak'	-	-	-
Asteraceae	*Tithonia rotundifolia*	Su'um	-	-	-
Asteraceae	*Porophyllum ruderale*	Chapáhuate	-	-	-
Asteraceae	*Cosmos sulphureus*	Acetillo	-	-	-
Bignoniaceae	*Crescentia cujete*	Huaz	-	LC	-
Bignoniaceae	*Tecoma stans*	Guachín	-	LC	-
Bignoniaceae	*Bignonia diversifolia*	Anilkab	-	-	-
Bignoniaceae	*Fridericia floribunda*	Anil aak'	-	-	-
Bixaceae	*Bixa orellana*	K'uxub	-	LC	-
Bixaceae	*Bixa urucurana*	Achiote	-	-	-
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Ch'om	-	-	-
Bromeliaceae	*Tillandsia brachycaulos*	Chu	-	LC	-
Bromeliaceae	*Tillandsia paucifolia*	Gallinita	-	-	-
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Ch'om	-	-	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Cha-kah	-	LC	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Mutzutzuy	-	LC	II
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Cola de zorra	-	LC	II
Cactaceae	*Stenocereus griseus*	Pitahaya	-	LC	II
Cactaceae	*Pilosocereus gaumeri*	Pitayo viejo	-	LC	II
Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Lengua de vaca	-	-	II
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Chak-kulul	-	EN	II
Cactaceae	*Opuntia inaperta*	Tsakam	-	LC	II
Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Bolon k'aax	-	LC	-
Capparaceae	*Crateva tapia*	K'olo' ma'ax	-	LC	-
Caricaceae	*Carica papaya*	Ch' ich' put	-	-	-
Caricaceae	*Jacaratia mexicana*	Ch' iich' puut	-	LC	-
Cleomaceae	*Gynandropsis gynandra*	Barbana xiiw	-	-	-
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Pah-tsa	-	-	-
Commelinaceae	*Tradescantia spathacea*	Chak tsam	-	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea carnea*	Amapola	-	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea hederifolia*	Chak lool	-	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea heterodoxa*	Ya'ax ka'anil	-	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Bejuco de mar	-	LC	-
Convolvulaceae	*Ipomoea triloba*	Is aak'il	-	LC	-
Convolvulaceae	*Jacquemontia oaxacana*	Campanilla	-	-	-
Convolvulaceae	*Jacquemontia pentanthos*	Campanilla azul	-	-	-
Convolvulaceae	*Jacquemontia nodiflora*	Sak lool aak'	-	-	-
Convolvulaceae	*Distimake aegyptius*	Tso' ots' aak'	-	-	-
Convolvulaceae	*Jacquemontia evolvuloides*	Campanilla azul	-	-	-
Cordiaceae	*Cordia dodecandra*	Chak k'oopte'	-	LC	-
Cordiaceae	*Cordia gerascanthus*	Bak che	-	LC	-
Cucurbitaceae	*Cucumis melo*	Calabaza melona	-	-	-
Cucurbitaceae	*Ibervillea lindheimeri*	Víbora	-	-	-
Cucurbitaceae	*Melothria pendula*	K'um-tulub	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Cucurbitaceae	*Citrullus lanatus*	Sandía	-	-	-
Cyperaceae	*Eleocharis geniculata*	Cebollín	-	LC	-
Dioscoreaceae	*Dioscorea cyanisticta*	Barbasco de concha	-	-	-
Dioscoreaceae	*Dioscorea gaumeri*	Barbasco	-	-	-
Dioscoreaceae	*Dioscorea matagalpensis*	Chaute	-	-	-
Dioscoreaceae	*Dioscorea pilosiuscula*	Ñame	-	-	-
Dioscoreaceae	*Dioscorea spiculiflora*	Ak'il-makal-k'uch	-	-	-
Ebenaceae	*Diospyros anisandra*	X-nob-ché	-	LC	-
Ebenaceae	*Diospyros nigra*	Ta'uch	-	LC	-
Ehretiaceae	*Bourreria pulchra*	Balche ke	-	LC	-
Euphorbiaceae	*Croton cortesianus*	Ekbalán	-	LC	-
Euphorbiaceae	*Jatropha curcas*	Ni-in	-	LC	-
Euphorbiaceae	*Jatropha galvanii*	Chul che'	-	EN	-
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Chul	-	LC	-
Euphorbiaceae	*Acalypha alopecuroidea*	Ch'ilib tuux	-	LC	-
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chaay	-	LC	-
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus souzae*	Ts'iim	-	LC	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia cyathophora*	Jobon k'aak	-	-	II
Euphorbiaceae	*Euphorbia marginata*	Lechosa	-	-	II
Euphorbiaceae	*Euphorbia hypericifolia*	Topian-xiu	-	-	II
Euphorbiaceae	*Euphorbia ophthalmica*	Lecherillo	-	-	II
Euphorbiaceae	*Euphorbia thymifolia*	Golondrina	-	-	II
Euphorbiaceae	*Croton chichenensis*	Éck baalam	-	-	-
Euphorbiaceae	*Croton humilis*	Ek'balam	-	-	-
Euphorbiaceae	*Croton millspaughii*	Chul	-	-	-
Euphorbiaceae	*Croton peraeruginosus*	Xikin ch' omak	-	-	-
Fabaceae	*Acacia cochliacantha*	Box-katsin	-	-	-
Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Chucum blanco	-	LC	-
Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Parota	-	LC	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guachín	-	-	-
Fabaceae	*Zapoteca formosa*	Escobilla	-	LC	-
Fabaceae	*Acacia riparia*	Box-katsin	-	-	-
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Box kaatsim	-	LC	-
Fabaceae	*Pithecellobium oblongum*	Ts'iu che'	-	LC	-
Fabaceae	*Acacia dolichostachya*	Kaanbal piich	-	LC	-
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Bo'ox salam	-	LC	-
Fabaceae	*Acacia gaumeri*	Boox káatsim	-	LC	-
Fabaceae	*Havardia albicans*	Chimay	-	LC	-
Fabaceae	*Pithecellobium unguis-cati*	Boox káatsim	-	LC	-
Fabaceae	*Senna atomaria*	Xtuab	-	LC	-
Fabaceae	*Coursetia caribaea*	Jícama de conejo	-	LC	-
Fabaceae	*Diphysa carthagenensis*	Tsusuk	-	LC	-
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	May wakax	-	LC	-
Fabaceae	*Cassia fistula*	Caña de fístula	-	-	-
Fabaceae	*Nissolia fruticosa*	K'an-t'uul	-	-	-
Fabaceae	*Desmodium glabrum*	K'iin taj	-	-	-
Fabaceae	*Macroptilium gracile*	Frijol de campo	-	-	-
Fabaceae	*Rhynchosia minima*	Ib ch'o'	-	LC	-
Fabaceae	*Senna peralteana*	Béeb	-	LC	-
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Haabí	-	LC	-
Fabaceae	*Caesalpinia pulcherrima*	Chak-muk	-	LC	-
Fabaceae	*Senna racemosa*	K'an ja' abin	-	LC	-
Fabaceae	*Delonix regia*	Chak lool	-	LC	-
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	K'an-t'uul	-	LC	-
Fabaceae	*Centrosema schottii*	Bu'ul ch'o'	-	-	-
Fabaceae	*Clitoria ternatea*	Conchita azul	-	-	-
Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	K'iin taj xiiw	-	-	-
Fabaceae	*Senna uniflora*	Bu'ul ch'o' k'aax	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Fabaceae	*Senna villosa*	Sal-ché	-	-	-
Fabaceae	*Centrosema virginianum*	Bu'ul che'	-	-	-
Fabaceae	*Diphysa yucatanensis*	Dzutuk	-	LC	-
Fabaceae	*Coulteria platyloba*	Alejo	-	LC	-
Fabaceae	*Coulteria cubensis*	Chakté	-	NT	-
Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	-	LC	-
Fabaceae	*Ctenodon fascicularis*	Kaam bal	-	-	-
Heliconiaceae	*Heliconia latispatha*	Tanay	-	-	-
Heliotropiaceae	*Heliotropium ternatum*	Nej ma'ax	-	-	-
Iridaceae	*Cipura campanulata*	Kúukut ch'oom	-	-	-
Lamiaceae	*Hyptis suaveolens*	Xolté-xnuk	-	-	-
Lamiaceae	*Ocimum campechianum*	Kakalatum	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia coccinea*	Chak lool	-	-	-
Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Kanan	-	LC	-
Lamiaceae	*Clerodendrum bungei*	Jazmincillo	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia misella*	Mukuy xiiw	-	-	-
Lamiaceae	*Clerodendrum chinense*	Jazmincillo	-	-	-
Loranthaceae	*Psittacanthus mayanus*	K'uben ba'	-	-	-
Malpighiaceae	*Bunchosia swartziana*	Sip che'	-	LC	-
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Che	-	LC	-
Malpighiaceae	*Malpighia emarginata*	Aak' iits	-	-	-
Malpighiaceae	*Malpighia glabra*	Béek che'	-	LC	-
Malpighiaceae	*Gaudichaudia albida*	Aak'	-	-	-
Malpighiaceae	*Heteropterys brachiata*	Soj aak'	-	-	-
Malvaceae	*Heliocarpus donnellsmithii*	Holol	-	LC	-
Malvaceae	*Ceiba pentandra*	Ya' axche'	-	LC	-
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Chack k'ux che'	-	LC	-
Malvaceae	*Gossypium hirsutum*	Taman	Pr	VU	-
Malvaceae	*Hibiscus poeppigii*	Chinchinpool	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Malvaceae	*Malvastrum coromandelianum*	Che'che' bej	-	-	-
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	-	LC	-
Malvaceae	*Sida acuta*	Ch'chibé	-	-	-
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Ajya	-	LC	-
Malvaceae	*Helicteres baruensis*	Sutub	-	LC	-
Malvaceae	*Melochia tomentosa*	Chichibe	-	-	-
Malvaceae	*Waltheria indica*	Cuaulotillo	-	LC	-
Malvaceae	*Ceiba schottii*	Cho'ooj	-	LC	-
Malvaceae	*Ayenia aculeata*	K'iil ix	-	-	-
Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem de la india	-	-	-
Menispermaceae	*Cissampelos pareira*	Pel-eltum	-	-	-
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	K'an oox	-	LC	-
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Amate negro	-	LC	-
Muntingiaceae	*Muntingia calabura*	Capulín	-	LC	-
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Bec	-	LC	-
Myrtaceae	*Eugenia foetida*	Jirimich	-	LC	-
Nyctaginaceae	*Boerhavia coccinea*	Pants'iil	-	-	-
Nyctaginaceae	*Mirabilis jalapa*	Ts'uts'uy xiiw	-	-	-
Nymphaeaceae	*Nymphaea mexicana*	Cabeza de negro	A	-	-
Orchidaceae	*Catasetum integerrimum*	Ch'it ku'uk	-	-	II
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Ch'it-och	-	-	II
Orchidaceae	*Sacoila lanceolata*	Hulte-k'-aak	-	-	II
Papaveraceae	*Argemone mexicana*	K'iix-k'anlol	-	-	-
Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Poch	-	-	-
Passifloraceae	*Passiflora bicornis*	Kasu' uk	-	-	-
Passifloraceae	*Passiflora ciliata*	Kasu' uk	-	-	-
Petiveriaceae	*Petiveria alliacea*	Paay-che'	-	-	-
Phyllanthaceae	*Phyllanthus acidus*	Ciruela	-	-	-
Phyllanthaceae	*Phyllanthus liebmannianus*	Xiiw k'iin	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Be siinik che'	-	LC	-
Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Chimes su'uk	-	-	-
Poaceae	*Cenchrus ciliaris*	Cadillo buffell	-	-	-
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Mehensit	-	LC	-
Poaceae	*Urochloa fusca*	K' an chin	-	-	-
Poaceae	*Eleusine indica*	Suuk	-	LC	-
Poaceae	*Paspalum paniculatum*	Camalote	-	LC	-
Poaceae	*Bothriochloa pertusa*	Am su'uk	-	-	-
Poaceae	*Cenchrus pilosus*	Mul	-	-	-
Poaceae	*Bouteloua repens*	K'u-suuk	-	-	-
Poaceae	*Melinis repens*	Chak su'uk	-	-	-
Poaceae	*Megathyrsus maximus*	Su'uk	-	-	-
Poaceae	*Sporobolus pyramidalis*	Pitilla	-	-	-
Poaceae	*Cenchrus purpureus*	Camote	-	-	-
Polygonaceae	*Antigonon leptopus*	Chak lool	-	-	-
Polygonaceae	*Coccoloba cozumelensis*	Boob	-	LC	-
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Sak ts'iits' il che'	-	LC	-
Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*	Sakitsa	-	LC	-
Pontederiaceae	*Pontederia sagittata*	Lirio de la laguna	-	-	-
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Amole	-	LC	-
Pteridaceae	*Pteris vittata*	Helecho	-	LC	-
Pteridaceae	*Myriopteris fimbriata*	Cola de zorro	-	-	-
Rhamnaceae	*Gouania lupuloides*	Ch'omak	-	-	-
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	-	LC	-
Rhamnaceae	*Colubrina yucatanensis*	Pa'yux	-	LC	-
Rubiaceae	*Chiococca alba*	Cancer aak'	-	LC	-
Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Kibche'	-	CR	-
Rubiaceae	*Hintonia octomera*	Cabalkax	-	LC	-
Rubiaceae	*Machaonia lindeniana*	Kampokolché	-	LC	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Rubiaceae	*Morinda royoc*	Baake aak	-	LC	-
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Cruz k'iix	-	LC	-
Rubiaceae	*Randia longiloba*	Xkaax	-	LC	-
Rubiaceae	*Randia monantha*	Papache peludo	-	LC	-
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Chak took'	-	LC	-
Rubiaceae	*Hexasepalum teres*	Hexasepalum	-	-	-
Rutaceae	*Casimiroa edulis*	Aajaté	-	LC	-
Salicaceae	*Samyda yucatanensis*	Aguja de tórtola	-	-	-
Sapindaceae	*Cardiospermum corindum*	Boox aak'	-	-	-
Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis*	Huayum	-	-	-
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	Canchunup	-	LC	-
Sapindaceae	*Urvillea ulmacea*	Apaak	-	-	-
Sapotaceae	*Chrysophyllum cainito*	Chi' keej	-	-	-
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chak ya'	-	LC	-
Sapotaceae	*Sideroxylon salicifolium*	Chak ya'	-	LC	-
Sapotaceae	*Lucuma campechiana*	Canizte	-	LC	-
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Guaraniná	-	LC	-
Scrophulariaceae	*Capraria biflora*	Chokuil-xiu	-	-	-
Scrophulariaceae	*Capraria frutescens*	Sek'aax bóox	-	-	-
Solanaceae	*Solanum americanum*	Iik koox	-	-	-
Solanaceae	*Physalis cinerascens*	P'aakil	-	LC	-
Solanaceae	*Solanum erianthum*	Chal che'	-	LC	-
Solanaceae	*Capsicum frutescens*	Chile	-	LC	-
Solanaceae	*Solanum hirtum*	Puut baalam	-	LC	-
Solanaceae	*Solanum houstonii*	K'on-yaax-nik	-	-	-
Solanaceae	*Solanum lycopersicum*	Ha'sikil-p'ak	-	-	-
Solanaceae	*Solanum mammosum*	Berenjena	-	-	-
Solanaceae	*Physalis melanocystis*	Tomatillo	-	LC	-
Solanaceae	*Solanum seaforthianum*	Bellísima	-	-	-

Consulta Pública

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Solanaceae	*Solanum sisymbriifolium*	Tomate	-	-	-
Verbenaceae	*Bouchea prismatica*	Cruz xiiw	-	-	-
Verbenaceae	*Lantana camara*	Ik'ii-ha-xiu	-	-	-
Verbenaceae	*Lantana hirta*	Chicura	-	-	-
Verbenaceae	*Priva lappulacea*	Ibanxiu	-	-	-
Verbenaceae	*Stachytarpheta indica*	Verbena	-	LC	-
Vitaceae	*Cissus verticillata*	Ya'ax-tabkanil	-	LC	-
Zingiberaceae	*Alpinia purpurata*	Hawaiana	-	-	-

3.3.10.1.3.3 Especies registradas en campo

Se enlista las especies de plantas vasculares identificados en campo.

Tabla 37: Especies de plantas vasculares registradas en campo para el AP, AI y RE

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad		Categorías de riesgo			Presencia			No. total de individuos
			Noviembre 2025	Mayo 2026	NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE	
Abutilon permolle	Sakmisbil	No endémica	-	✓	-	-	-	1	-	1	2
Acalypha leptopoda	Ch'ilib tuux	No endémica	✓	✓	-	-	-	37	44	68	149
Acanthocereus tetragonus	Mutzutzuy	No endémica	✓	✓	-	LC	II	1	-	2	3
Aeschynomene fascicularis	Kabal-pich	No endémica	✓	✓	-	-	-	17	8	18	43
Aldama dentata	Acahual	No endémica	✓	✓	-	-	-	13	21	10	44
Alvaradoa amorphoides	Be siinik che'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	19	8	27	54
Aphelandra scabra	Bisiil k'aax	No endémica	✓	✓	-	LC	-	53	-	84	137
Apoplanesia paniculata	Chulub	No endémica	✓	✓	-	LC	-	43	16	75	134
Arrabidaea floribunda	Anil aak'	No endémica	✓	-	-	-	-	37	37	45	119
Attilaea abalak	Ciruela de tortuga	No endémica	✓	✓	-	EN	-	30	-	66	96
Ayenia abutilifolia	Piix t'oon	Endémica	✓	-	-	-	-	4	-	8	12
Ayenia ardua	Piix t'oon ch'iich	No endémica	✓	✓	-	-	-	19	35	19	73
Bauhinia divaricata	May wakax	No endémica	✓	✓	-	LC	-	137	218	191	546

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad		Categorías de riesgo			Presencia			No. total de individuos
			Noviembre 2025	Mayo 2026	NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE	
Bidens squarrosa	Cruznan aak'	No endémica	✓	✓	-	-	-	1	-	1	2
Bignonia diversifolia	Anilkab	No endémica	✓	-	-	-	-	16	11	14	41
Bonellia flammea	Chak sik'iin	Endémica	✓	✓	-	EN	-	55	15	73	143
Bourreria pulchra	Balche ke	No endémica	✓	✓	-	LC	-	62	92	90	244
Bouteloua repens	K'u-suuk	No endémica	✓	-	-	-	-	4	-	4	8
Bromelia karatas	Ch'om	No endémica	✓	-	-	-	-	63	45	65	173
Bunchosia swartziana	Sip che'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	260	212	376	848
Bursera simaruba	Cha-kah	No endémica	✓	✓	-	LC	-	723	480	1057	2260
Callicarpa acuminata	Kanan	No endémica	✓	✓	-	LC	-	196	76	239	511
Capraria frutescens	Sek'aax bóox	No endémica	✓	✓	-	-	-	-	-	1	1
Capsicum annuum	A'h'max-ik	No endémica	✓	-	-	LC	-	5	4	4	13
Cardiospermum halicacabum	Huayun-ak	No endémica	-	✓	-	LC	-	1	4	1	6
Casearia emarginata	Am che'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	46	31	39	116
Casearia laetioides	Sabak che'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	1	2	3	6
Casearia yucatanensis	Puuts' mukuy	No endémica	✓	✓	-	NT	-	188	165	267	620
Catasetum integerrimum	Ch'it ku'uk	No endémica	✓	-	-	-	II	2	1	1	4
Ceiba pentandra	Ya' axche'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	4	8	2	14
Ceiba schottii	Cho'ooj	No endémica	✓	✓	-	LC	-	3	-	3	6
Cenostigma gaumeri	Kitam che'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	550	588	621	1759
Chamaecrista nictitans	Guajito	No endémica	-	✓	-	-	-	16	10	11	37
Chiococca alba	Cancer aak'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	27	23	42	92
Chloroleucon mangense	Ya' ax eek'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	15	11	9	35
Cionosicys excisus	Aak'il k'aax	No endémica	✓	✓	-	-	-	-	-	1	1
Cissampelos pareira	Pel-eltum	No endémica	✓	✓	-	-	-	10	10	10	30
Cissus gossypiifolia	Chak tuuk anil	No endémica	✓	✓	-	-	-	5	3	5	13
Cissus microcarpa	Xta' kanil	No endémica	-	✓	-	-	-	19	21	15	55
Cissus verticillata	Ya'ax-tabkanil	No endémica	✓	✓	-	LC	-	10	11	8	29

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad		Categorías de riesgo			Presencia			No. total de individuos
			Noviembre 2025	Mayo 2026	NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE	
Cnidoscolus aconitifolius	Chaay	No endémica	✓	✓	-	LC	-	79	77	98	254
Colubrina yucatanensis	Pa'yux	No endémica	✓	✓	-	LC	-	147	45	147	339
Corchorus siliquosus	Chi'chi' bej	No endémica	✓	✓	-	-	-	-	18	19	37
Coursetia caribaea	Jícama de conejo	No endémica	✓	✓	-	LC	-	136	142	133	411
Croton chichenensis	Éck baalam	Endémica	✓	✓	-	-	-	298	166	442	906
Croton millspaughii	Chul	Endémica	-	✓	-	-	-	29	51	58	138
Croton nitens	Zapotillo	No endémica	✓	✓	-	LC	-	9	49	61	119
Croton peraeruginosus	Xikin ch' omak	Endémica	✓	✓	-	-	-	6	32	38	76
Desmodium glabrum	K'iin taj	No endémica	✓	✓	-	-	-	1	2	3	6
Dioscorea spiculiflora	Ak'il-makal-k'uch	No endémica	✓	-	-	-	-	63	57	60	180
Diospyros anisandra	X-nob-ché	No endémica	✓	✓	-	LC	-	1521	1509	1579	4609
Diospyros tetrasperma	Pisit	No endémica	✓	✓	-	LC	-	88	55	46	189
Distimake aegyptius	Tso' ots' aak'	No endémica	✓	-	-	-	-	8	11	11	30
Distimake cissoides	K'iix-lol-al	No endémica	✓	-	-	-	-	1	3	2	6
Dolichandra unguis-cati	Anil kab	No endémica	✓	-	-	-	-	21	19	21	61
Echeandia luteola	Chiwoh k'ax	No endémica	✓	-	-	-	-	6	3	5	14
Elytraria imbricata	Kabal xaan	No endémica	✓	✓	-	-	-	138	199	111	448
Eragrostis tenella	Sak-suuk	No endémica	✓	✓	-	-	-	6	-	6	12
Erythrina standleyana	Chacmolcheí	No endémica	✓	✓	-	LC	-	30	21	7	58
Erythrostemon yucatanensis	Chuum	No endémica	✓	✓	-	LC	-	29	32	33	94
Erythroxylum rotundifolium	Baak soots'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	2	-	22	24
Euphorbia armourii	Kabal chakaj	No endémica	✓	-	-	-	-	8	6	7	21
Euphorbia prostrata	Xana mukuy	No endémica	-	✓	-	-	-	-	-	2	2
Evolvulus convolvuloides	Campanilla	No endémica	✓	-	-	-	-	6	-	6	12
Exostema caribaeum	Baak soots'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	104	118	171	393
Ficus cotinifolia	Amate negro	No endémica	✓	✓	-	LC	-	1	-	1	2
Galactia striata	Kaxabyuk	No endémica	-	✓	-	-	-	2	1	11	14

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad		Categorías de riesgo			Presencia			No. total de individuos
			Noviembre 2025	Mayo 2026	NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE	
Guettarda elliptica	Kibche'	No endémica	✓	✓	-	CR	-	192	165	178	535
Gymnopodium floribundum	Sak ts'iits' il che'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	4154	2923	4710	11787
Havardia albicans	Chimay	No endémica	✓	✓	-	LC	-	182	133	292	607
Helicteres baruensis	Sutub	No endémica	✓	✓	-	LC	-	271	230	429	930
Heliocarpus donnellsmithii	Holol	No endémica	✓	✓	-	LC	-	-	-	1	1
Hibiscus poeppigii	Chinchinpool	No endémica	✓	✓	-	-	-	45	62	59	166
Hintonia octomera	Cabalkax	No endémica	✓	✓	-	LC	-	120	69	115	304
Hybanthus yucatanensis	Sakbakelkan	No endémica	✓	✓	-	LC	-	501	489	564	1554
Ipomoea clavata	Ulu'um ja'	No endémica	✓	-	-	-	-	4	1	5	10
Ipomoea hederifolia	Chak lool	No endémica	✓	-	-	-	-	6	10	5	21
Ipomoea heterodoxa	Ya'ax ka'anil	No endémica	✓	-	-	-	-	12	9	22	43
Ipomoea nil	Chak waj	No endémica	✓	-	-	-	-	1	-	1	2
Ipomoea triloba	Is aak'il	No endémica	✓	-	-	LC	-	1	2	3	6
Isocarpha oppositifolia	Chaban-kan	No endémica	✓	✓	-	-	-	7	9	12	28
Jacquemontia evolvuloides	Campanilla azul	No endémica	✓	-	-	-	-	-	2	2	4
Jacquemontia nodiflora	Sak lool aak'	No endémica	✓	✓	-	-	-	2	-	1	3
Jacquemontia pentanthos	Campanilla azul	No endémica	✓	✓	-	-	-	11	19	10	40
Jatropha gaumeri	Chul	No endémica	✓	✓	-	LC	-	136	107	203	446
Justicia carthagenensis	Aka' xiiw	No endémica	✓	✓	-	-	-	15	-	7	22
Karwinskia humboldtiana	Tullidora	No endémica	✓	✓	-	LC	-	51	44	33	128
Lantana camara	Ik'ii-ha-xiu	No endémica	✓	✓	-	-	-	36	31	25	92
Lasiacis divaricata	Mehensit	No endémica	✓	-	-	LC	-	91	84	131	306
Leucaena leucocephala	Guachín	No endémica	✓	✓	-	-	-	128	283	84	495
Lonchocarpus xuul	Balché	No endémica	✓	✓	-	-	-	112	43	156	311
Lysiloma latisiliquum	Bo'ox salam	No endémica	✓	✓	-	LC	-	311	395	347	1053
Machaonia lindeniana	Kampokolché	No endémica	✓	✓	-	LC	-	217	230	234	681
Maclura tinctoria	Chak oox	No endémica	✓	✓	-	LC	-	1	2	3	6

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad		Categorías de riesgo			Presencia			No. total de individuos
			Noviembre 2025	Mayo 2026	NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE	
Malpighia glabra	Béek che'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	-	-	7	7
Mandevilla subsagittata	Chak léem	No endémica	✓	-	-	-	-	11	11	14	36
Manihot aesculifolia	Aak' che'	No endémica	-	✓	-	LC	-	2	7	1	10
Mentzelia aspera	T saay yu'um	No endémica	✓	-	-	-	-	-	1	1	2
Mesosphaerum suaveolens	Xolté-xnuk	No endémica	✓	✓	-	-	-	31	104	13	148
Mimosa bahamensis	Box kaatsim	No endémica	✓	✓	-	LC	-	1479	1425	1521	4425
Montanoa atriplicifolia	Homah-ak	No endémica	✓	-	-	-	-	1	-	1	2
Morinda royoc	Baake aak	No endémica	-	✓	-	LC	-	28	27	30	85
Neea psychotrioides	Ta'tsi'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	332	257	507	1096
Neomillspaughia emarginata	Sakitsa	No endémica	✓	✓	-	LC	-	2574	2815	2506	7895
Ocimum campechianum	Kakalatum	No endémica	✓	✓	-	-	-	185	58	572	815
Oplismenus hirtellus	Pasto sombra	No endémica	✓	-	-	-	-	2	-	3	5
Opuntia inaperta	Tsakam	Endémica	✓	✓	-	LC	II	67	42	64	173
Pachyrhizus erosus	Chi' ikan xiiw	No endémica	✓	-	-	-	-	-	-	2	2
Parmentiera millspaughiana	Kaat	No endémica	✓	✓	-	LC	-	558	385	438	1381
Passiflora bicornis	Kasu' uk	No endémica	✓	-	-	-	-	10	9	7	26
Passiflora obovata	Flor de la pasión	No endémica	✓	-	-	-	-	4	7	9	20
Paullinia fuscescens	Bix-chemax	No endémica	-	✓	-	-	-	3	-	6	9
Phyllanthus liebmannianus	Xiiw k'iin	No endémica	✓	✓	-	-	-	-	10	5	15
Physalis arborescens	Oonop xiiw macho	Endémica	✓	✓	-	LC	-	9	13	10	32
Pilosocereus gaumeri	Pitayo viejo	No endémica	✓	✓	-	LC	II	1	-	5	6
Piscidia piscipula	Haabí	No endémica	✓	✓	-	LC	-	1176	817	1817	3810
Pisonia aculeata	Beeb	No endémica	-	✓	-	LC	-	21	10	14	45
Pithecellobium keyense	Xiax-k'aax	No endémica	✓	✓	-	LC	-	11	13	14	38
Plagiolophus millspaughii	Sajum	Endémica	✓	-	-	-	-	17	23	17	57
Priva lappulacea	Ibanxiu	No endémica	✓	✓	-	-	-	6	-	4	10
Psidium sartorianum	Kabal sak lob che'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	1	-	3	4

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad		Categorías de riesgo			Presencia			No. total de individuos
			Noviembre 2025	Mayo 2026	NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE	
Quadrella incana	Bokanché	No endémica	✓	✓	-	LC	-	50	22	50	122
Randia aculeata	Cruz k'iix	No endémica	✓	✓	-	LC	-	188	156	228	572
Randia longiloba	Xkaax	Endémica	✓	✓	-	LC	-	79	16	133	228
Rauvolfia tetraphylla	Chak-muk	No endémica	✓	✓	-	LC	-	4	2	3	9
Rhynchosia minima	Ib ch'o'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	7	3	5	15
Ruehssia coulteri	Ja'as aak'	Endémica	✓	✓	-	-	-	21	14	24	59
Ruellia inundata	Chak mul	No endémica	✓	✓	-	-	-	46	95	26	167
Ruellia nudiflora	Hierba de la calentura	No endémica	✓	✓	-	-	-	2	-	2	4
Salvia coccinea	Chak lool	No endémica	✓	✓	-	-	-	6	-	6	12
Sebastiania adenophora	Chechem blanco	No endémica	✓	✓	-	LC	-	1	-	1	2
Semialarium mexicanum	Chun tok'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	2	-	15	17
Senegalia gaumeri	Box káatsim	No endémica	✓	✓	-	LC	-	689	480	683	1852
Senegalia riparia	Box káatsim	No endémica	✓	✓	-	LC	-	193	151	237	581
Senna atomaria	Xtuab	No endémica	✓	✓	-	LC	-	55	25	60	140
Senna obtusifolia	Bu'ul k'aax	No endémica	✓	✓	-	LC	-	-	-	5	5
Senna racemosa	K'an ja' abin	No endémica	✓	✓	-	LC	-	136	106	113	355
Senna uniflora	Bu'ul ch'o' k'aax	No endémica	✓	-	-	-	-	6	-	6	12
Senna villosa	Sal-ché	Endémica	✓	✓	-	-	-	48	21	60	129
Sideroxylon obtusifolium	Guaraniná	No endémica	✓	✓	-	LC	-	89	54	85	228
Solanum erianthum	Chal che'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	24	58	12	94
Solanum hirtum	Puut baalam	No endémica	✓	✓	-	LC	-	12	28	35	75
Spermacoce tetraquetra	Botoncillo	No endémica	✓	-	-	LC	-	2	-	2	4
Tetramerium nervosum	Aka' xiiw	No endémica	✓	✓	-	-	-	19	21	9	49
Thouinia paucidentata	Canchunup	No endémica	✓	✓	-	LC	-	1140	544	1461	3145
Tithonia diversifolia	Chak-suum	No endémica	✓	✓	-	-	-	98	79	61	238
Tournefortia glabra	Nej ma'ax	No endémica	✓	-	-	LC	-	83	1	110	194
Tragia glanduligera	P'opox	No endémica	✓	✓	-	-	-	17	15	18	50

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad		Categorías de riesgo			Presencia			No. total de individuos
			Noviembre 2025	Mayo 2026	NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE	
Trichilia hirta	Choben-che	No endémica	✓	✓	-	-	-	17	47	14	78
Trichocentrum yucatanense	Orquídea yucateca cola de rata	Endémica	✓	✓	-	-	II	1	-	1	2
Urvillea ulmacea	Apaak	No endémica	✓	✓	-	-	-	2	6	6	14
Vachellia collinsii	Subin che'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	156	67	160	383
Varronia globosa	Hauché	No endémica	✓	✓	-	LC	-	79	71	113	263
Waltheria indica	Cuaulotillo	No endémica	✓	✓	-	LC	-	66	134	43	243
Wissadula hernandioides	Malva-estrela	No endémica	✓	✓	-	-	-	4	-	41	45
Zanthoxylum caribaeum	K'ek'en che'	No endémica	✓	✓	-	LC	-	14	4	11	29
Zapoteca formosa	Escobilla	No endémica	✓	✓	-	LC	-	5	-	8	13

Nota: Las bases de datos se incluyen en el anexo 3.4 Vegetación y flora

Nota: Se incluyen los mapas de distribución existentes de acuerdo con la IUCN dentro del anexo 3.4.19 Mapas de distribución IUCN

La flora registrada en muestra suma un total de 157 especies de plantas vasculares en 130 géneros distribuidos en 48 familias taxonómicas, de estas 157 especies, 146 se encuentran dentro del AI, mientras que solo 120 se registran en el AP. En este sentido, todas las especies registradas dentro del AP se conocen dentro de los límites del AI y RE.

De las especies registradas en muestra, no se encontraron taxa categorizados dentro de alguna categoría de protección dentro del NOM-059-SEMARNAT, no obstante, Attilaea abalak (Ciruela de tortuga), Bonellia flammea (Chak sik'iin), Guettarda elliptica (Kibche') y Casearia yucatanensis (Puuts' mukuy) poseen grados de protección dentro de la IUCN, las cuatro presentes dentro del AP y fuera de este. Por otro lado, Acanthocereus tetragonus (Mutzutzuy), Opuntia inaperta (Tsakam), Pilosocereus gaumeri (Pitayo viejo), Catasetum integerrimum (Ch'it ku'uk) y Trichocentrum yucatanense (Orquídea yucateca cola de rata) se encuentran dentro del Anexo II de la CITES, de igual manera se encuentran registradas dentro del AP y fuera de este.

Consulta Pública

Figura 14: Diversidad genérica y específica de la flora vascular dentro de la RE.

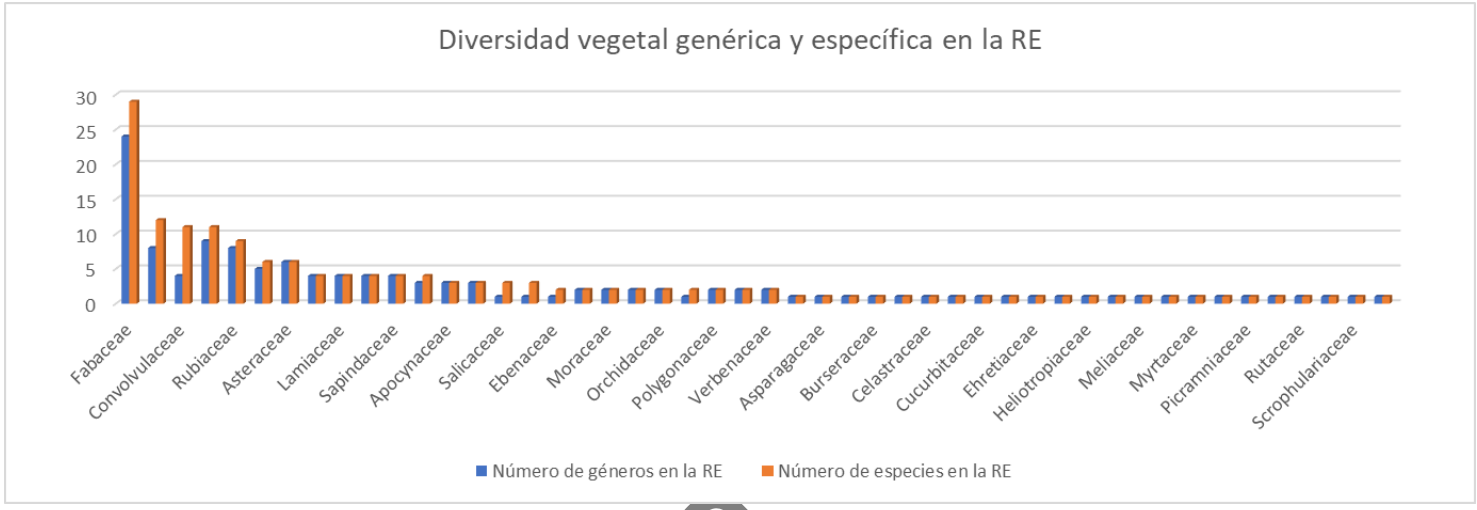


Figura 15: Diversidad genérica y específica de la flora vascular dentro del AI.

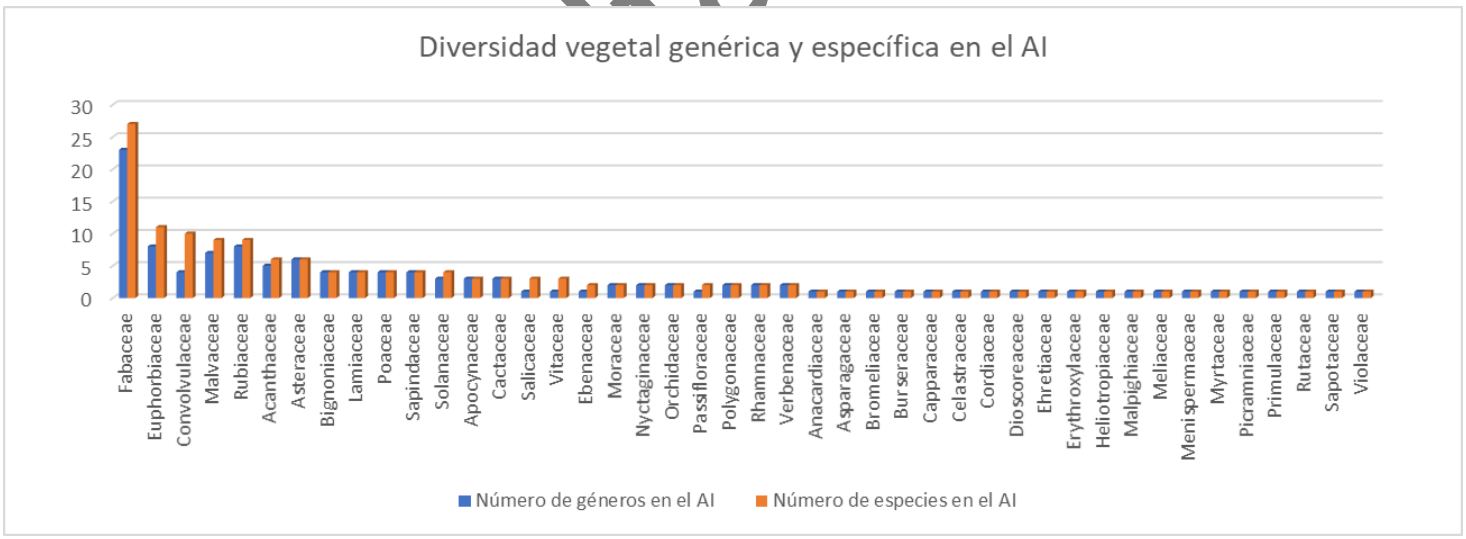
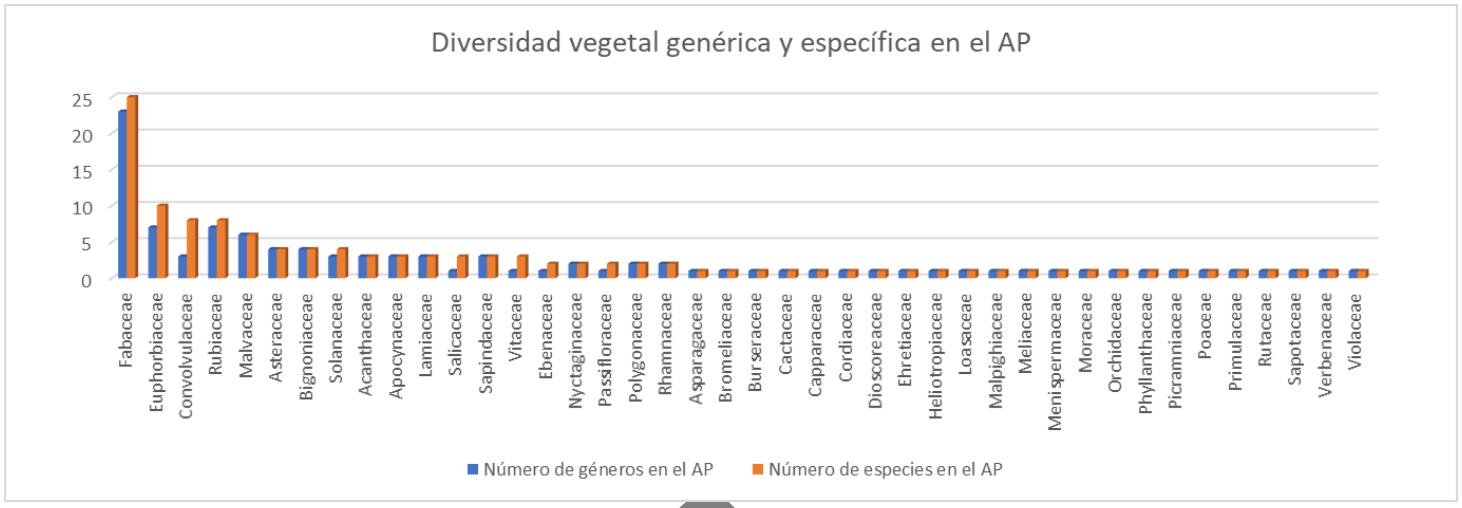


Figura 16: Diversidad genérica y específica de la flora vascular dentro del AP.



Consulta

3.3.10.1.3.4 Curvas de acumulación

Curvas de acumulación de especies de la RE

Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia

Figura 17: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE.

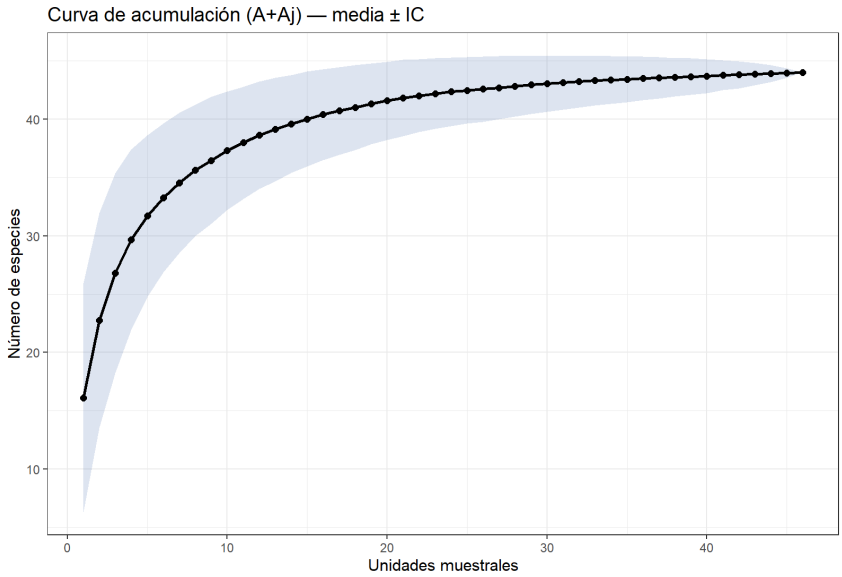


Figura 18: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE.

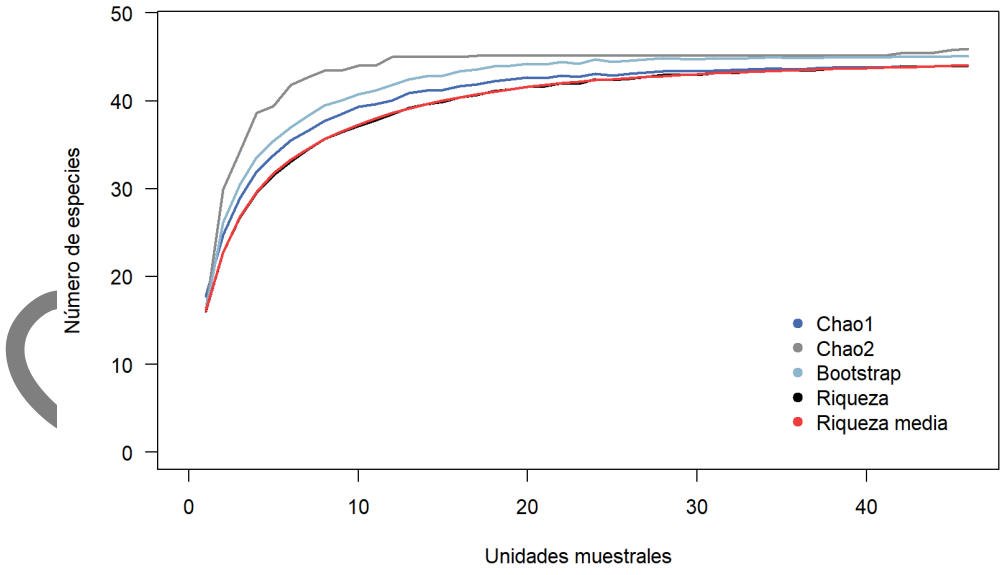


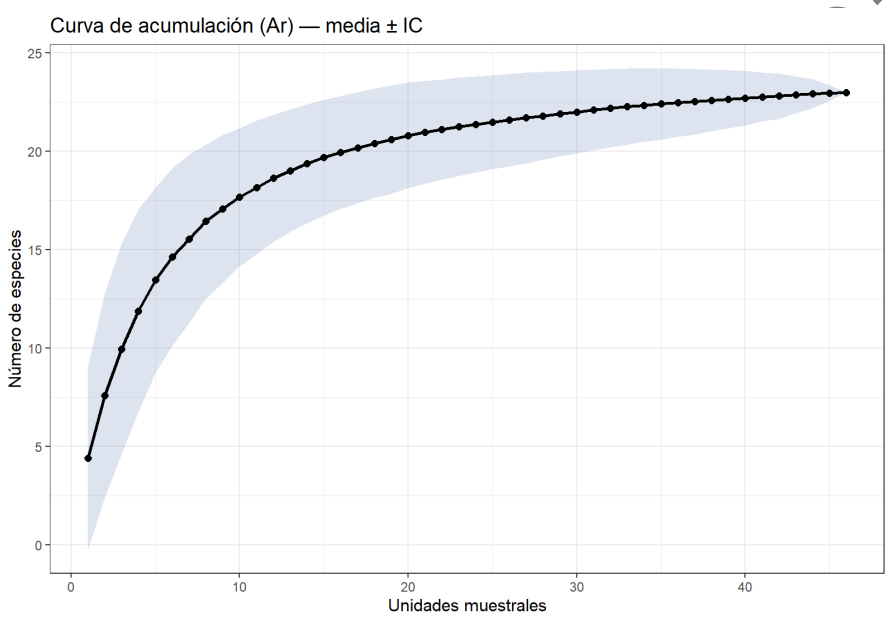
Tabla 38: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap

Arbóreas	44	44	45.96	45.06

El trazo de la curva para el estrato arbóreo de la RE registró un descenso de aumento de especies inferior a 1 a partir de la unidad muestral número 9, asimismo, para la unidad 46 el aumento de la riqueza proyecta una probabilidad del 2%. Los estimadores de Chao y Bootstrap calculan una riqueza del estrato entre 44 y 46 especies, lo que representa un porcentaje de registros de especies de entre el 95% y la totalidad de la flora arbórea de la RE.

Figura 19: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE.



Consulta

Figura 20: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE.

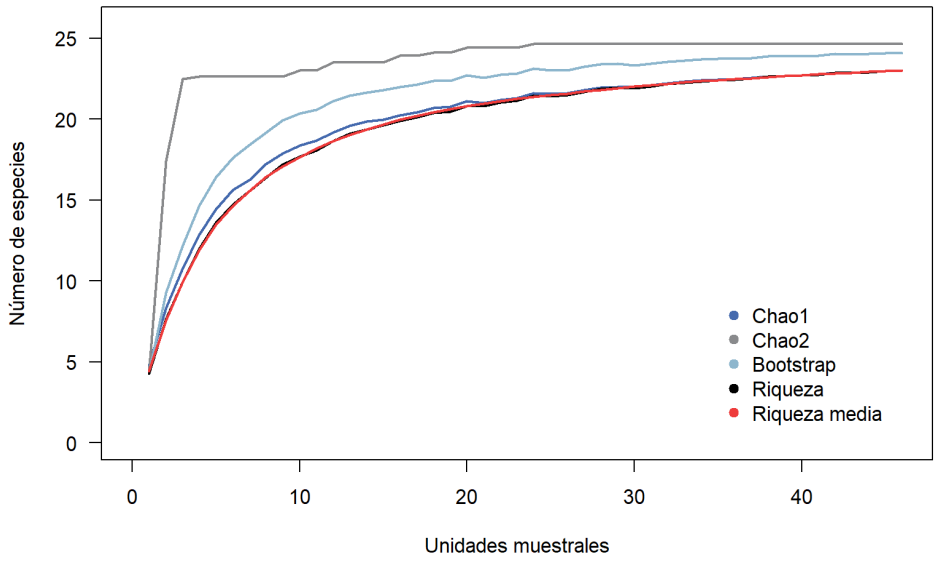


Tabla 39: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbustivas	23	23	24.67	24.09

En cuanto a la curva del estrato arbustivo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número siete y con una probabilidad de aumento de registros del 2% para la unidad número 23. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre 93 y 100% de los arbustos que habitan dentro de la RE. Es importante mencionar aquí que todas las especies arbustivas registradas en el AI y AP fueron registradas también en la muestra de la RE.

Consulta Pú

Figura 21: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE.

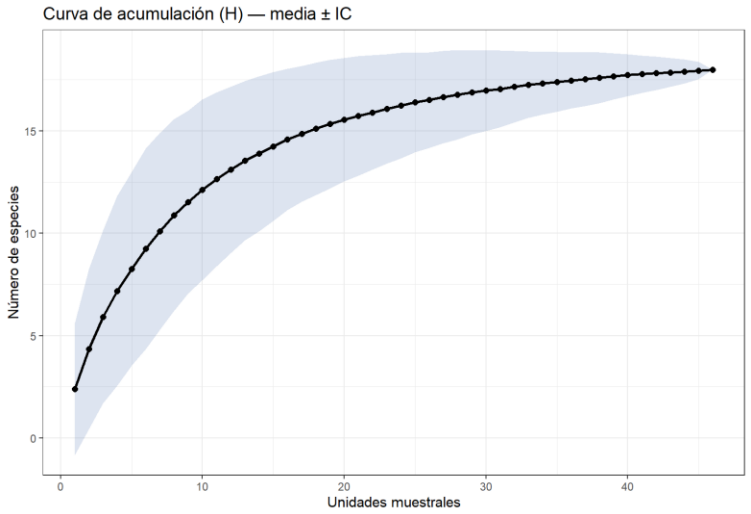


Figura 22: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE.

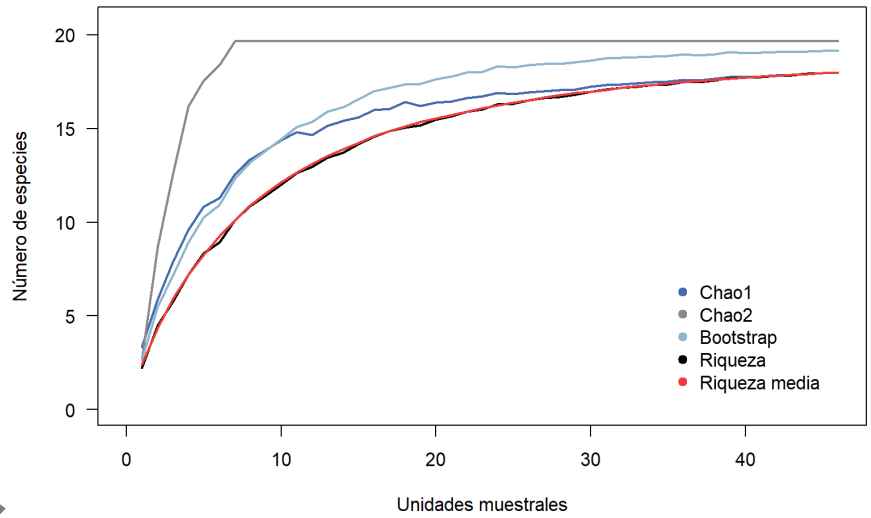


Tabla 40: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Herbáceas	18	18	19.67	19.14

La curva del estrato herbáceo registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número seis y una probabilidad de aumento de registros del 4% a partir de la unidad número 46. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra es superior al 91% de las hierbas que habitan dentro de la RE. Es importante mencionar aquí que todas las especies herbáceas registradas en el AI y AP fueron registradas también en la muestra de la RE, y estos datos

señalan que, en comparación con las otras áreas, la RE es mucho más diverso en razón de una mayor superficie.

Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia

Figura 23: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE.

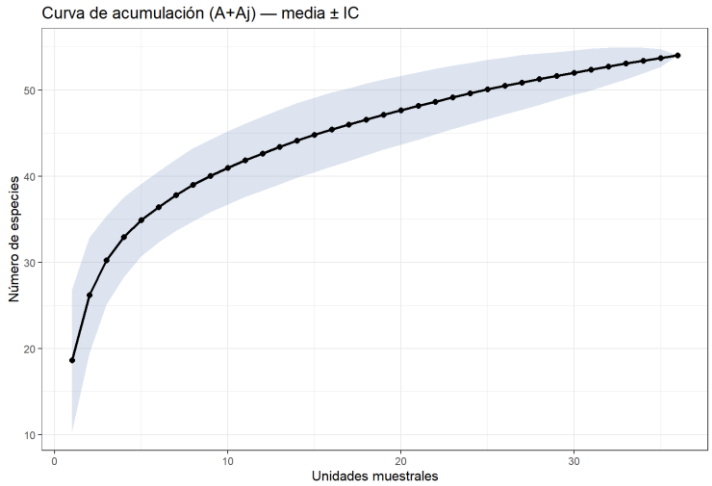


Figura 24: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE.

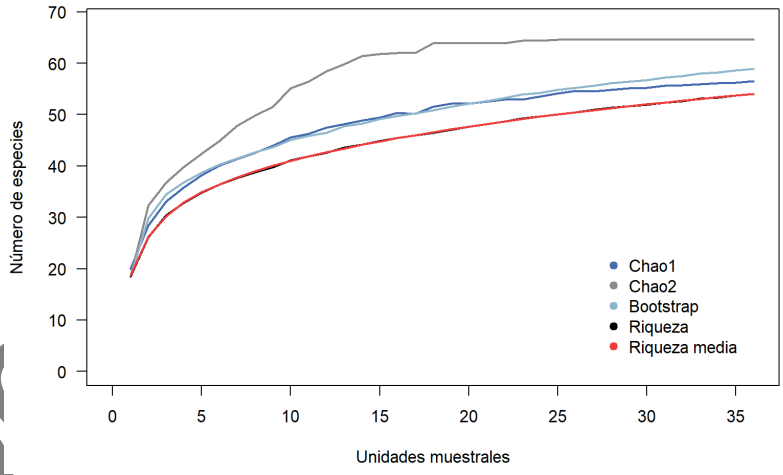


Tabla 41: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbóreas	54	56.5	64.63	58.91

El trazo de la curva para el estrato arbóreo de la RE registró un descenso de aumento de especies inferior a 1 a partir de la unidad muestral número 10, asimismo, para la unidad 36 el aumento de la riqueza proyecta una probabilidad del 29%. Los estimadores de Chao y

Bootstrap calculan una riqueza del estrato entre 56 y 65 especies, lo que representa un porcentaje de registros de especies de entre el 83 al 96% de la flora arbórea de la RE.

Figura 25: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE.

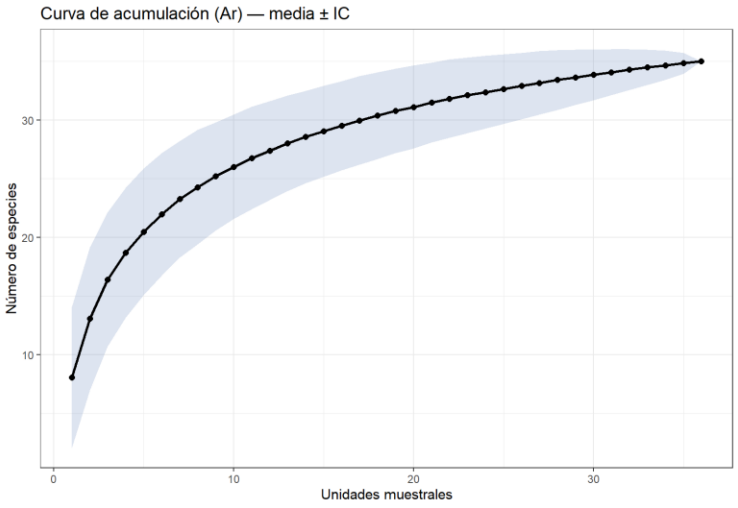


Figura 26: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE .

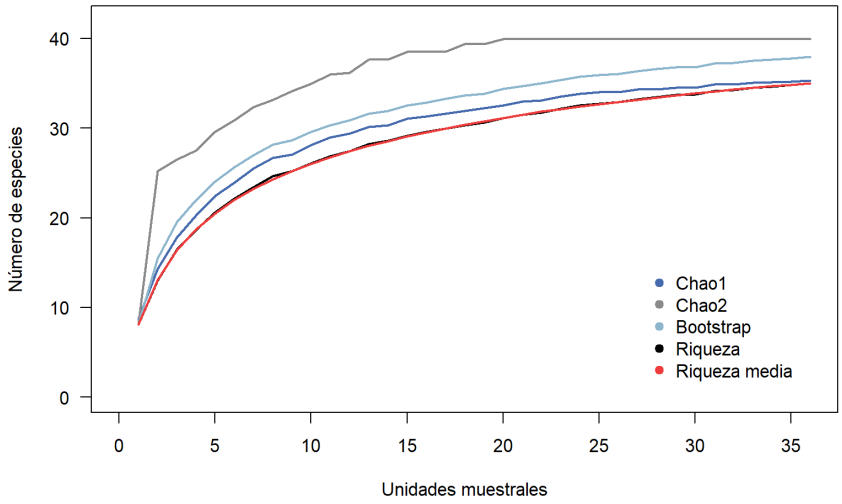


Tabla 42: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbustivas	35	35.33	39.95	37.94

En cuanto a la curva del estrato arbustivo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número nueve y con una probabilidad de aumento de registros del 15% para la unidad número 36. Por otra parte, los estimadores de Chao y

Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre 87 y 99% de los arbustos que habitan dentro de la RE.

Figura 27: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE.

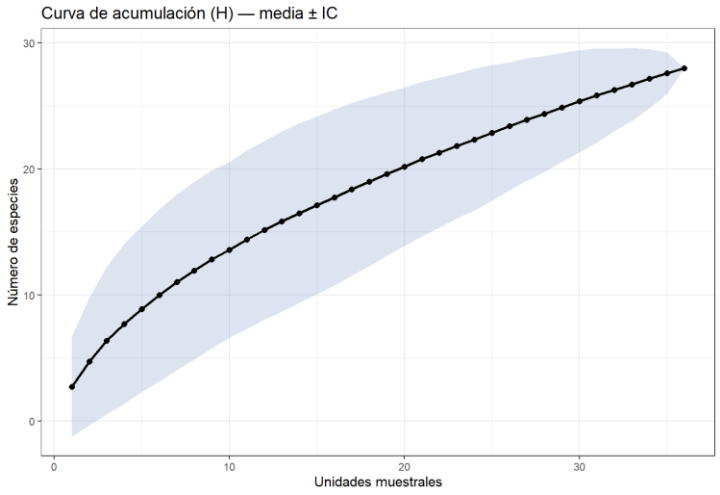


Figura 28: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE.

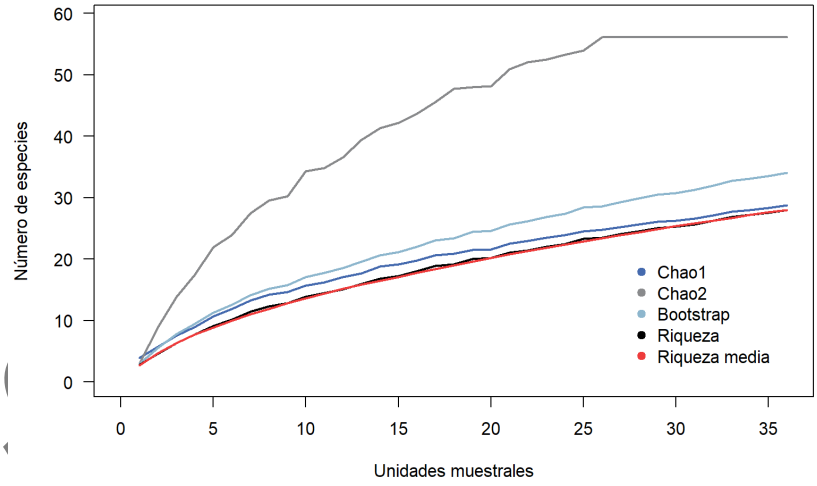


Tabla 43. Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Herbáceas	28	28.75	56.15	34.05

La curva del estrato herbáceo registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número ocho y una probabilidad de aumento de registros del 39% a partir de la unidad número 66. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap

señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre el 50 y 96% de las hierbas que habitan dentro de la RE.

Curvas de acumulación de especies del AI

Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia

Figura 29: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI.

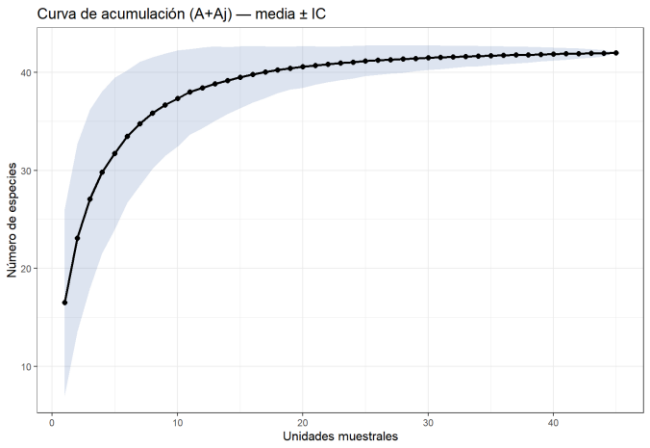


Figura 30: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI.

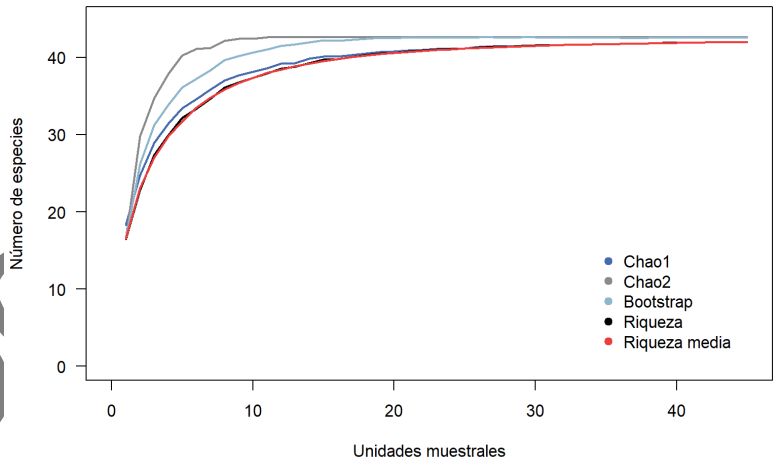


Tabla 44: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbóreas	42	42	42.58	42.56

El trazo de la curva para el estrato arbóreo del AI registró un descenso de aumento de especies inferior a uno a partir de la unidad muestral número nueve, asimismo, para la

unidad 45 el aumento de la riqueza proyecta una probabilidad del 2%. Se estima que se registró más del 98% de la flora arbórea del AI.

Figura 31: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI.

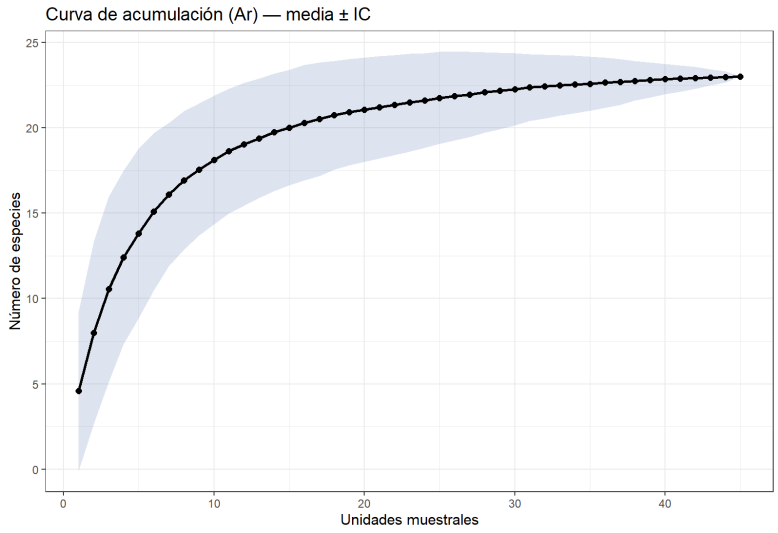


Figura 32: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI.

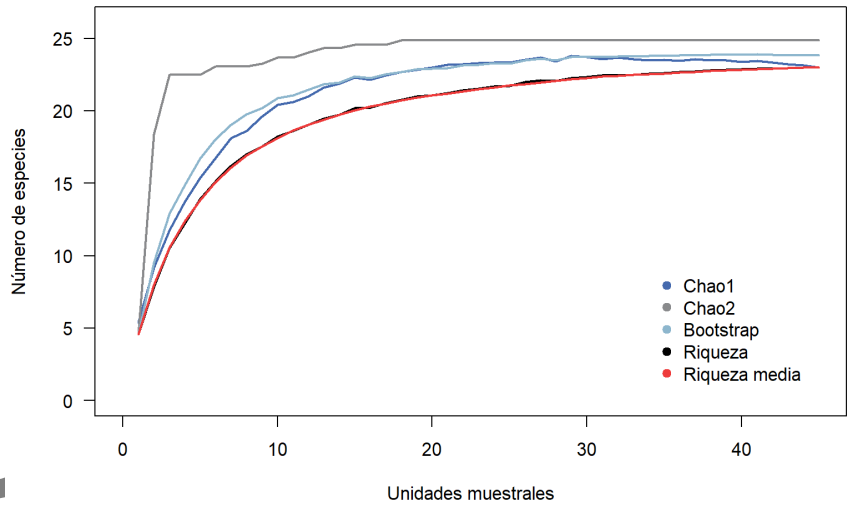


Tabla 45: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbustivas	23	23	24.88	23.83

En cuanto a la curva del estrato arbustivo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número ocho y con una probabilidad de aumento de registros del 2% para la unidad número 45. Por otra parte, los estimadores de Chao y

Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre 92% y la totalidad de los arbustos que habitan dentro del AI.

Figura 33: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI.

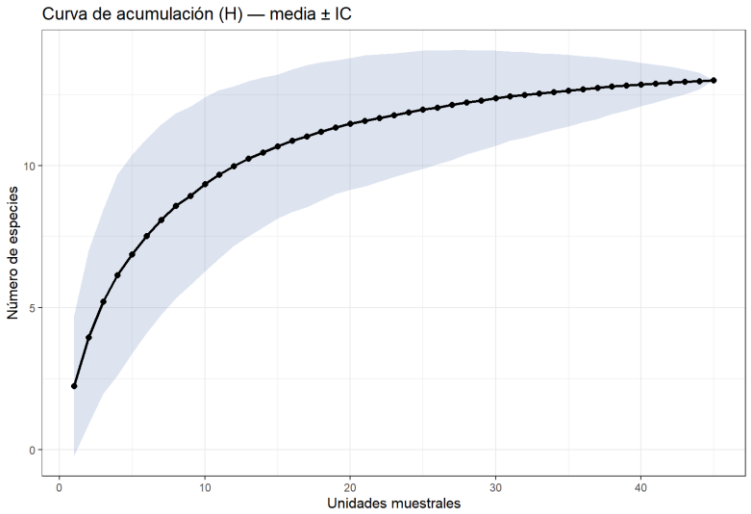


Figura 34: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI.

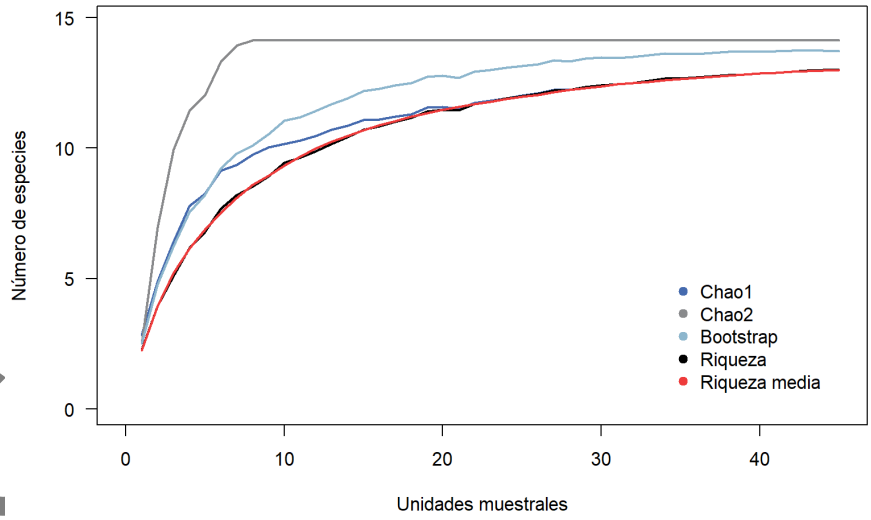


Tabla 46: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Herbáceas	13	13	14.13	13.71

La curva del estrato herbáceo registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número cuatro y una probabilidad de aumento de registros del 2% a partir de la unidad número 45. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap

señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre el 92 y 100% de las hierbas que habitan dentro del AI.

Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia

Figura 35: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI.

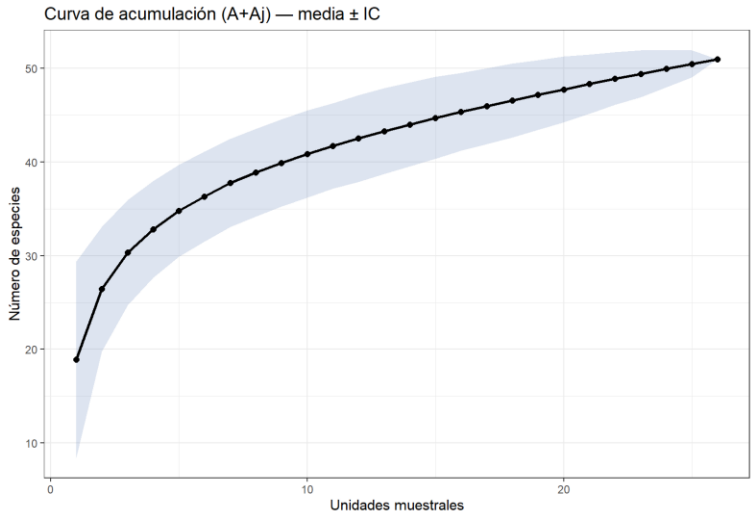


Figura 36: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI.

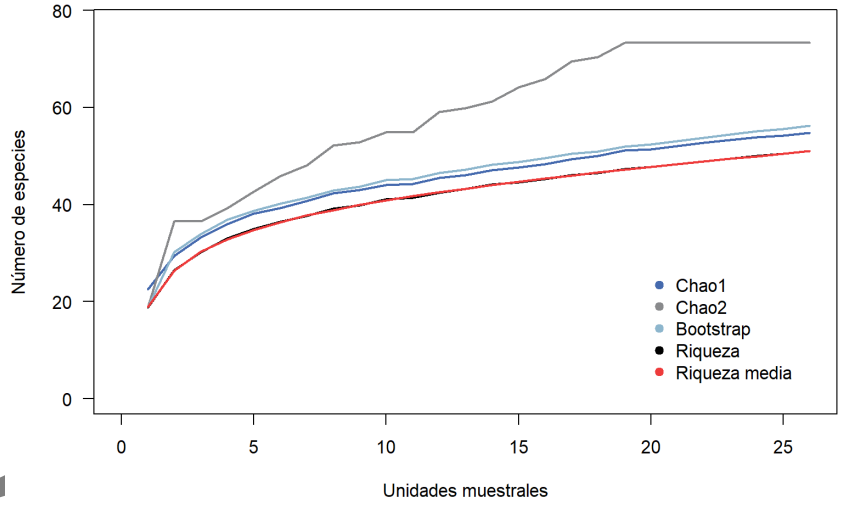


Tabla 47: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbóreas	51	54.75	73.38	56.25

El trazo de la curva para el estrato arbóreo del AI registró un descenso de aumento de especies inferior a uno a partir de la unidad muestral número 10, asimismo, para la unidad

26 el aumento de la riqueza proyecta una probabilidad del 50%. Los estimadores de Chao y Bootstrap calculan una riqueza del estrato entre 55 y 73 especies, lo que representa un porcentaje de registros de especies de entre el 70 al 93% de la flora arbórea del AI.

Figura 37: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI.

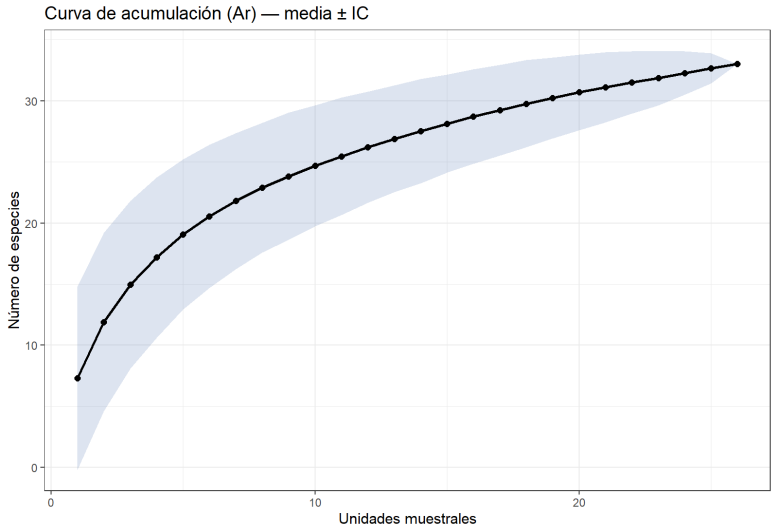


Figura 38: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI.

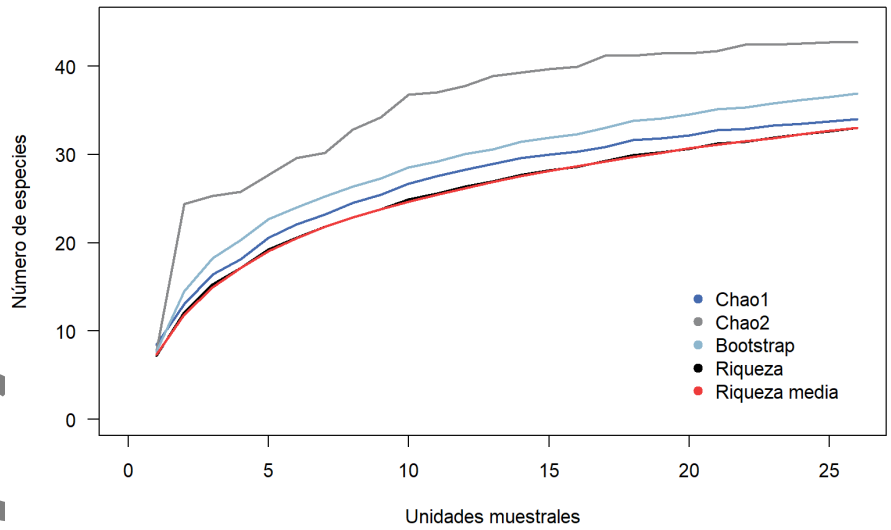


Tabla 48: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbustivas	33	34	42.73	36.93

En cuanto a la curva del estrato arbustivo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número nueve y con una probabilidad de aumento

de registros del 33% para la unidad número 26. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre 77 y 97% de los arbustos que habitan dentro del AI.

Figura 39: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI.

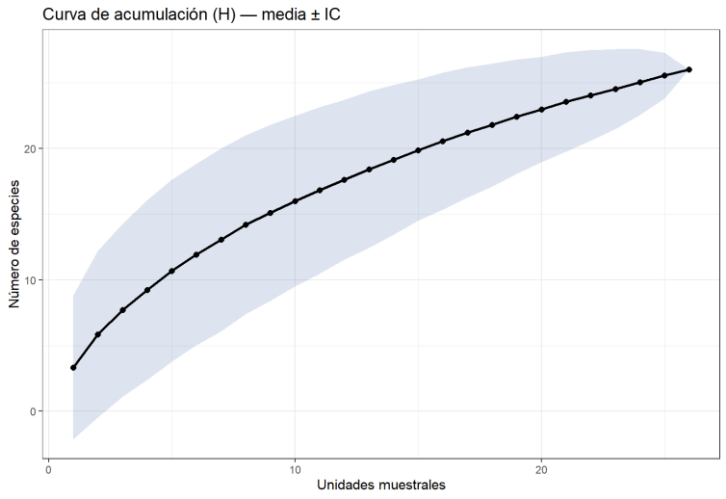


Figura 40: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI.

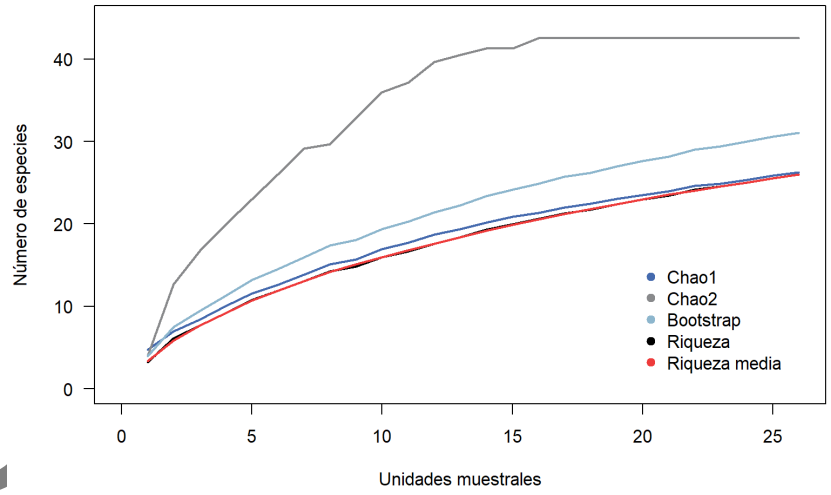


Tabla 49: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Herbáceas	26	26.25	42.57	31.06

La curva del estrato herbáceo registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número nueve y una probabilidad de aumento de registros del

45% a partir de la unidad número 26. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre el 61 y 99% de las hierbas que habitan dentro del AI.

Curvas de acumulación de especies del AP

Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia

Figura 41: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP.

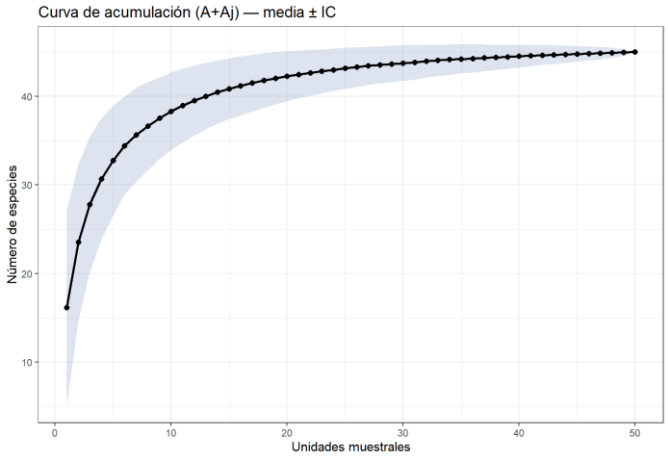


Figura 42: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP.

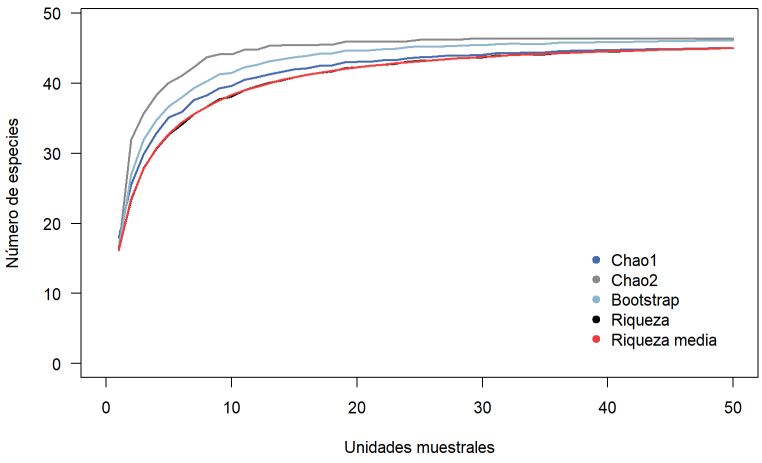


Tabla 50: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbóreas	45	45	46.38	46.10

El trazo de la curva para el estrato arbóreo del AP registró un descenso de aumento de especies inferior a uno a partir de la unidad muestral número ocho, asimismo, para la unidad

50 el aumento de la riqueza proyecta una probabilidad del 4%. Se estima que se registró más del 97% de la flora arbórea del AP.

Figura 43: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP.

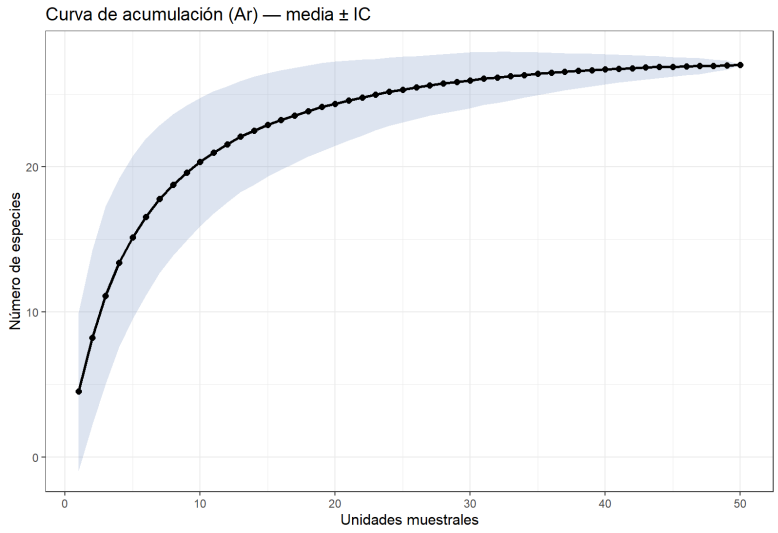


Figura 44: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP.

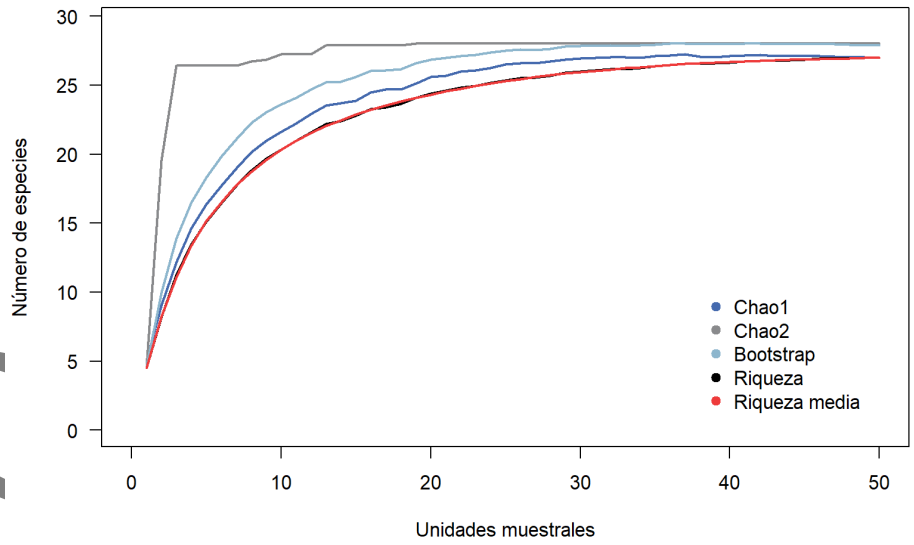


Tabla 51: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbustivas	27	27	28	27.90

En cuanto a la curva del estrato arbustivo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número ocho y con una probabilidad de aumento de registros del 2% para la unidad número 50. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre 96% y la totalidad de los arbustos que habitan dentro del AP.

Figura 45: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP.

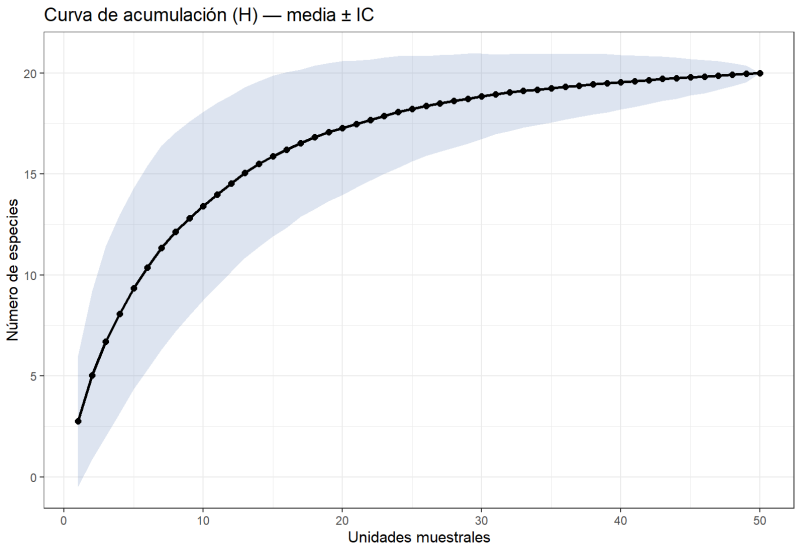


Figura 46: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP.

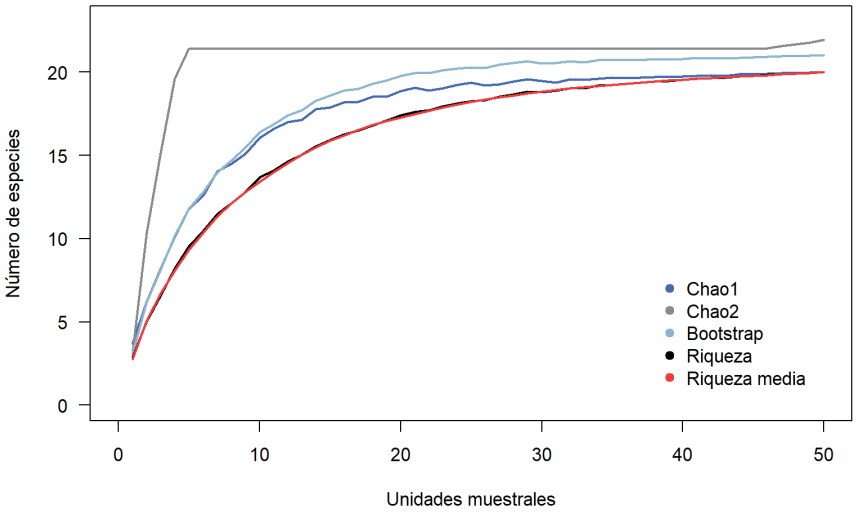


Tabla 52: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Herbáceas	20	20	21.96	21.01

La curva del estrato herbáceo registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número siete y una probabilidad de aumento de registros del 4% a partir de la unidad número 50. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre el 90 y 100% de las hierbas que habitan dentro del AP.

Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia

Figura 47: Curva de acumulación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP.

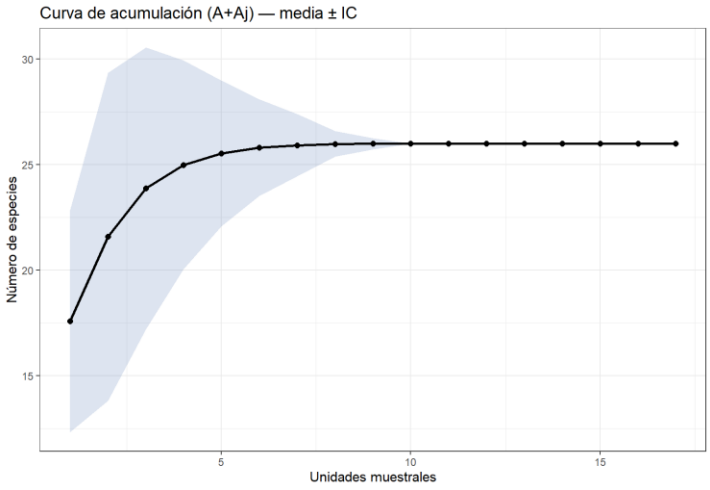


Figura 48: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP.

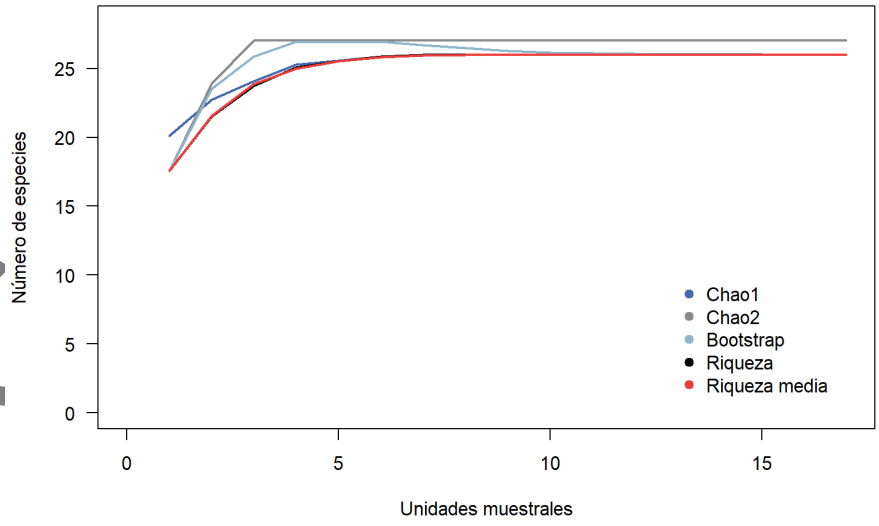


Tabla 53: Estimación de especies arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbóreas	26	26	27.04	26

El trazo de la curva para el estrato arbóreo del AP registró un descenso de aumento de especies inferior a uno a partir de la unidad muestral número cinco, asimismo, para la unidad 11 el aumento de la riqueza proyecta una nula probabilidad. Los estimadores de Chao y Bootstrap calculan una riqueza del estrato entre 26 y 27 especies, lo que representa un porcentaje de registros de especies de entre el 96 al 100% de la flora arbórea del AP.

Figura 49: Curva de acumulación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP.

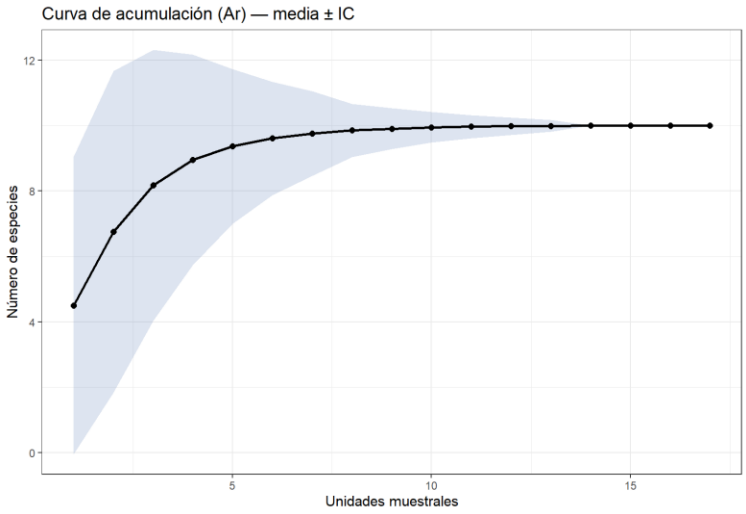


Figura 50: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP.

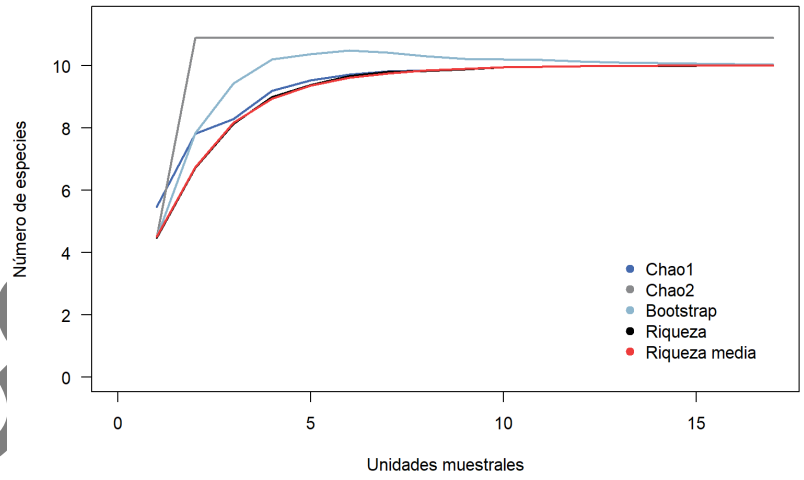


Tabla 54: Estimación de especies arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Arbustivas	10	10	10.90	10.03

En cuanto a la curva del estrato arbustivo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número cinco y con una nula probabilidad de

aumento de registros para la unidad número 15. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en la muestra oscila entre 90 y 100% de los arbustos que habitan dentro del AP.

Figura 51: Curva de acumulación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP.

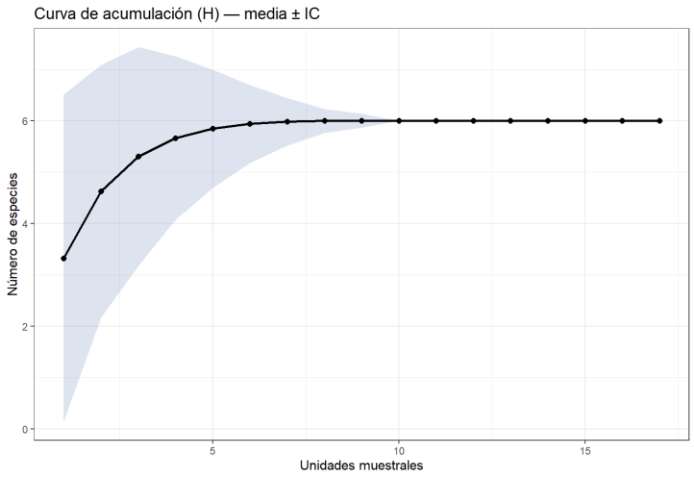


Figura 52: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP.

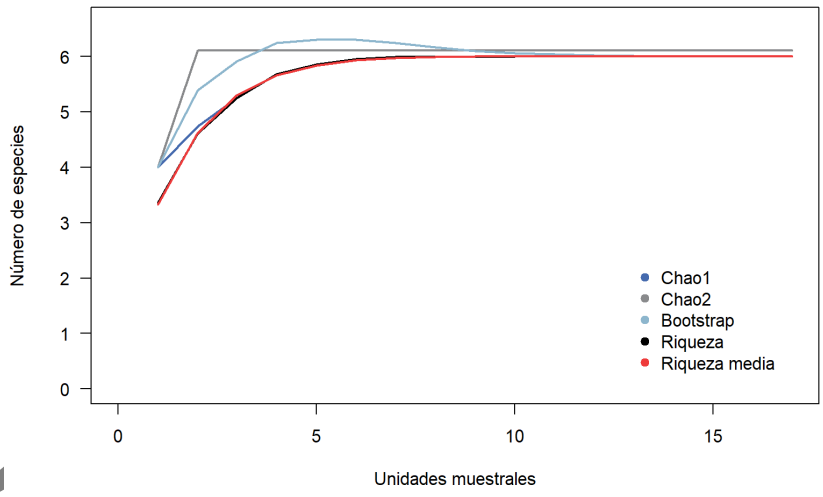


Tabla 55: Estimación de especies herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP.

Estimador	Riqueza	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
Herbáceas	6	6	6.10	6

La curva del estrato herbáceo registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número tres y una nula probabilidad de aumento de registros a

partir de la unidad número 11. Por otra parte, los estimadores de Chao y Bootstrap señalan que la muestra registró la totalidad de las hierbas que habitan dentro del AP.

Consulta Pública

3.3.10.1.3.5 Índices de diversidad biológica

Tabla 56: Índices de diversidad biológica para la RE, AI y AP en Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia.

Índices de diversidad por estrato y área							
Índice de Valor de Importancia							
	AP		**AI**		**RE**	**Parámetros**	**Conclusiones**
Estrato	**Especie**	**Valor**	**Especie**	**Valor**	**Especie**	**Valor**	
Arbóreas	*Gymnopodium floribundum*	36.66	*Gymnopodium floribundum*	39.21	*Gymnopodium floribundum*	39.37	Densidad, dominancia y frecuencia relativas	Las especies dominantes se mantienen constantes en las tres áreas. Esta coincidencia indica que la estructura y composición vegetal presentan una alta homogeneidad ecológica, sin cambios significativos por estrato. Dentro del AP, AI y RE, *Lysiloma latisiliquum* fue otra especie arbórea con valores de importancia relevantes. Otras especies que destacan fueron *Helicteres baruensis* (arbustiva) y *Lasiacis divaricata* (herbácea).
Arbustivas	*Hybanthus yucatanensis*	57.35	*Hybanthus yucatanensis*	62.65	*Helicteres baruensis*	62.32		
Herbáceas	*Bromelia karatas*	82.92	*Bromelia karatas*	67.89	*Bromelia karatas*	83.75		
Índice de Margalef								
Arbóreas	4.76		4.40		4.64		Riqueza	El estrato arbóreo presentó la mayor riqueza específica en las tres áreas evaluadas, con valores de diversidad media-alta y una composición relativamente homogénea entre áreas. El estrato arbustivo presentó una diversidad media, mientras que el herbácea presentó valores de diversidad media-baja.
Arbustivas	3.51		3.06		3.07			
Herbáceas	2.95		2.01		2.87			
Índice de Menhinick								
Arbóreas	0.44		0.40		0.43		Riqueza	El índice de Menhinick indicó una mayor riqueza específica relativa en el estrato herbáceo, seguida del arbustivo y el arbóreo. Las variaciones entre los valores de las tres áreas son mínimas, lo que sugiere una composición relativamente homogénea entre ellas. Los valores bajos del estrato arbóreo sugieren que este es dominado por pocas especies.
Arbustivas	0.66		0.63		0.63			
Herbáceas	0.80		0.66		0.93			
Índice de diversidad de Simpson								
Arbóreas	0.89		0.87		0.87		Dominancia	El índice de diversidad de Simpson mostró valores elevados en los tres estratos y áreas evaluadas, lo que indica una alta diversidad de especies y una baja dominancia. Los valores similares sugieren una distribución relativamente homogénea de las abundancias entre las áreas y los estratos.
Arbustivas	0.89		0.87		0.90			
Herbáceas	0.87		0.85		0.87			
Índice de Shannon-Weaver								
Arbóreas	2.76		2.60		2.63		Diversidad	El índice de Shannon-Weaver indicó una diversidad moderadamente alta en todos los estratos y áreas evaluadas. El estrato arbóreo mostró una diversidad ligeramente superior. Las diferencias entre los valores de las tres áreas fueron mínimas, lo que sugiere una composición y distribución de especies relativamente homogénea.
Arbustivas	2.65		2.41		2.62			
Herbáceas	2.37		2.14		2.37			
Índice de Pielou								
Arbóreas	0.72		0.70		0.70		Equitatividad	El índice de Pielou mostró valores elevados en todos los estratos y áreas evaluadas, lo que indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies. Los estratos arbustivo y herbáceo presentaron la mayor equidad.
Arbustivas	0.80		0.77		0.83			
Herbáceas	0.79		0.84		0.82			

Nota: Las memorias de cálculo se incluyen dentro del anexo 3.4 Vegetación y flora.

Consulta Pública

Tabla 57: Índices de diversidad biológica para la RE, AI y AP en Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia.

Índices de diversidad por estrato y área								
Índice de Valor de Importancia								
	AP		**AI**		**RE**		**Parámetros**	**Conclusiones**
Estrato	**Especie**	**Valor**	**Especie**	**Valor**	**Especie**	**Valor**	Densidad, dominancia y frecuencia relativas	Las especies dominantes se mantienen constantes en las tres áreas estudiadas, lo que indica que su estructura y composición presentan una alta homogeneidad. En el AP *Bursera simaruba* y *Colubrina yucatanensis* también son especies con valores importantes.
Arbóreas	*Piscidia piscipula*	67.95	*Bursera simaruba*	45.79	*Bursera simaruba*	42.46		
Arbustivas	*Hybanthus yucatanensis*	59.37	*Colubrina yucatanensis*	36.93	*Hybanthus yucatanensis*	41.34		
Herbáceas	*Ruellia inundata*	111.09	*Lasiacis divaricata*	65.89	*Lasiacis divaricata*	104.09		
Índice de Margalef								
Arbóreas	2.94		5.65		5.74		Riqueza	El estrato arbóreo presentó la mayor riqueza específica en las tres áreas evaluadas. El AP fue el área menos diversa, con valores de riqueza media para el estrato arbóreo y de media a baja para el arbustivo y herbáceo. Por otro lado, el AI y la RE presentaron valores de riqueza media a alta en todos los estratos.
Arbustivas	1.60		4.41		4.34			
Herbáceas	0.88		4.33		4.83			
Índice de Menhinick								
Arbóreas	0.37		0.61		0.53		Riqueza	El índice de Menhinick mostró una mayor riqueza específica relativa en el AI y RE con respecto al AP. Además, el estrato herbáceo mostró la mayor riqueza relativa en comparación con el arbustivo y arbóreo en tosas las áreas, sugiriendo una comunidad más diversa y con menor concentración de individuos por especie.
Arbustivas	0.61		0.88		0.70			
Herbáceas	0.35		1.45		1.72			
Índice de diversidad de Simpson								
Arbóreas	0.87		0.93		0.92		Dominancia	El índice de diversidad de Simpson mostró valores elevados en los tres estratos y áreas evaluadas, lo que indica una alta diversidad de especies y una baja dominancia. Los valores similares sugieren una distribución relativamente homogénea de las abundancias entre las áreas y los estratos.
Arbustivas	0.86		0.92		0.90			
Herbáceas	0.74		0.92		0.90			
Índice de Shannon-Weaver								
Arbóreas	2.50		2.97		2.92		Diversidad	El índice de Shannon-Weaver indicó una diversidad moderadamente alta en todos los estratos y áreas evaluadas. Entre los estratos del AP, el arbóreo presentó el valor más alto de diversidad. Por otro lado, los estratos en el AI y RE presentaron valores similares, lo que sugiere una composición y distribución de especies relativamente homogénea.
Arbustivas	2.07		2.86		2.71			
Herbáceas	1.52		2.81		2.73			
Índice de Pielou								
Arbóreas	0.77		0.75		0.73		Equitatividad	El índice de Pielou mostró valores elevados en todos los estratos y áreas evaluadas, lo que indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies. Los estratos arbustivo y herbáceo presentaron la mayor equidad.
Arbustivas	0.90		0.82		0.76			
Herbáceas	0.85		0.86		0.82			

Nota: Las memorias de cálculo se incluyen dentro del anexo 3.4 Vegetación y flora.

Consulta Pública

3.3.10.1.3.6 Índices de similitud

La presentación de las siguientes cifras, correspondientes a los índices de similitud, proyecta la generación de tablas comparativas con fin de distinguir la relación-disimilitud de cada comunidad, estrato y ensamble general. Las abreviaturas utilizadas en las siguientes tablas corresponden a las siguientes:

Tabla 58: Abreviaturas de ensambles.

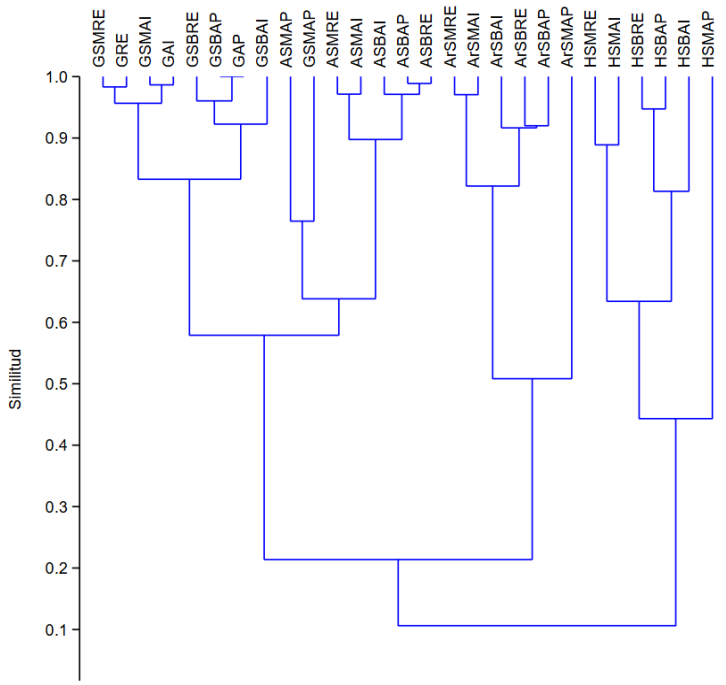
Abreviatura	Nombre completo
ASBRE	Arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE
ArSBRE	Arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE
HSBRE	Herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE
GSBRE	General de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia de la RE
ASMRE	Arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE
ArSMRE	Arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE
HSMRE	Herbáreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE
GSMRE	General de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia de la RE
GRE	General de la RE
ASBAI	Arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI
ArSBAI	Arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI
HSBAI	Herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI
GSBAI	General de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AI
ASMAI	Arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI
ArSMAI	Arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI
HSMAI	Herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI
GSMAI	General de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AI
GAI	General del AI
ASBAP	Arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP
ArSBAP	Arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP
HSBAP	Herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP
GSBAP	General de Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del AP
ASMAP	Arbóreas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP
ArSMAP	Arbustivas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP
HSMAP	Herbáceas de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP
GSMAP	General de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del AP
GAP	General del AP

Nota: Las memorias de cálculo se incluyen dentro del anexo 3.4 Vegetación y flora.

Consulta Pública

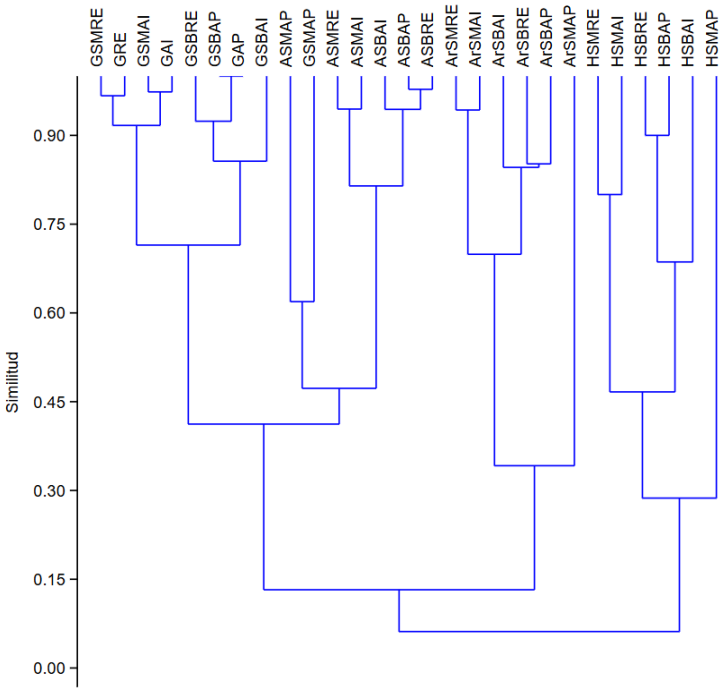
Índice de Sørensen-Dice

Tabla 59: Índice de Sørensen-Dice para el ensamble de especies de la RE, AI y AP.



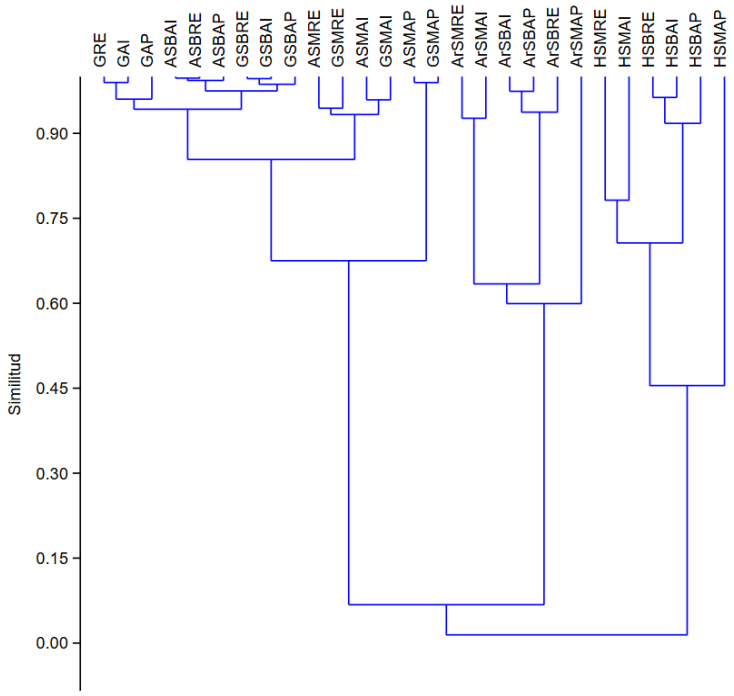
Índice de Jaccard

Tabla 60: Índice de Jaccard para el ensamble de especies de la RE, AI y AP.



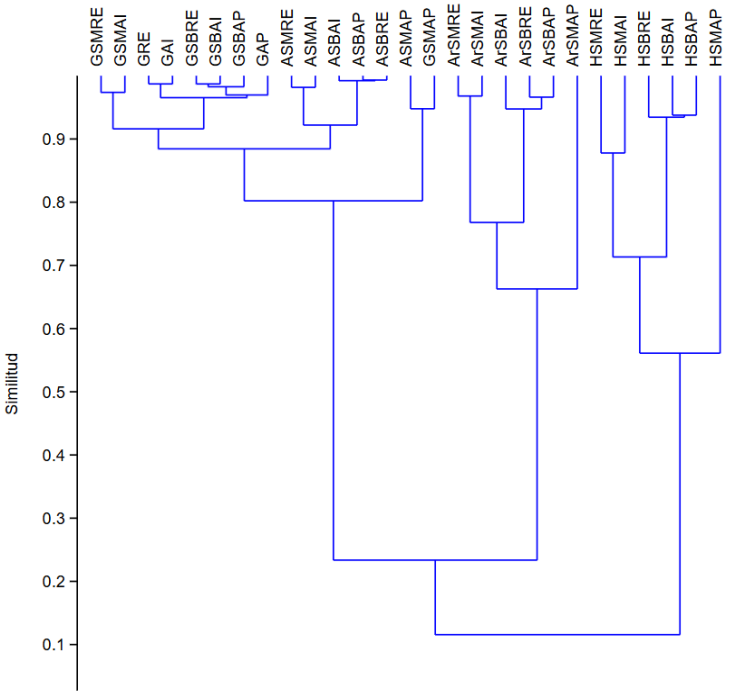
Índice de Morisita

Tabla 61: Índice de Morisita para el ensamble de especies de la RE, AI y AP.



Índice de Horn

Tabla 62: Índice de Horn para el ensamble de especies de la RE, AI y AP.



Los cuatro índices señalan que todos los estratos representan un continuo a lo largo de la RE, AI y AP sin marcar alguna particularidad que sea distinguida dentro de estas superficies, esto considerando la presencia de dos tipos de vegetación compartidos en las

tres superficies. De acuerdo con los resultados de los índices anteriores, en general el estrato arbóreo domina fisionómicamente. La vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia mantiene una estrecha relación con los resultados generales de la RE y el AI, mientras que la vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia domina en la superficie del AP.

Consulta Pública

3.3.10.2 Fauna

Los vertebrados terrestres son considerados como todos aquellos tetrápodos que habitan ecosistemas no acuáticos (Long & Gordon 2004), las clases que constituyen este grupo corresponden a mamíferos, aves, reptiles y anfibios. México posee una amplia riqueza de vertebrados terrestres, la cual suma un aproximado de entre 2,950 a 2,930 especies en el país, de ellas un 34% son endémicas al territorio mexicano (Flores-Villela & García-Vázquez 2014; Navarro-Sigüenza et al. 2014; Parra-Olea et al. 2014; Sánchez-Cordero et al. 2014). Se estima que el 5.23% de las especies de anfibios, el 8.7% de reptiles, el 11% de aves y el 10% de mamíferos del mundo están presentes en el país.

La fauna como un recurso natural, además de jugar un importante rol en la relación e interacción de los distintos ecosistemas, posee valores que agregan importancia a su conservación, tales como el estético, recreativo, social, económico, comercial y cinegético entre otros. En este sentido, el estudio ecológico de la fauna representa una aproximación conceptual y metodológica muy útil para manejo (aprovechamiento, conservación y control) de la fauna silvestre (Gallina-Tessaro & López-González 2011).

Es así que el propósito de este apartado es coadyuvar a la identificación de impactos y medidas de mitigación del proyecto a través de la determinación, cuantificación y comparación de la fauna presente en el AP, AI y RE, señalando sus parámetros cuantitativos a través de índices ecológicos, de diversidad, y su similitud a través de índices cuantitativos y cualitativos utilizando herramientas de análisis digital, literatura local y datos recabados a partir del trabajo de campo y esfuerzo físico en la superficie del AP, AI y RE

3.3.10.2.1 Fauna potencial

La estimación de las áreas reales y potenciales de distribución de especies a través de modelos de nichos ecológicos se ha convertido en un campo de investigación muy activo (Soberón & Nakamura 2009). Esta herramienta parte en el hecho de que, dentro de una comunidad, cada especie tiene un lugar propio en el espacio y tiempo que puede representarse en un mapa. La distribución espacial de las especies no es aleatoria, sino que obedece al intervalo o capacidad de tolerancia que cada especie tiene a factores ambientales como altitud, posición topográfica, temperatura, humedad y precipitación que se conoce como amplitud ecológica. En este sentido, la fauna potencial representa la probabilidad de encontrar especies en áreas que presentan condiciones ambientales similares a los sitios donde se encuentran.

Para la elaboración de la fauna potencial se utilizó la información recabada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad para vertebrados terrestres (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO 2021a; b; c; d), dentro de ella, se estima que han sido elaborados mapas de distribución potencial para poco más del 90% de especies de mamíferos, 90% de aves, 45% de reptiles y 90% de anfibios presentes en el país.

Se incluye el listado de fauna potencial dentro del anexo 3.6 Fauna

Consulta Pública

3.3.10.2.2 Corredores biológicos

Los corredores son áreas, generalmente alargadas, que conectan dos o más regiones. Pueden ser franjas estrechas de vegetación, bosques ribereños, túneles por debajo de carreteras, plantaciones, vegetación remanente o grandes extensiones de bosques naturales. El requisito indispensable es que mantengan la conectividad entre los extremos para evitar el aislamiento de las poblaciones (CONABIO n.d.).

Para la elaboración del corredor biológico se utilizó la imagen satelital en el programa Google earth, identificando las áreas a conectar con la ayuda de la capa "Áreas Naturales Protegidas", analizando las coberturas vegetales y usos de suelo se traza el corredor priorizando áreas que puedan ofrecer a la fauna recursos y protección.

El mapa se incluye dentro del anexo 3.6 Fauna

Corredor biológico costa de Yucatán

Se trata de una región prioritaria para la conservación de la biodiversidad ubicada en el estado de Yucatán, México que abarca tanto la parte terrestre como marina que se extiende 25 km en promedio desde la línea de costa de los estados de Yucatán y Quintana Roo. Cuenta con una superficie de 18 745 Km2. Topográficamente la zona es una planicie en tierra firme y una plataforma continental en su región marina. Los suelos característicos son los gleysoles (con exceso de humedad) y los litosoles (someros y pedregosos). Abundan los ríos subterráneos y los cenotes. Forma parte de la iniciativa de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para mantener la conectividad ecológica entre áreas naturales protegidas y ecosistemas clave.

Características principales:

Extensión y ubicación: Abarca una franja costera que va desde el puerto de Progreso hasta la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, incluyendo humedales, manglares, petenes (parches de vegetación en humedales), dunas costeras y selvas bajas inundables.

Biodiversidad: Alberga especies emblemáticas como el jaguar (Panthera onca), el ocelote, el cocodrilo de pantano (Crocodylus moreletii), la tortuga blanca (Chelonia mydas), así como aves migratorias y residentes como el flamenco rosa (Phoenicopterus ruber).

Funciones ecológicas: Actúa como zona de refugio, alimentación y reproducción para especies acuáticas y terrestres; regula el clima local; mitiga inundaciones; y filtra contaminantes. Además, es clave para la recarga del acuífero.

Presiones y amenazas: Desarrollo turístico no planificado, expansión urbana, deforestación, contaminación por actividades agropecuarias y pesca no sustentable.

El mapa del corredor biológico se incluye dentro del anexo 3.6 Fauna

3.3.10.2.3 Rutas migratorias

México es un país clave en las rutas migratorias de aves, sirviendo como un importante corredor para numerosas especies que se desplazan entre América del Norte y América

Consulta Pública

del Sur. Existe información varia acerca del nombre de las rutas migratorias, aunque todas coinciden con el número de rutas que pasan por el país.

De manera general en Norteamérica se reconocen cuatro rutas migratorias principales(Berlanga & Rodríguez n.d.):

- La ruta del Pacífico: Esta ruta sigue la costa occidental de México y es crucial para muchas especies que migran a lo largo del litoral del Pacífico.
- La ruta del Centro: También conocida como la "Ruta Mesoamericana", atraviesa el centro de México.
- La ruta del Mississipi: Esta ruta es especialmente importante para aves que migran a través de la región central de México, aprovechando la cadena de volcanes y montañas conocida como la Faja Volcánica Transmexicana.
- La ruta del Atlántico: Sigue la costa del Golfo de México y es utilizada por numerosas aves que migran a través de la región oriental de América del Norte.

Adicionalmente, dentro de la ruta del Atlántico se incluye la ruta que va de Estados Unidos a Sudamerica (Anon 2020), que sigue las regiones orientales del continente americano, desde el mar de Labrador hasta los Apalaches, el mar Caribe y la cuenca del Amazonas. Muchas aves migratorias que viajan desde Canadá y los Estados Unidos acortan su ruta hacia América del Sur cruzando el Océano Atlántico en impresionantes vuelos de varios días y sin escalas (Society 2022).

El mapa de las rutas migratorias se incluye dentro del anexo 3.6 Fauna

Ruta del Atlántico

Esta ruta sigue la costa del Golfo de México y es utilizada por numerosas aves que migran a través de la región oriental de América del Norte. Es una de las rutas más importantes debido a la gran cantidad de aves costeras y acuáticas, como los playeros y las gaviotas, que la utilizan para desplazarse desde sus áreas de reproducción en Canadá y Estados Unidos hacia sus zonas de invernada en Centro y Sudamérica.

Ruta del Mississippi

Esta ruta es especialmente importante para aves que migran a través de la región central de México, aprovechando la cadena de volcanes y montañas conocida como la Faja Volcánica Transmexicana y una porción de estas atravesando el golfo de México. Las aves utilizan estos corredores montañosos para encontrar pasos seguros y recursos en su travesía hacia el sur.

3.3.10.2.4 Resumen y metodología de muestreos

3.3.10.2.4.1 Trabajo de campo

La temporalidad del trabajo de campo relativo al levantamiento de datos taxonómicos y ecológicos de la fauna del AP, AI y RE obedecen a dos temporalidades, la primera del día **3 al 24 de noviembre de 2025 (secas) y la segunda del 6 al 17 de abril de 2026 (lluvias)**, tomando un horario diario de 06:00 a 17:00 hrs. con periodos intercalados de descanso y

Consulta Pública

toma de alimentos. El equipo de trabajo se organizó en una brigada compuesta por dos especialistas en taxonomía animal. Cada brigada realizo exploración de campo equipada con herramientas de geolocalización, cámara fotográfica, ganchos y guantes. Las fechas de toma de datos concuerdan con los periodos anuales (reproducción, muda y en algunos casos migración) de los vertebrados terrestres nativos (Albert et al. 2020; Gill 2007), en este sentido, el trabajo de campo realizado para estas áreas refleja en los registros valores ecológicos y de diversidad suficientemente verosímiles y confiables.

3.3.10.2.4.2 Muestreo

La medición o cuantificación de la riqueza de especies de un ensamblaje es posible a través de un muestreo estructurado espacial y temporalmente. Una muestra se define como una parte o porción de un conjunto, extraída mediante métodos que permiten considerarla como representativa del propio conjunto (Gallina-Tessaro 2015)

3.3.10.2.4.3 Tamaño de las unidades muestrales

Cuando se busca estimar la riqueza de especies de una superficie o región, es oportuno considerar varios elementos relacionados con el muestreo y su diseño. Por ejemplo, es necesario reconocer que todos los métodos de muestreo tienen sesgos, algunas técnicas, ya sea por causas biológicas o relacionadas con el observador o el instrumento de detección, son muy útiles para registrar especies con determinados hábitos, conducta o características físicas, pero no son tan adecuadas para detectar especies con otros atributos. En este sentido, la probabilidad de detección varía entre las especies y a lo largo del periodo del estudio (Magurran & McGill 2011).

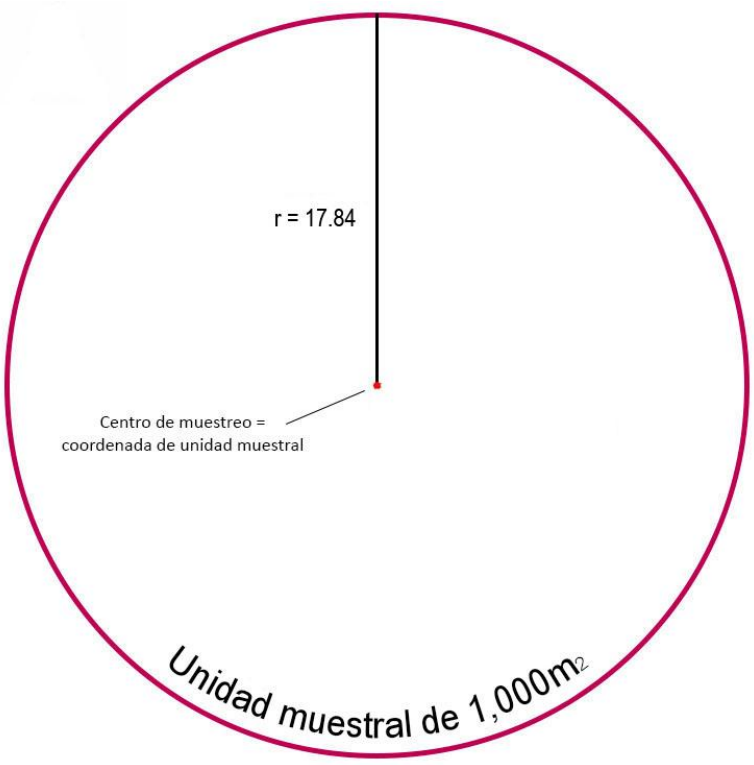
Con el fin de disminuir este sesgo, las unidades muestrales deben satisfacer tres requisitos fundamentales:

d) Deben distinguirse claramente,
e) Las reglas de exclusión e inclusión de individuos o rastros deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos, y
f) Una vez seleccionada la forma y el tamaño deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

Bajo el anterior argumento, el tamaño de las unidades muestrales seleccionado fue de 1,000 m^2, con una forma circular (radio de 17.8 m). Las unidades de muestreo circulares presentan la excelente ventaja de tener menor perímetro que los rectangulares para una misma superficie, lo que se traduce en una menor posibilidad de error al contabilizar los rastros cuya pertenencia al sitio sea dudosa. El centro de la unidad muestral corresponde a la coordenada registrada para cada punto de muestreo.

Consulta Pública

Figura 53 Representación esquemática del tamaño y forma de la unidad muestral de la fauna.



La evidencia de registro se clasifica en tres categorías descritas a continuación (Boddicker et al. 2002):

Evidencia no ambigua

- Individuos colectados
- Individuos observados

Evidencia de alta calidad:

- Huesos
- Pelos, plumas, escamas
- Huellas
- Vocalizaciones

Evidencia de baja calidad

- Camas, senderos, nidos
- Fecas
- Alimentos consumidos

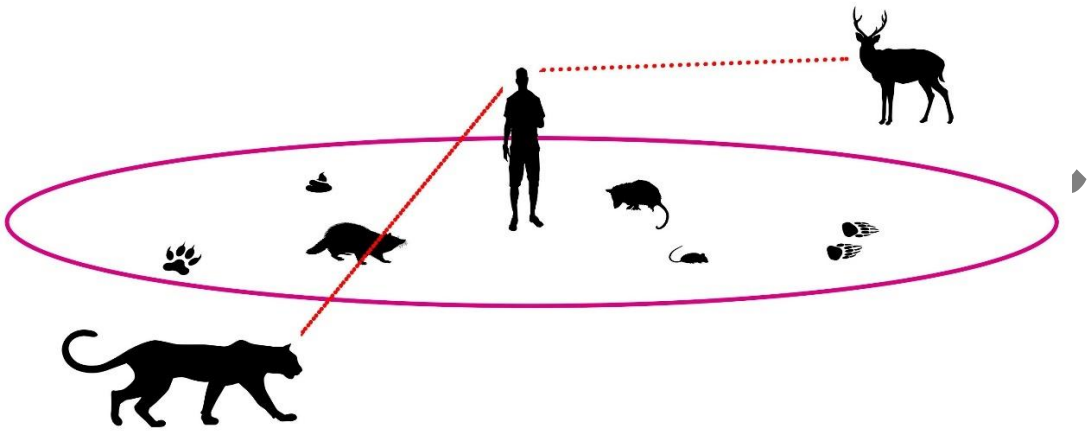
Para el análisis de los individuos se definieron cuatro categorías en función a la sistemática de los vertebrados terrestres, en donde se establecieron las reglas de inclusión y exclusión conforme a lo siguiente:

- Mamíferos: Individuos con presencia de pelo, producción de leche en las glándulas mamarias de las hembras, capacidad de generar calor internamente, en el oído, la

Consulta

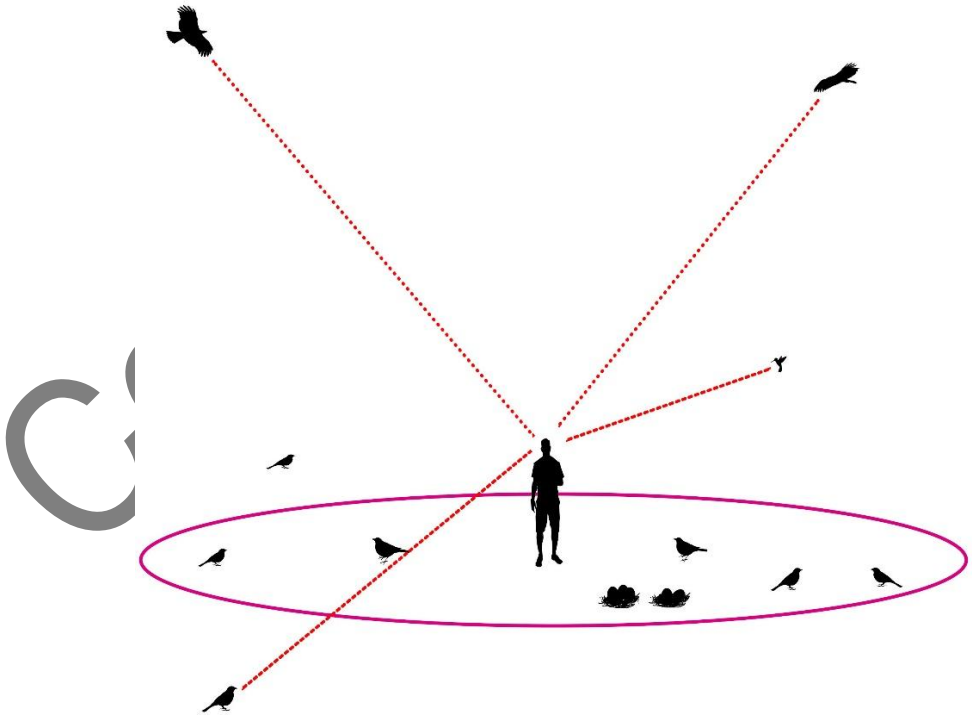
presencia de los huesecillos martillo y yunque, y columna vertebral diferenciada en 5 regiones, cervical, dorsal, lumbar, sacra y coxal. Se registro evidencia no ambigua al alcance de la vista dentro y fuera de los 1,000 m^2, y evidencia de alta y baja calidad en 1,000 m^2.

Figura 54 Ilustración gráfica del muestreo de mamíferos



- Aves: Individuos con cuerpo cubierto de plumas, ovíparos, endotermos y presencia de pico corneo. Se registro evidencia no ambigua al alcance de la vista dentro y fuera de los 1,000 m^2, y evidencia de alta y baja calidad en 1,000 m^2.

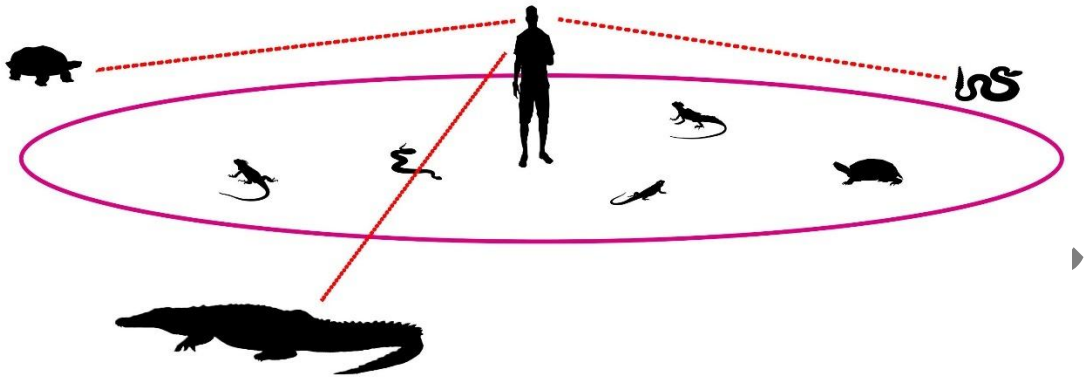
Figura 55 Ilustración gráfica del muestro de aves



- Reptiles: Individuos con escamas o placas epidérmicas, en ocasiones osteodermos, ovíparos, ectotérmicos, sin estado larvario. Se registro evidencia no ambigua al

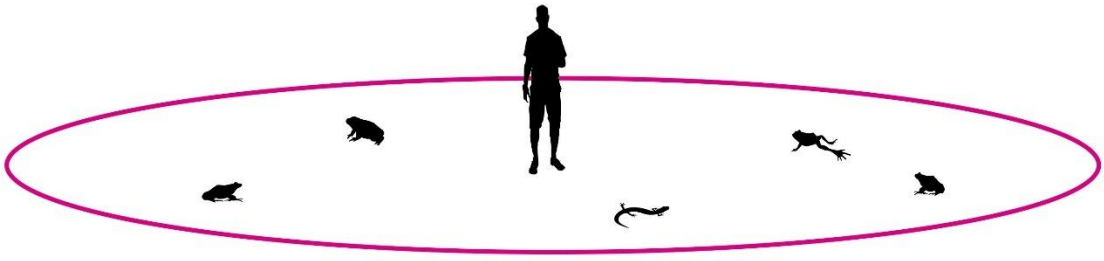
alcance de la vista dentro y fuera de los 1,000 m^2, y evidencia de alta y baja calidad en 1,000 m^2.

Figura 56 Ilustración gráfica del muestreo de reptiles



- Anfibios: Individuos con piel lisa y muy vascularizada sin protección de escamas, plumas o pelo, con glándulas mucosas y lechosas que humectan la piel y secretan toxinas, ovíparos, ectotérmicos, con estado larvario.

Figura 57 Ilustración gráfica del muestreo de anfibios



Cada una de las unidades de muestreo levantadas se distinguió a través de marcas visuales y llamativas, asimismo, las reglas de exclusión e inclusión de fauna registrada y la forma y tamaño establecido se respetó para cada una de ellas.

3.3.10.2.4.4 Tamaño de muestra

Cuanto mayor es el número de las unidades muestrales, más precisa es la estimación de la o las variables consideradas. No obstante, debido al gran costo del muestreo (especialmente en tiempo y esfuerzo) es preciso llegar a un equilibrio en donde el esfuerzo invertido sea equiparable a la cantidad y calidad de la información recabada (Gallina-Tessaro & López-González 2011).

Considerando que el área a analizar (RE, AI y AP) representa una superficie o universo finito (unidad delimitada en ha y m^2), y que es posible conocer el total de integrantes de la población (total de muestreos posibles de 1,000 m^2), es conveniente el uso de la fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos (Valdivieso-Taborga et al. 2011). Para el desarrollo de la fórmula es importante comprender los siguientes aspectos:

Tamaño de la población: La cantidad total de unidades muestrales en la superficie analizada. Si se está tomando una muestra aleatoria sobre la totalidad de la superficie en

Consulta Pública

el AP (235,252 m^2), entonces el tamaño de la población será de 235.252 muestreos posibles de 1,000 m^2.

Margen de error: Un porcentaje que señala en qué medida se puede esperar que los resultados de los parámetros analizados reflejen un valor parecido al real de la población general. Entre más pequeño sea el margen de error, más cerca se estará de tener el parámetro real con un determinado nivel de confianza.

Nivel de confianza del muestreo: Un porcentaje que revela cuánta confianza puedes tener en que tu tamaño de muestra represente un parámetro dentro de un rango determinado. Por ejemplo, un nivel de confianza del 95% significa que puedes tener una seguridad del 95% de que los resultados oscilarán entre los números x e y.

Variabilidad (coeficiente de variabilidad): Un porcentaje estimado de diferenciación de un punto a otro, entre más alta la variación, incrementa el tamaño de muestra. Para obtener este valor (Celis-de la Rosa & Labrada-Martagón 2014) es necesario la designación de un muestreo piloto con varias repeticiones (ej. 5, 10, 15 etc.), entonces se selecciona un parámetro medible (en este caso número de individuos de fauna, I) para cada una de las repeticiones.

Tabla 63: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto.

Unidad de muestreo	*I = (número de individuos)*	I^2
1	19	361
2	16	256
3	7	49
4	5	25
5	7	49
6	2	4
7	1	1
8	1	1
9	10	100
10	16	256
Total	**84**	**1102**

El promedio ($\bar{X}$) del parámetro medible seleccionado corresponde a 0 individuos. Seguido de esto se calcula la desviación estándar (s) mediante la siguiente formula:

$$s = \sqrt{\sum I^2 - \frac{(\sum I)^2}{n} \Big/ n - 1}$$

$$s = \sqrt{1102 - \frac{(84)^2}{10} \Big/ 10 - 1} = 6.64$$

Es así que la variación (p) es igual a:

Consulta Pública

$$p = \frac{s * 100}{\bar{X}} = \frac{6.64 * 100}{8.4} = 79.01$$

La fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos corresponde a la siguiente (Milton 2007; Wackerly et al. 2010):

$$n = \frac{\frac{z^2 * p\,(1-p)}{e^2}}{1 + (\frac{z^2 * p\,(1-p)}{e^2 N})}$$

Donde:

n = tamaño de muestra

N = tamaño de la población

e = margen de error (porcentaje expresado con decimales)

p = variabilidad (porcentaje expresado con decimales)

z = puntuación z. la puntuación z es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción determinada se aleja de la media. La siguiente tabla permite encontrar la puntuación z adecuada:

Tabla 64: Relación de Nivel de confianza y puntuación z.

Nivel de confianza deseado	80%	85%	90%	95%	99%
Puntuación z	1.28	1.44	1.65	**1.96**	2.58

De acuerdo con SEMARNAT (2017), el tamaño de muestra debe tener niveles de confianza no menores al 95%, por lo que la puntuación de z mínima a considerar es de 1.96. Conociendo esto, se desglosa la fórmula de la siguiente manera:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.79\,(1-0.79)}{0.1^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.79\,(1-0.79)}{0.1^2\ 340})} = 54^3$$

Una vez calculado el tamaño de muestra y conociendo que el número mínimo de puntos de muestreo para generar un estimado confiable de parámetros de fauna es de 54 sitios de levantamiento en el AP, este último valor se convierte en el universo o población a considerar para calcular el tamaño de muestra del AI, desglosando así la misma fórmula:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.79\,(1-0.79)}{0.1^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.79\,(1-0.79)}{0.1^2\ 663.60})} = 58$$

Consulta Pública

El tamaño de muestra para generar un estimado confiable de parámetros de fauna es de 58 sitios de levantamiento en el AI. Para calcular el tamaño de muestra de la RE se desglosa la misma fórmula:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.79\ (1 - 0.79)}{0.1^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.79\ (1 - 0.79)}{0.1^2\ 133307})} = 64$$

El tamaño de muestra para generar un estimado confiable de parámetros de fauna es de 64 sitios de levantamiento en la RE.

En este sentido, se expone que el tamaño de muestra para la RE es de 64, del AI corresponde a 58 y 54 sitios para la superficie del AP, y en todos los casos de la RE, AI y AP los mínimos establecidos estadísticamente fueron cumplidos, realizándose 70 sitios de muestra para cada área.

3.3.10.3 Tiempo de muestra

En cuento a la escala temporal, considerando que existe una estrecha relación entre la movilidad de la fauna y el espacio-tiempo, la duración del levantamiento de datos representa una variable sumamente importante en el registro de datos de fauna (Gallina-Tessaro & López-González 2011). El lapso de tiempo que abarca la toma de muestra a veces resulta más importante que la cantidad de unidades muestrales, en este sentido, la riqueza de especies registrada en un área no solo depende del tamaño muestra, sino también del periodo de tiempo y del momento en el que sea examinada la superficie (Gallina-Tessaro 2015).

Conociendo esto, y tomado en cuanta la variabilidad ya conocida, la unidad de tiempo finita para un año natural (525,600 min.) y la duración estándar de las unidades piloto (10 min) se desglosa la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.79\ (1 - 0.79)}{0.2^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.79\ (1 - 0.79)}{0.2^2\ 52560})} = 64$$

En este sentido, el tiempo mínimo de registro para cada unidad muestral corresponde a 10 min, cubriendo un total de 640 min/muestra para el AP. La misma duración por unidad de muestra se implementó para las unidades de la RE y el AI

La memoria de calculo se incluye dentro del anexo 3.6 Fauna

3.3.10.4 Distribución de las unidades muestrales

La ubicación de las unidades muestrales se definió a partir del sistema de coordenadas UTM con proyección WGS84, a continuación, se presentan las coordenadas para cada unidad levantada en el AP, RE y AI.

Consulta Pública

Tabla 65 Coordenadas de ubicación de las unidades muestrales en la RE

Unidades	Norte (X)	Este (Y)
1	217310	2321464
2	203835	2322153
3	209946	2317174
4	212390	2321179
5	206623	2321944
6	206760	2321100
7	211291	2314182
8	205332	2320576
9	213513	2323486
10	209214	2319417
11	214450	2317219
12	210904	2317091
13	209769	2317345
14	211046	2321388
15	212968	2316056
16	216506	2320551
17	209393	2316920
18	207840	2323004
19	214776	2316882
20	203792	2322538
21	207355	2319005
22	206632	2316677
23	215877	2315300
24	210834	2315027
25	218629	2321444
26	212064	2315024
27	211473	2313940
28	210207	2318068
29	206318	2321609
30	208677	2319948
31	213747	2319951
32	206913	2319660
33	204617	2319985
34	217811	2319407
35	208603	2323218
36	207261	2322582
37	210725	2315890
38	216809	2315113

Unidades	Norte (X)	Este (Y)
39	203677	2321451
40	205912	2321798
41	210686	2320972
42	206996	2319231
43	205043	2318448
44	207992	2320677
45	216295	2321214
46	216815	2315939
47	219076	2318153
48	208828	2320239
49	206166	2322883
50	208433	2317590

Consulta Pública

Mapa 38: Ubicación de las unidades muestrales de fauna dentro de la RE

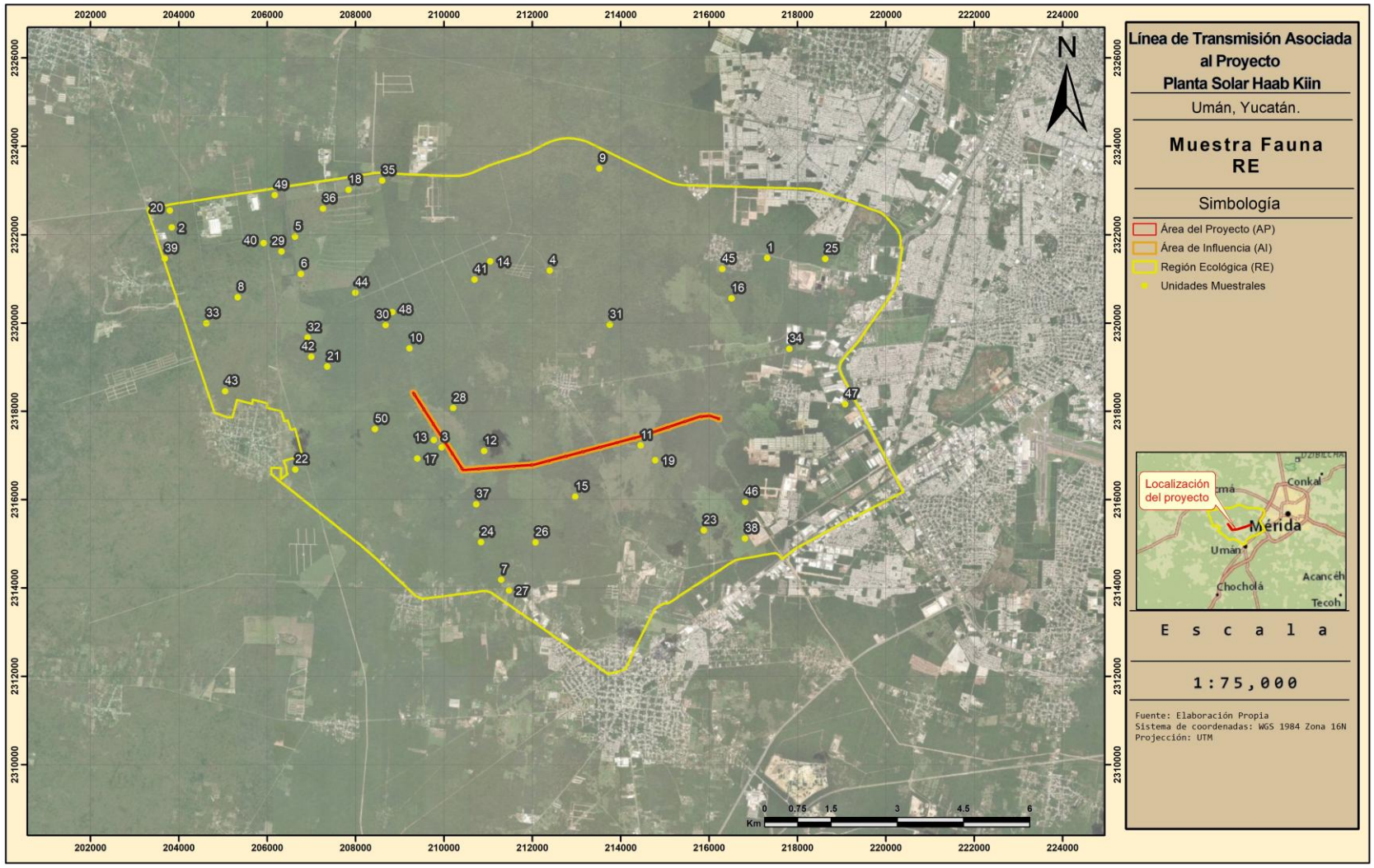


Tabla 66: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del A

Unidades	Norte (X)	Este (Y)
1	214539	2317444
2	213552	2317239
3	212452	2316914
4	210003	2317399
5	210901	2316653
6	215145	2317683
7	215012	2317571
8	209566	2318102
9	214333	2317452
10	212766	2317015
11	211180	2316774
12	213707	2317290
13	210206	2316921
14	209340	2318276
15	209703	2317723
16	214147	2317399
17	212097	2316846
18	214237	2317430
19	212576	2316887
20	213502	2317148
21	214751	2317581
22	213389	2317165
23	211871	2316806
24	211759	2316754
25	212290	2316850
26	209307	2318380
27	209630	2317931
28	215369	2317782
29	210474	2316693
30	212015	2316761
31	211476	2316752
32	210131	2317158
33	212186	2316876
34	214920	2317622
35	213026	2317039
36	211636	2316794
37	209806	2317662
38	209404	2318198

Unidades	Norte (X)	Este (Y)
39	213259	2317143
40	213844	2317256
41	216146	2317878
42	215695	2317822
43	209713	2317827
44	214005	2317267
45	214019	2317373
46	213132	2317111
47	211061	2316695
48	212668	2316986
49	211329	2316786
50	215266	2317695

Consulta Pública

Mapa 39: Ubicación de las unidades muestrales de fauna dentro del AI

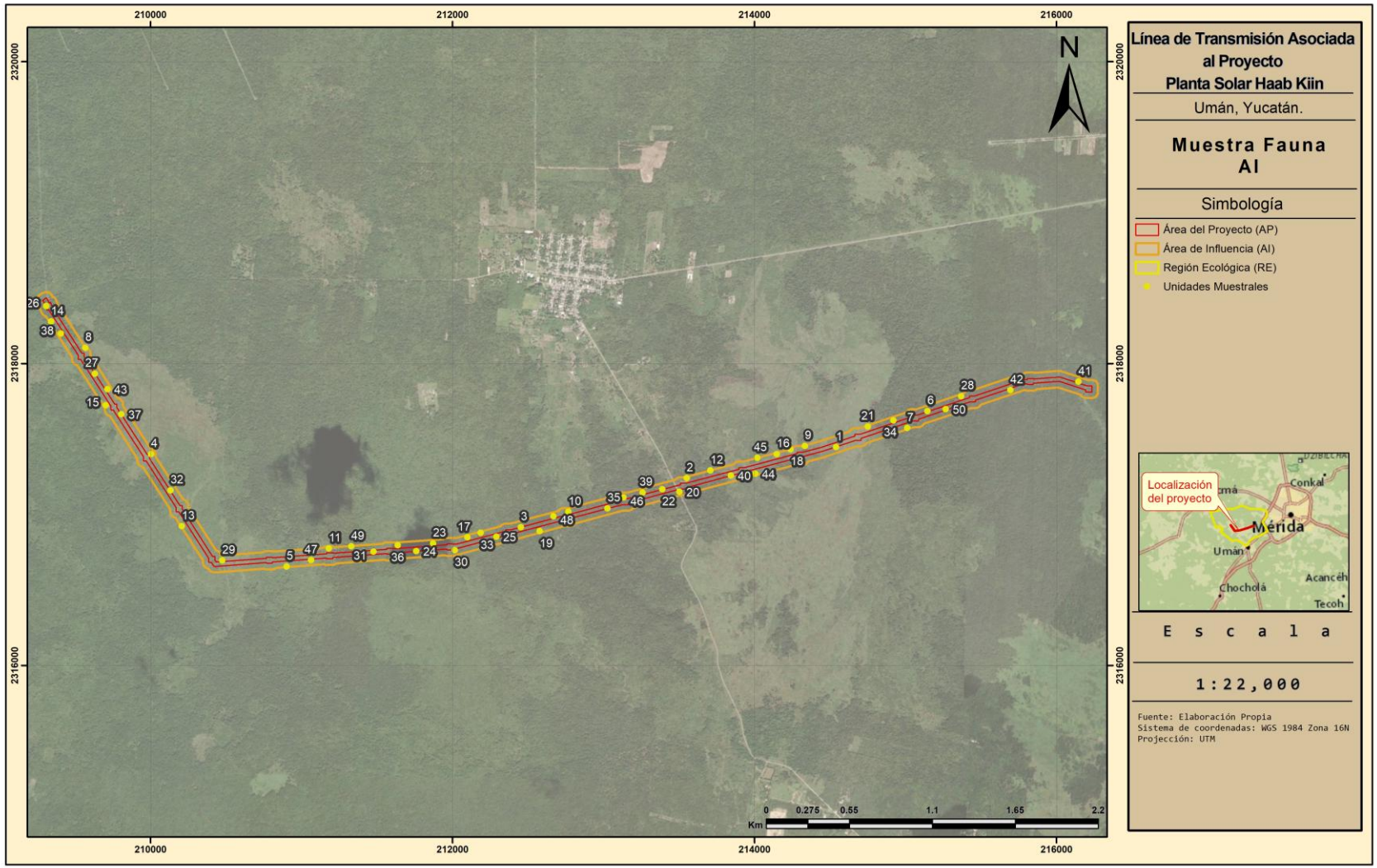
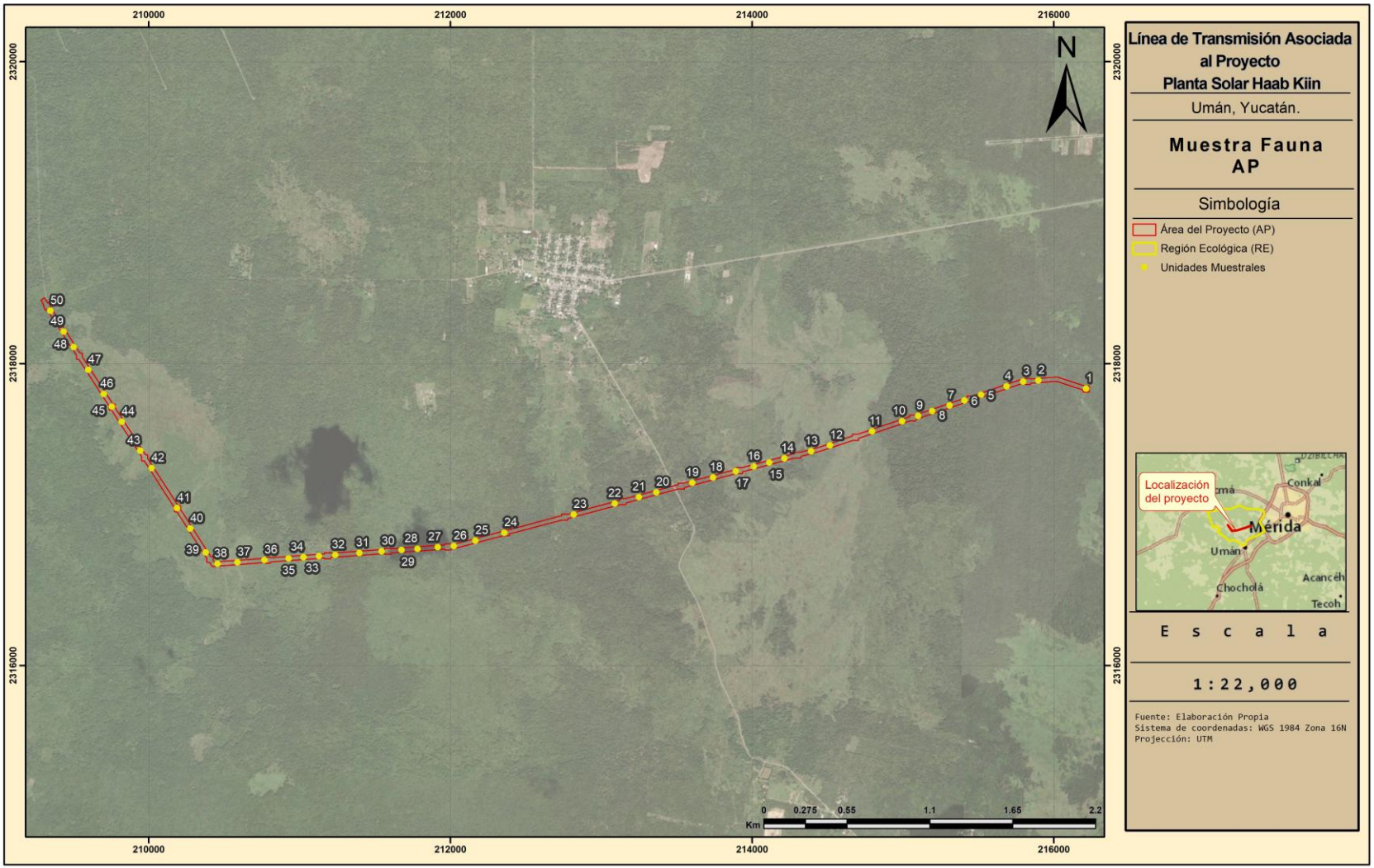


Tabla 67: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AP

Unidades	Norte (X)	Este (Y)
1	216214	2317832
2	215897	2317887
3	215797	2317879
4	215688	2317847
5	215517	2317790
6	215408	2317754
7	215310	2317721
8	215194	2317682
9	215101	2317651
10	214995	2317615
11	214796	2317548
12	214516	2317455
13	214392	2317417
14	214213	2317369
15	214113	2317343
16	214010	2317315
17	213892	2317284
18	213741	2317244
19	213603	2317207
20	213365	2317144
21	213248	2317113
22	213089	2317070
23	212817	2316998
24	212357	2316875
25	212165	2316824
26	212021	2316788
27	211915	2316780
28	211781	2316770
29	211675	2316762
30	211542	2316753
31	211396	2316742
32	211235	2316730
33	211127	2316722
34	211025	2316714
35	210926	2316707
36	210766	2316695
37	210588	2316681
38	210455	2316672
39	210376	2316747
40	210275	2316904
41	210188	2317040
42	210018	2317304
43	209943	2317421
44	209820	2317612
45	209755	2317713
46	209701	2317797
47	209598	2317956
48	209501	2318107
49	209435	2318209
50	209346	2318347

Consulta Pública

Mapa 40: Ubicación de las unidades muestrales de fauna dentro del AP



3.3.10.4.1.1 Curva de acumulación de especies

Una herramienta que permite visualizar el éxito del tamaño de muestra y permite generar una visión grafica del avance en el registro de datos conforme al esfuerzo de muestreo es la curva de acumulación de especies.

En una curva de acumulación de especies, la incorporación de registros de especies al inventario se relaciona estrechamente con el esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies acumuladas. Al inicio, se registran sobre todo especies frecuentes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies menos frecuentes, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero acumulaciones (asíntota) corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona analizada (Colwell et al. 2004; Colwell & Coddington 1994; Gotelli & Colwell 2001; Soberón-M & Llorente-Bousquets 1993).

Las curvas de acumulación permiten:

4) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación,
5) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y
6) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Debido a la enorme potencia de cálculo de los ordenadores actuales y la aplicabilidad de este método tan costoso computacionalmente, el análisis de la curva se realizó por medio del programa estadístico R (R Core Team 2020) por medio de los paquetes BiodiversityR (Kindt & Coe 2005), dismo (Hijmans et al. 2020) y R commander (Fox 2005, 2017; Fox & Bouchet-Valat 2020) los cuales fueron programados para estimar el incremento de especies por unidad muestral con 100 permutaciones; es decir, 100 combinaciones diferentes que permiten estimar el promedio y desviación estándar de la incorporación de especies por sitio de muestreo.

3.3.10.4.1.2 Estimación de especies

Dado que la riqueza de especies (S) depende del tamaño del muestreo, se puede esperar que no todas las especies que ocurren dentro del área de estudio (RE o AP) sean registradas. Es así como han sido desarrollados diferentes métodos para estimar el número total de especies de un área de estudio. Estos métodos dependen de que los sitios muestrales hayan sido levantados al azar. Es importante conocer que un método pueda ser más preciso en una situación y otro método será mejor para una segunda situación, sin embargo, debido a la ausencia de datos para verificar la precisión de extrapolación, no puede ser determinado el mejor método. Es así como con el fin de generar un panorama lo más completo posible acerca de la riqueza especifica estimada, se recomienda el uso de más de uno de ellos, el mejor enfoque es esperar que la riqueza total correcta se encuentre en algún lugar dentro de los rangos dados por cada método.

Consulta Pública

Para la estimación de riqueza de especies se utilizó el mismo programa y paquetes utilizados para el cálculo de la curva de acumulación de especies. Los resultados expresan el cálculo de las fórmulas de Bootstrap (Efron 1987; Smith & van Belle 1984) y Chao (Chao 1987; Chao & Chiu 2016).

3.3.10.4.1.3 Modelo de predicción

De acuerdo con Ochoa-Ochoa y colaboradores (2014), los vertebrados terrestres en México contribuyen de manera distinta a la megadiversidad de México, probablemente debido a las diferencias en la historia biogeográfica y en la percepción de la heterogeneidad ambiental de cada grupo taxonómico. En este sentido, los registros para cada una de las clases fueron considerados aquí para el cálculo de permutaciones y estimación de especies de manera independiente.

3.3.10.4.1.4 Trabajo de gabinete

Con el objetivo de identificar la fauna observada y registrada durante el trabajo de campo, se determinó el material fotográfico con uso información obtenida de trabajos literarios enfocados en la región, así como trabajos monográficos de grupos taxonómicos a nivel familiar o genérico teniendo preferencia por aquellas obras en las que se incluyeran claves taxonómicas. La nomenclatura e identidad de los taxones determinados fue confirmada a través de la herramienta digital Integrated Taxonomic Information System (ITIS 2022).

Se realizó una revisión y comparación exhaustiva de las especies de fauna registradas en el AP, RE y AI con las listadas presentadas en la NOM-059-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2010, 2020) y la Lista Roja de Especies Amenazadas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN 2020) a fin de identificar las especies susceptibles y su categoría de riesgo en ambas superficies.

La NOM-059-SEMARNAT tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, sus categorías se delimitan de la manera siguiente:

- Probablemente extinta en el medio silvestre (E),
- En peligro de extinción (P),
- Amenazadas (A),
- Sujetas a protección especial (Pr).

Por otro lado, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) ha evolucionado para convertirse en la fuente de información más exhaustiva del mundo al respecto del estado de conservación global de especies de animales, hongos y plantas. Las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN constituyen un sistema de fácil comprensión para clasificar especies de alto riesgo de extinción global. Sus categorías se exponen a continuación (IUCN 2012):

- Extinta (EX),
- Extinta en estado silvestre (EW),
- En peligro crítico (CR),
- En peligro (EN),

Consulta Pública

- Vulnerable (VU),
- Casi amenazada (NT),
- Preocupación menor (LC),
- Datos insuficientes (DD),
- No evaluado (NE) (especie no evaluada para ninguna de las otras categorías).

Por último, la CITES agrupa las especies en tres anexos según el grado de amenaza debido al comercio internacional, estos se distinguen por lo siguiente:

- Apéndice I: Incluye todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales.
- Apéndice II: Incluye especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.
- Apéndice III: Incluye especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio.

3.3.10.4.1.5 Parámetros cuantitativos

Índice de valor ecológico

Los parámetros cuantitativos más importantes y usualmente aplicados en la ecología animal son:

4) Número de individuos o densidad,
5) Frecuencia, el número de veces que una especie registrada aparece en las unidades muestrales (presencia o ausencia por unidad), y
6) Actividad.

El índice de valor ecológico (IVE) define cuales de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Este valor se obtiene mediante la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la actividad relativa.

$$Índice\ de\ valor\ ecologico = IVE = Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa + Actividad\ relativa$$

Densidad (= abundancia)

Este parámetro se relaciona con el recuento de individuos por unidad de área. El conteo generalmente se realiza en cada unidad de muestreo y sus repeticiones para la superficie total analizada. Posteriormente, se calcula la suma de los individuos por especie para el área total muestreada, y el resultado se expresa en términos de densidad de especies por unidad de área conveniente, como metro cuadrado, acre o hectárea.

$$Densidad = D = \frac{Total\ del\ no.de\ individuos\ de\ i\ especie\ registrada = ni}{Total\ del\ área\ examinada}\ x\ 100$$

La densidad también se puede expresar como un valor porcentual. Esto se hace dividiendo el número de individuos de una especie dada por el número total de individuos de todas las especies. Por tanto, el porcentaje de densidad es totalmente independiente del área, al

Consulta Pública

menos en su método de cálculo, y en realidad es un término relativo, mejor conocido como densidad relativa.

$$Densidad\ relativa = \frac{No.\,de\ individuos\ de\ la\ especie\ i = ni}{Total\ del\ no.\,de\ individuos\ de\ todas\ las\ especies} x\ 100$$

Este último método se realiza también para el conjunto de las especies de todos los grupos y se denomina Abundancia relativa únicamente para diferenciar el valor de los encontrados para cada clase analizada.

Frecuencia (= balance)

La frecuencia se relaciona con el número de veces que ocurre una especie en un número determinado de unidades de muestreo colocadas repetidamente. Se expresa como una fracción del total, generalmente en porcentaje. No se trata de un conteo, solo un registro de la presencia de especies. La frecuencia es un parámetro cuantitativo mucho más estable que el conteo de individuos o la medición de la cobertura.

$$Frecuencia = F = \frac{No.\,de\ unidades\ de\ muestreo\ en\ los\ que\ la\ especie\ i\ aparece}{Total\ de\ no.\,de\ unidades\ de\ muestreo\ examinadas}\ x\ 100$$

Los valores de frecuencia han sido sometidos a una considerable manipulación. Entre los conceptos que se han introducido se encuentra la suma porcentual de frecuencia, o frecuencia relativa. Este es el valor de frecuencia de una especie dada dividido por el total de los valores de frecuencia para todas las especies.

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ los\ valores\ de\ frecuencia\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

Actividad

Es difícil determinar la actividad de individuos por especie, principalmente porque se necesitaría gran número de días en el lugar. Una manera para determinar si existe mayor o menor actividad de fauna en un área, se puede obtener a través de la consideración de la suma de evidencias directas e indirectas que pueden registrarse durante el tiempo que dure el levantamiento de datos, como es el registro de actividad.

Consulta Pública

Tabla 68: Valores de puntuación asignados a diferentes tipos de evidencia para calcular la ocurrencia.

Tipo de evidencia	Puntaje asignado
Evidencia no ambigua	
Individuos colectados	10
Individuos observados	10
Evidencia de alta calidad	
Huesos	5
Pelos, plumas, escamas	5
Huellas	5
Vocalizaciones	5
Evidencia de baja calidad	
Camas, senderos, nidos	4
Fecas	4
Alimentos consumidos	4

La actividad de registro de cada especie se basa en los datos obtenidos con el valor de ocurrencia. El valor de este índice se obtiene dividiendo la ocurrencia entre el número de observaciones independientes de cada tipo de registro (Boddicker et al. 2002).

$$Actividad = A = \frac{Total\ de\ la\ suma\ de\ ocurrencias\ de\ la\ especie\ i}{Total\ del\ no.\ de\ individuos\ de\ i\ especie\ registrada = ni}\ x\ 100$$

La actividad también se puede expresar de manera relativa. Esto se hace dividiendo el valor de actividad de una especie dada entre la suma de los valores de actividad de todas las especies.

$$Actividad\ relativa = \frac{Actividad\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ los\ valores\ de\ actividad\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

Índices de riqueza especifica

La riqueza específica es un concepto que se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad. un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de una comunidad sea el número total de especies (S). No obstante, es prácticamente imposible registrar todas las especies de una comunidad y, como S depende del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo. Los índices propuestos para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basan en la relación entre S y el número total de individuos observados o N, que se incrementa con el tamaño de la muestra.

Índice de Margalef

El índice de Margalef (D_{Mg}) es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Sherwin & Fornells 2019). Su fórmula es:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln(N + 1)}$$

Consulta Pública

donde:

S = número de especies.

N =número total de individuos.

Los valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad (Magurran 1988).

Índices de diversidad

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad)

Índice de dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson (D_{Si}) considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie (Bouza & Covarrubias 2005; Simpson 1949). Su expresión es:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^{S} {p_i}^2$$

donde:

p_i = proporción entre ni y N.

ni = número de individuos de la especie i.

El índice de dominancia de Simpson muestra resultados entre 0 a 1 en el cual los valores cercanos a 1 explican la dominancia de una especie por sobre las demás; proyectando ecosistemas más homogéneos. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 - D_{Si} (Magurran 1988).

Índice de Shannon-Weaver

El índice de Shannon-Weaver (H') tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Shannon & Weaver 1949). Su fórmula es:

$$H' = -\sum p_i . \ln p_i$$

El índice de Shannon-Weaver adquiere valores entre 0 (cuando hay una sola especie) y el logaritmo neperiano de S (cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos) (Magurran 1988).

Consulta Pública

Números de Hill

Los números de Hill (Hill 1973) son una familia de índices de diversidad que unifican medidas de riqueza de especies, equitatividad y dominancia en términos de "números efectivos de especies" (Lou Jost 2006). Estos índices resuelven problemas de comparabilidad en estudios ecológicos, ya que sus valores representan una escala común de diversidad efectiva (Claudia E. Moreno et al. 2011). Además, Jost (2006) destaca su relación con la entropía (índices de Shannon y Simpson) y su utilidad para interpretar la diversidad verdadera (true diversity). Se calculan como:

$$q_0 = S$$

Donde:

S = riqueza de especies.

$$q_1 = e^{H'}$$

Donde:

e^x = función exponencial natural.

H' = Índice de Shannon.

$$q_2 = {}^{1}/_{\lambda}$$

Donde:

λ = Índice de Simpson.

Los números de Hill tienen diferente interpretación, de tal manera que cada número nos habla de una propiedad diferente de aves que se está estudiado. Dichas propiedades son las siguientes:

q_0: nos indica la riqueza total de especies.

q_1: nos indica las especies que son abundantes.

q_2: nos habla de las especies que son dominantes.

De tal forma que con este índice se pueden determinar cuántas especies son dominantes, muy abundantes, así como estimar las especies raras, infrecuentes o difíciles de registrar.

Índice de equitabilidad

Si todas las especies en una muestra muestran la misma abundancia el índice usado para medir la de equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

Índice de Pielou

El índice de Pielou (J') se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Pielou 1975).

Consulta Pública

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

donde:

H'_{max} = logaritmo natural de S

Su valor puede variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988).

Índices de similitud

Los índices o indicadores de similitud permiten cuantificar las variaciones que ocurren en la estructura de una o varias comunidades, en este caso, permiten generar una comparación de variables entre la comunidad de fauna del AP y la presente en la RE-AI. Existen dos tipos, los cualitativos, que consideran el número de especies presentes y las especies comunes en ambas comunidades, sin tomar en cuenta la abundancia particular de cada especie (Sørensen-Dice y Jaccard) y los cuantitativos que incluyen esta última variable (Morisita y Horn).

Índice de Sørensen-Dice

El índice de Sørensen-Dice (G) compara dos comunidades en función del número de especies que posee cada una de ellas y el número de especies comunes entre ellas (Dice 1945; Sørensen 1948). Su fórmula corresponde a la siguiente:

$$G = \frac{2S_{12}}{S_1 + S_2} * 100$$

donde:

S_1 = número de especies en el ensamble 1 (AP)

S_2 = número de especies en el ensamble 2 (RE-AI)

S_{12} = número de especies compartidas entre el ensamble 1 y 2

El resultado final se expresa en un porcentaje de similitud.

Índice de Jaccard

El índice de Jaccard (L) evalúa las mismas variables evaluadas por el índice de Sørensen-Dice (Jaccard 1908). Su fórmula es:

$$L = \frac{S_{12}}{S_1 + S_2 - S_{12}} * 100$$

De igual manera que el índice anterior, el resultado final se expresa en porcentaje de similitud.

Índice de Morisita

Consulta Pública

El índice de Morisita (I_σ) se basa en el índice de dominancia de Simpson, y se determina mediante la siguiente formula (Morisita 1962):

$$I_\sigma = \frac{2\sum(ni_1\ ni_2)}{(D_{Si1} + D_{Si2})\ N_1\ N_2}$$

donde:

ni_1 = número de individuos de la especie i en el ensamble 1 (AP).

ni_2 = número de individuos de la especie i en el ensamble 2 (RE-AI).

D_{Si1} = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 1 (AP).

D_{Si2} = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 2 (RE-AI).

N_1 =número total de individuos en el ensamble 1 (AP).

N_2 =número total de individuos en el ensamble 2 (RE-AI).

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando son idénticas.

Índice de Horn

El índice de Horn (Ro) tiene base en el índice de diversidad de Shannon-Weaver, el procedimiento es laborioso y consiste en las siguientes etapas:

5. Determinar el índice de Shannon-Weaver para cada comunidad (H'_1, H'_2)
6. Calcular el mismo índice para los datos agrupados como si fueran una misma comunidad (H'_3). Este valor disminuye cuando las comunidades son similares y crece cuando son diferentes.
7. Determinar el valor del mismo índice considerando que todas las especies de ambas comunidades son distintas, es decir, como si no existieran especies comunes entre las dos comunidades (H'_4).
8. Determinar el índice de Shannon-Weaver promedio (H'_5) entre H'_1 y H'_2, ponderados con sus respectivos N_1 y N_2 de cada comunidad.

El índice se determina mediante la siguiente relación:

$$Ro = \frac{H'_4 - H'_3}{H'_4 - H'_5}$$

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando más parecidas. Debido al alto esfuerzo de cálculo de este índice, se utilizó el programa PAST (Hammer et al. 2001) para encontrar el resultado para cada agrupación analizada.

Consulta Pública

3.3.10.4.2 Resultados

Tabla 69 Listado de fauna potencial de vertebrados terrestres

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Accipitriformes	*Astur bicolor*	Gavilán bicolor	A	LC
Accipitriformes	*Astur cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr	LC
Accipitriformes	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr	LC
Accipitriformes	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Pr	LC
Accipitriformes	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	sc	LC
Accipitriformes	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	sc	LC
Accipitriformes	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	sc	LC
Accipitriformes	*Buteo platypterus*	Aguililla alas anchas	Pr	LC
Accipitriformes	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr	LC
Accipitriformes	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	Pr	LC
Accipitriformes	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán Pico de Gancho	Pr	LC
Accipitriformes	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	sc	LC
Accipitriformes	*Elanoides forficatus*	Milano tijereta	Pr	LC
Accipitriformes	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	sc	LC
Accipitriformes	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla cola blanca	Pr	LC
Accipitriformes	*Geranospiza caerulescens*	Gavilán zancón	A	LC
Accipitriformes	*Harpagus bidentatus*	Gavilán bidentado	Pr	LC
Accipitriformes	*Ictinia mississippiensis*	Milano de Mississippi	Pr	LC
Accipitriformes	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	sc	LC
Accipitriformes	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán caracolero	Pr	LC
Accipitriformes	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	sc	LC
Anseriformes	*Anas crecca*	Cerceta alas verdes	sc	LC
Anseriformes	*Anas platyrhynchos*	Pato norteño	sc	LC
Anseriformes	*Anser anser*	Ganso común	sc	NE
Anseriformes	*Anser caerulescens*	Ganso blanco	sc	LC
Anseriformes	*Aythya affinis*	Pato Boludo Menor	sc	LC
Anseriformes	*Aythya collaris*	Pato pico anillado	sc	LC
Anseriformes	*Aythya marila*	Pato boludo mayor	sc	LC
Anseriformes	*Cairina moschata*	Pato real	P	LC
Anseriformes	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	sc	LC
Anseriformes	*Dendrocygna bicolor*	Pijije canelo	sc	LC
Anseriformes	*Mareca americana*	Pato chalcuán	sc	LC
Anseriformes	*Spatula clypeata*	Pato cucharón norteño	sc	LC
Anseriformes	*Spatula discors*	Cerceta alas azules	sc	LC
Anura	*Dendropsophus microcephalus*	Rana de árbol amarilla	sc	LC
Anura	*Eleutherodactylus planirostris*	Rana chirriadora de invernadero	sc	NE

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Anura	*Hypopachus barberi*	Rana ovejera	sc	NT
Anura	*Hypopachus variolosus*	Rana termitera	sc	LC
Anura	*Incilius valliceps*	Sapo costero	sc	LC
Anura	*Leptodactylus fragilis*	Rana de bigotes	sc	LC
Anura	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca	sc	LC
Anura	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Pr	LC
Anura	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	Pr	LC
Anura	*Lithobates pipiens*	Rana leopardo norteña	sc	NE
Anura	*Lithobates pustulosus*	Rana de rayas blancas	Pr	LC
Anura	*Lithobates vaillanti*	Rana de Vaillant	sc	LC
Anura	*Rheohyla miotympanum*	Calates	sc	LC
Anura	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	sc	LC
Anura	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo excavador mexicano	Pr	LC
Anura	*Scinax staufferi*	Rana arborícola trompuda	sc	LC
Anura	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	sc	LC
Anura	*Trachycephalus typhonius*	Rana arborícola lechosa	sc	NE
Anura	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana Arborícola Vermiculada	sc	LC
Anura	*Triprion petasatus*	Rana cabeza de pala	Pr	LC
Apodiformes	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	sc	LC
Apodiformes	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo	sc	LC
Apodiformes	*Anthracothorax prevostii*	Colibrí garganta negra	sc	LC
Apodiformes	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	sc	LC
Apodiformes	*Chaetura pelagica*	Vencejo de Chimenea	sc	VU
Apodiformes	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux	sc	LC
Apodiformes	*Chlorestes candida*	Colibrí cándido	sc	LC
Apodiformes	*Chlorestes eliciae*	Zafiro garganta azul	sc	LC
Apodiformes	*Cynanthus canivetii*	Esmeralda tijereta	sc	LC
Apodiformes	*Doricha eliza*	Colibrí tijereta mexicano	P	NT
Apodiformes	*Pampa curvipennis*	Fandanguero mexicano	sc	LC
Artiodactyla	*Dicotyles crassus*	Pecarí de collar del sur	sc	NE
Artiodactyla	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	sc	LC
Artiodactyla	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	sc	LC
Artiodactyla	*Sus scrofa*	Jabalí europeo	sc	NE
Caprimulgiformes	*Antrostomus badius*	Tapacaminos Yucateco	sc	LC
Caprimulgiformes	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	sc	LC
Caprimulgiformes	*Chordeiles minor*	Chotacabras zumbón	sc	LC
Caprimulgiformes	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	sc	LC
Caprimulgiformes	*Nyctiphrynus yucatanicus*	Tapacaminos Huil	sc	LC
Carnivora	*Canis latrans*	Coyote	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Carnivora	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo de espalda blanca sureño	sc	LC
Carnivora	*Felis catus*	Gato doméstico	sc	NE
Carnivora	*Galictis vittata*	Grisón	A	LC
Carnivora	*Herpailurus yagouaroundi*	Yaguarundí	A	LC
Carnivora	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	P	NT
Carnivora	*Lontra longicaudis*	Nutria de río	sc	NT
Carnivora	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	sc	LC
Carnivora	*Nasua narica*	Coatí	sc	LC
Carnivora	*Neogale frenata*	Comadreja cola larga	sc	LC
Carnivora	*Procyon lotor*	Mapache	sc	LC
Carnivora	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado sureño	sc	LC
Carnivora	*Spilogale putorius*	Zorrillo manchado común	sc	VU
Carnivora	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	sc	LC
Cathartiformes	*Cathartes aura*	Zopilote aura	sc	LC
Cathartiformes	*Cathartes burrovianus*	Zopilote sabanero	Pr	LC
Cathartiformes	*Coragyps atratus*	Zopilote común	sc	LC
Caudata	*Bolitoglossa yucatana*	Salamandra lengua de hongo yucateca	Pr	LC
Charadriiformes	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	sc	LC
Charadriiformes	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras rojizo	sc	LC
Charadriiformes	*Bartramia longicauda*	Zarapito ganga	sc	LC
Charadriiformes	*Calidris alba*	Playero blanco	sc	LC
Charadriiformes	*Calidris canutus*	Playero rojo	sc	NT
Charadriiformes	*Calidris fuscicollis*	Playero rabadilla blanca	sc	LC
Charadriiformes	*Calidris himantopus*	Playero zancón	sc	LC
Charadriiformes	*Calidris mauri*	Playero Occidental	A	LC
Charadriiformes	*Calidris melanotos*	Playero Pectoral	sc	LC
Charadriiformes	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	sc	LC
Charadriiformes	*Calidris pusilla*	Playero semipalmeado	sc	NT
Charadriiformes	*Calidris subruficollis*	Playero ocre	sc	NT
Charadriiformes	*Charadrius nivosus*	Chorlo nevado	A	NT
Charadriiformes	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado	sc	LC
Charadriiformes	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	sc	LC
Charadriiformes	*Charadrius wilsonia*	Chorlo pico grueso	sc	LC
Charadriiformes	*Chlidonias niger*	Charrán negro	sc	LC
Charadriiformes	*Gallinago delicata*	Agachona Norteamericana	sc	LC
Charadriiformes	*Gelochelidon nilotica*	Charrán pico grueso	sc	LC
Charadriiformes	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	sc	LC
Charadriiformes	*Hydroprogne caspia*	Charrán de caspio	sc	LC
Charadriiformes	*Jacana spinosa*	Jacana norteña	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Charadriiformes	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	sc	LC
Charadriiformes	*Leucophaeus pipixcan*	Gaviota de Franklin	sc	LC
Charadriiformes	*Limnodromus griseus*	Costurero pico corto	sc	LC
Charadriiformes	*Limnodromus scolopaceus*	Costurero pico largo	sc	LC
Charadriiformes	*Phalaropus tricolor*	Falaropo pico largo	sc	LC
Charadriiformes	*Pluvialis dominica*	Chorlo dorado americano	sc	LC
Charadriiformes	*Pluvialis squatarola*	Chorlo gris	sc	LC
Charadriiformes	*Recurvirostra americana*	Avoceta americana	sc	LC
Charadriiformes	*Rynchops niger*	Rayador americano	sc	LC
Charadriiformes	*Thalasseus maximus*	Charrán real	sc	LC
Charadriiformes	*Thalasseus sandvicensis*	Charrán de sandwich	sc	LC
Charadriiformes	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor	sc	LC
Charadriiformes	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla mayor	sc	LC
Charadriiformes	*Tringa semipalmata*	Playero pihuiuí	sc	LC
Charadriiformes	*Tringa solitaria*	Playero solitario	sc	LC
Chiroptera	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero	sc	LC
Chiroptera	*Artibeus lituratus*	Murciélago frugívoro gigante	sc	LC
Chiroptera	*Balantiopteryx plicata*	Murciélago gris de saco	sc	LC
Chiroptera	*Carollia sowelli*	Murciélago frugívoro de cola corta	sc	LC
Chiroptera	*Centurio senex*	Murciélago cara arrugada	sc	LC
Chiroptera	*Chrotopterus auritus*	Vampiro falso lanudo	A	LC
Chiroptera	*Corynorhinus mexicanus*	Murciélago mula mexicano	sc	NT
Chiroptera	*Desmodus rotundus*	Murciélago vampiro	sc	LC
Chiroptera	*Diphylla ecaudata*	Vampiro pata peluda	sc	LC
Chiroptera	*Eumops bonariensis*	Moloso orejas anchas pardo	sc	LC
Chiroptera	*Eumops ferox*	Murciélago con bonete	sc	LC
Chiroptera	*Eumops nanus*	Murciélago con bonete	Pr	LC
Chiroptera	*Eumops underwoodi*	Murciélago con bonete de Underwood	sc	LC
Chiroptera	*Glossophaga leachii*	Murciélago gris de lengua larga	sc	LC
Chiroptera	*Glossophaga soricina*	Murciélago lengüetón	sc	LC
Chiroptera	*Lasiurus ega*	Murciélago cola peluda amarillo	sc	LC
Chiroptera	*Lasiurus frantzii*	Murciélago rojo	sc	LC
Chiroptera	*Lasiurus intermedius*	Murciélago cola peluda norteño	sc	LC
Chiroptera	*Lasiurus xanthinus*	Murciélago amarillo del Oeste	sc	LC
Chiroptera	*Macrotus waterhousii*	Murciélago orejón mexicano	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Chiroptera	*Micronycteris microtis*	Murciélago orejón brasileño	sc	LC
Chiroptera	*Micronycteris schmidtorum*	Murciélago orejón centroamericano	A	LC
Chiroptera	*Mimon bennettii*	Murciélago lanza grande	sc	NE
Chiroptera	*Mimon cozumelae*	Murciélago lanza de Cozumel	A	LC
Chiroptera	*Molossus alvarezi*	Murciélago mastín de Alvarez	sc	DD
Chiroptera	*Molossus molossus*	Murciélago mastín común	sc	LC
Chiroptera	*Molossus nigricans*	Murciélago mastín negro	sc	LC
Chiroptera	*Molossus rufus*	Murciélago mastín negro	sc	LC
Chiroptera	*Molossus sinaloae*	Murciélago mastín de Sinaloa	sc	LC
Chiroptera	*Mormoops megalophylla*	Murciélago-barba arrugada	sc	LC
Chiroptera	*Myotis keaysi*	Miotis de piernas peludas	sc	NE
Chiroptera	*Myotis pilosatibialis*	Miotis pata peluda	sc	LC
Chiroptera	*Natalus mexicanus*	Murciélago orejas de embudo	sc	LC
Chiroptera	*Natalus stramineus*	Murciélago mexicano oreja de embudo	sc	NE
Chiroptera	*Neoeptesicus furinalis*	Murciélago moreno argentino	sc	LC
Chiroptera	*Nyctinomops laticaudatus*	Murciélago cola suelta ancha	sc	LC
Chiroptera	*Peropteryx macrotis*	Murciélago perro menor	sc	LC
Chiroptera	*Promops centralis*	Murciélago mastín mayor	sc	LC
Chiroptera	*Pteronotus fulvus*	Murciélago lomo pelón menor	sc	LC
Chiroptera	*Pteronotus mesoamericanus*	Murciélago bigotudo mesoamericano	sc	LC
Chiroptera	*Rhogeessa aenea*	Murciélago amarillo yucateco	sc	LC
Chiroptera	*Rhogeessa tumida*	Murciélago amarillo ala negra	sc	LC
Chiroptera	*Sturnira lilium*	Murciélago de charreteras menor	sc	NE
Chiroptera	*Sturnira parvidens*	Murciélago de charreteras menor	sc	LC
Ciconiiformes	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Pr	LC
Cingulata	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	sc	LC
Columbiformes	*Claravis pretiosa*	Tórtola azul	sc	LC
Columbiformes	*Columba livia*	Paloma Doméstica	sc	LC
Columbiformes	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Columbiformes	*Columbina minuta*	Tortolita pecholiso	sc	LC
Columbiformes	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	sc	LC
Columbiformes	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	sc	LC
Columbiformes	*Geotrygon montana*	Paloma canela	sc	LC
Columbiformes	*Leptotila jamaicensis*	Paloma caribeña	sc	LC
Columbiformes	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	sc	LC
Columbiformes	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada	sc	LC
Columbiformes	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	sc	LC
Columbiformes	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	sc	LC
Columbiformes	*Zenaida aurita*	Huilota caribeña	Pr	LC
Columbiformes	*Zenaida macroura*	Huilota Común	sc	LC
Coraciiformes	*Chloroceryle aenea*	Martín pescador enano	sc	LC
Coraciiformes	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	sc	LC
Coraciiformes	*Eumomota superciliosa*	Momoto cejas azules	sc	LC
Coraciiformes	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño	sc	LC
Coraciiformes	*Momotus lessonii*	Momoto Corona Negra	sc	LC
Crocodylia	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	Pr	LC
Cuculiformes	*Coccyzus americanus*	Cuclillo pico amarillo	sc	LC
Cuculiformes	*Coccyzus erythropthalmus*	Cuclillo pico negro	sc	LC
Cuculiformes	*Coccyzus minor*	Cuclillo manglero	sc	LC
Cuculiformes	*Crotophaga ani*	Garrapatero pico liso	sc	LC
Cuculiformes	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	sc	LC
Cuculiformes	*Dromococcyx phasianellus*	Cuclillo faisán	sc	LC
Cuculiformes	*Geococcyx velox*	Correcaminos tropical	sc	LC
Cuculiformes	*Piaya cayana*	Cuclillo canelo	sc	LC
Didelphimorphia	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	sc	LC
Didelphimorphia	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	sc	LC
Didelphimorphia	*Tlacuatzin canescens*	Tlacuache ratón gris	sc	LC
Falconiformes	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos	sc	LC
Falconiformes	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	sc	LC
Falconiformes	*Falco femoralis*	Halcón fajado	A	LC
Falconiformes	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	LC
Falconiformes	*Falco rufigularis*	Halcón murcielaguero	sc	LC
Falconiformes	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	sc	LC
Falconiformes	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco	sc	LC
Falconiformes	*Micrastur semitorquatus*	Halcón selvático de collar	Pr	LC
Galliformes	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca	sc	LC
Galliformes	*Dactylortyx thoracicus*	Codorniz silbadora	Pr	LC
Galliformes	*Meleagris ocellata*	Pavo o guajolote ocelado	A	NT
Galliformes	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Gruiformes	*Aramides albiventris*	Rascón nuca canela	sc	LC
Gruiformes	*Aramides axillaris*	Rascón cuello canela	A	LC
Gruiformes	*Aramus guarauna*	Carrao	A	LC
Gruiformes	*Fulica americana*	Gallareta americana	sc	LC
Gruiformes	*Gallinula galeata*	Gallineta Frente Roja	sc	LC
Gruiformes	*Laterallus ruber*	Polluela canela	sc	LC
Gruiformes	*Porphyrio martinicus*	Gallineta morada	sc	LC
Gruiformes	*Porzana carolina*	Polluela Sora	sc	LC
Gruiformes	*Rallus crepitans*	Rascón costero del Atlántico	A	LC
Lagomorpha	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	sc	LC
Nyctibiiformes	*Nyctibius jamaicensis*	Pájaro Estaca Norteño	sc	LC
Passeriformes	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	sc	LC
Passeriformes	*Amblycercus holosericeus*	Cacique pico claro	sc	LC
Passeriformes	*Ammodramus savannarum*	Gorrión chapulín	sc	LC
Passeriformes	*Anthus rubescens*	Bisbita norteamericana	sc	LC
Passeriformes	*Arremonops chloronotus*	Rascador dorso verde	sc	LC
Passeriformes	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	sc	LC
Passeriformes	*Attila spadiceus*	Mosquero Atila	sc	LC
Passeriformes	*Bombycilla cedrorum*	Chinito	sc	LC
Passeriformes	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	sc	LC
Passeriformes	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P	NT
Passeriformes	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	sc	LC
Passeriformes	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	sc	LC
Passeriformes	*Catharus fuscescens*	Zorzal Canelo	sc	LC
Passeriformes	*Catharus guttatus*	Zorzal Cola Canela	sc	LC
Passeriformes	*Catharus minimus*	Zorzal cara gris	sc	LC
Passeriformes	*Catharus ustulatus*	Zorzal de Anteojos	sc	LC
Passeriformes	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	sc	LC
Passeriformes	*Contopus cinereus*	Papamosca tropical	sc	LC
Passeriformes	*Contopus cooperi*	Papamoscas boreal	sc	NT
Passeriformes	*Contopus virens*	Papamoscas del Este	sc	LC
Passeriformes	*Corthylio calendula*	Reyesuelo matraquita	sc	LC
Passeriformes	*Cyanerpes cyaneus*	Mielero patas rojas	sc	LC
Passeriformes	*Cyanocompsa parellina*	Colorín azulnegro	sc	LC
Passeriformes	*Cyanocorax morio*	Chara pea	sc	LC
Passeriformes	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	sc	LC
Passeriformes	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	sc	LC
Passeriformes	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón cejas canela	sc	LC
Passeriformes	*Dendrocincla anabatina*	Trepatroncos sepia	Pr	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Passeriformes	*Dendrocincla homochroa*	Trepatroncos canelo	sc	LC
Passeriformes	*Dendrocolaptes sanctithomae*	Trepatroncos barrado	Pr	LC
Passeriformes	*Dives dives*	Tordo cantor	sc	LC
Passeriformes	*Dolichonyx oryzivorus*	Tordo arrocero	sc	LC
Passeriformes	*Driophlox fuscicauda*	Pitanga hormiguera garganta roja	sc	LC
Passeriformes	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	sc	LC
Passeriformes	*Elaenia flavogaster*	Mosquero Elenia copetón	sc	LC
Passeriformes	*Empidonax flaviventris*	Papamoscas Vientre Amarillo	sc	LC
Passeriformes	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	sc	LC
Passeriformes	*Empidonax virescens*	Papamoscas Verdoso	sc	LC
Passeriformes	*Eucometis penicillata*	Tangara cabeza gris	Pr	LC
Passeriformes	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra mesoamericana	sc	LC
Passeriformes	*Euphonia hirundinacea*	Eufonia garganta amarilla	sc	LC
Passeriformes	*Geothlypis formosa*	Chipe patilludo	sc	LC
Passeriformes	*Geothlypis philadelphia*	Chipe de pechera	sc	LC
Passeriformes	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita pico grueso	sc	LC
Passeriformes	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	sc	LC
Passeriformes	*Granatellus sallaei*	Granatelo yucateco	sc	LC
Passeriformes	*Helmitheros vermivorum*	Chipe gusanero	sc	LC
Passeriformes	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	sc	LC
Passeriformes	*Hylocichla mustelina*	Zorzal Moteado	sc	LC
Passeriformes	*Icteria virens*	Chipe Grande	sc	LC
Passeriformes	*Icterus auratus*	Calandria dorso naranja	sc	LC
Passeriformes	*Icterus chrysater*	Calandria dorso amarillo	sc	LC
Passeriformes	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	sc	LC
Passeriformes	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore	sc	LC
Passeriformes	*Icterus gularis*	Calandria dorso negro mayor	sc	LC
Passeriformes	*Icterus mesomelas*	Calandria cola amarilla	sc	LC
Passeriformes	*Icterus prosthemelas*	Calandria caperuza negra	sc	LC
Passeriformes	*Icterus spurius*	Calandria castaña	sc	LC
Passeriformes	*Leiothlypis celata*	Chipe oliváceo	sc	LC
Passeriformes	*Leiothlypis peregrina*	Chipe peregrino	sc	LC
Passeriformes	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe cabeza gris	sc	LC
Passeriformes	*Limnothlypis swainsonii*	Chipe corona café	Pr	LC
Passeriformes	*Lonchura malacca*	Capuchino tricolor asiático	sc	NR

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Passeriformes	*Lonchura punctulata*	Capuchino pecho escamoso	sc	LC
Passeriformes	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	sc	LC
Passeriformes	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador negro	Pr	LC
Passeriformes	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	sc	LC
Passeriformes	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical	sc	LC
Passeriformes	*Mitrephanes phaeocercus*	Papamoscas copetón	sc	LC
Passeriformes	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	sc	LC
Passeriformes	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	sc	LC
Passeriformes	*Myiarchus crinitus*	Papamoscas viajero	sc	LC
Passeriformes	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	sc	LC
Passeriformes	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	sc	LC
Passeriformes	*Myiarchus yucatanensis*	Papamoscas yucateco	sc	LC
Passeriformes	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas rayado común	sc	LC
Passeriformes	*Myiodynastes maculatus*	Papamoscas rayado cheje	sc	LC
Passeriformes	*Myiopagis viridicata*	Mosquerito Verdoso	sc	LC
Passeriformes	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	sc	LC
Passeriformes	*Oncostoma cinereigulare*	Mosquerito pico curvo	sc	LC
Passeriformes	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	sc	LC
Passeriformes	*Pachyramphus major*	Cabezón Mexicano	sc	LC
Passeriformes	*Pachysylvia decurtata*	Vireocillo Cabeza Gris	Pr	LC
Passeriformes	*Parkesia motacilla*	Chipe arroyero	sc	LC
Passeriformes	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero	sc	LC
Passeriformes	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero	sc	LC
Passeriformes	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	sc	LC
Passeriformes	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Pr	LC
Passeriformes	*Passerina cyanea*	Colorín azul	sc	LC
Passeriformes	*Petrochelidon fulva*	Golondrina pueblera	sc	LC
Passeriformes	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina risquera	sc	LC
Passeriformes	*Peucaea botterii*	Zacatonero de Botteri	sc	LC
Passeriformes	*Peucaea carpalis*	Zacatonero hombros canela	sc	LC
Passeriformes	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	sc	LC
Passeriformes	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared moteado	sc	LC
Passeriformes	*Piranga ludoviciana*	Piranga capucha roja	sc	LC
Passeriformes	*Piranga olivacea*	Piranga escarlata	sc	LC
Passeriformes	*Piranga roseogularis*	Piranga yucateca	sc	LC
Passeriformes	*Piranga rubra*	Piranga roja	sc	LC
Passeriformes	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común	sc	LC
Passeriformes	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca	sc	NR
Passeriformes	*Polioptila bilineata*	Perlita cejas blancas	Pr	NR
Passeriformes	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgrís	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Passeriformes	*Progne chalybea*	Golondrina Pecho Gris	sc	LC
Passeriformes	*Progne subis*	Golondrina azulnegra	sc	LC
Passeriformes	*Protonotaria citrea*	Chipe dorado	sc	LC
Passeriformes	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	sc	LC
Passeriformes	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	sc	LC
Passeriformes	*Ramphocaenus melanurus*	Saltón picudo	sc	LC
Passeriformes	*Riparia riparia*	Golondrina ribereña	sc	LC
Passeriformes	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de rocas	sc	LC
Passeriformes	*Saltator atriceps*	Saltador cabeza Negra	sc	LC
Passeriformes	*Saltator grandis*	Saltador gris Mesoamericano	sc	LC
Passeriformes	*Sayornis phoebe*	Papamoscas fibí	sc	LC
Passeriformes	*Seiurus aurocapilla*	Chipe suelero	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga caerulescens*	Chipe azulnegro	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga castanea*	Chipe castaño	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga cerulea*	Chipe celeste	sc	NT
Passeriformes	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga discolor*	Chipe de pradera	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga fusca*	Chipe garganta naranja	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga magnolia*	Chipe de magnolias	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogris	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga palmarum*	Chipe playero	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga pensylvanica*	Chipe flancos castaños	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga pinus*	Chipe pinero	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga ruticilla*	Pavito migratorio	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga striata*	Chipe cabeza negra	sc	NT
Passeriformes	*Setophaga tigrina*	Chipe atigrado	sc	LC
Passeriformes	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	sc	LC
Passeriformes	*Sittasomus griseicapillus*	Trepatroncos cabeza gris	sc	LC
Passeriformes	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	sc	LC
Passeriformes	*Spiza americana*	Arrocero americano	sc	LC
Passeriformes	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	sc	LC
Passeriformes	*Sporophila morelleti*	Semillero de collar	sc	LC
Passeriformes	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	sc	LC
Passeriformes	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile	sc	NT
Passeriformes	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	sc	LC
Passeriformes	*Tachycineta bicolor*	Golondrina bicolor	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Passeriformes	*Thamnophilus doliatus*	Batará barrado	sc	LC
Passeriformes	*Thraupis abbas*	Tangara alas amarillas	sc	LC
Passeriformes	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgrís	sc	LC
Passeriformes	*Thryothorus ludovicianus*	Saltapared de Carolina	sc	LC
Passeriformes	*Tiaris olivaceus*	Semillero oliváceo	sc	LC
Passeriformes	*Tityra inquisitor*	Titira pico negro	sc	LC
Passeriformes	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	sc	LC
Passeriformes	*Todirostrum cinereum*	Mosquerito espatulilla común	sc	LC
Passeriformes	*Tolmomyias sulphurescens*	Mosquerito Ojos Blancos	sc	LC
Passeriformes	*Troglodytes aedon*	Saltapared común	sc	LC
Passeriformes	*Troglodytes musculus*	Saltapared común sureño	sc	NR
Passeriformes	*Turdus grayi*	Mirlo café	sc	LC
Passeriformes	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	sc	LC
Passeriformes	*Tyrannus couchii*	Tirano Cuir	sc	LC
Passeriformes	*Tyrannus dominicensis*	Tirano gris	sc	LC
Passeriformes	*Tyrannus forficatus*	Tirano tijereta rosado	sc	LC
Passeriformes	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	sc	LC
Passeriformes	*Tyrannus savana*	Tirano Tijereta Gris	sc	LC
Passeriformes	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro	sc	LC
Passeriformes	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	sc	LC
Passeriformes	*Uropsila leucogastra*	Saltapared Vientre Blanco	sc	LC
Passeriformes	*Vermivora chrysoptera*	Chipe alas amarillas	sc	NT
Passeriformes	*Vermivora cyanoptera*	Chipe Alas Azules	sc	LC
Passeriformes	*Vireo flavifrons*	Vireo Garganta Amarilla	sc	LC
Passeriformes	*Vireo flavoviridis*	Vireo verdeamarillo	sc	LC
Passeriformes	*Vireo gilvus*	Vireo gorjeador	sc	LC
Passeriformes	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	sc	LC
Passeriformes	*Vireo magister*	Vireo yucateco	sc	LC
Passeriformes	*Vireo olivaceus*	Vireo Ojos Rojos	sc	LC
Passeriformes	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	LC
Passeriformes	*Vireo philadelphicus*	Vireo de Filadelfia	sc	LC
Passeriformes	*Vireo solitarius*	Vireo anteojillo	sc	LC
Passeriformes	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	sc	LC
Passeriformes	*Xanthocephalus xanthocephalus*	Tordo cabeza amarilla	sc	LC
Passeriformes	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo	sc	LC
Passeriformes	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	sc	LC
Pelecaniformes	*Ardea alba*	Garza blanca	sc	LC
Pelecaniformes	*Ardea herodias*	Garza morena	sc	LC
Pelecaniformes	*Ardea ibis*	Garza ganadera occidental	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Pelecaniformes	*Botaurus lentiginosus*	Avetoro norteño	A	LC
Pelecaniformes	*Butorides virescens*	Garcita Verde	sc	LC
Pelecaniformes	*Cochlearius cochlearius*	Garza cucharón	sc	LC
Pelecaniformes	*Egretta caerulea*	Garceta Azul	sc	LC
Pelecaniformes	*Egretta rufescens*	Garza Rojiza	P	NT
Pelecaniformes	*Egretta thula*	Garza dedos dorados	sc	LC
Pelecaniformes	*Egretta tricolor*	Garza Tricolor	sc	LC
Pelecaniformes	*Eudocimus albus*	Ibis Blanco	sc	LC
Pelecaniformes	*Ixobrychus exilis*	Avetoro Menor	Pr	LC
Pelecaniformes	*Nyctanassa violacea*	Garza Nocturna Corona Clara	sc	LC
Pelecaniformes	*Nycticorax nycticorax*	Garza Nocturna Corona Negra	sc	LC
Pelecaniformes	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano blanco Americano	sc	LC
Pelecaniformes	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	sc	LC
Pelecaniformes	*Platalea ajaja*	Espátula rosada	sc	LC
Pelecaniformes	*Plegadis chihi*	Ibis ojos rojos	sc	LC
Pelecaniformes	*Plegadis falcinellus*	Ibis cara oscura	sc	LC
Pelecaniformes	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana	Pr	LC
Perissodactyla	*Tapirella bairdii*	Tapir Centroamericano	P	EN
Phoenicopteriformes	*Phoenicopterus ruber*	Flamenco americano	A	LC
Piciformes	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero pico plateado	Pr	LC
Piciformes	*Colaptes rubiginosus*	Carpintero Olivo	sc	LC
Piciformes	*Dryobates fumigatus*	Carpintero café	sc	LC
Piciformes	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	sc	LC
Piciformes	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	sc	LC
Piciformes	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	sc	LC
Piciformes	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	sc	LC
Piciformes	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo collarejo	Pr	LC
Piciformes	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico canoa	A	NT
Piciformes	*Sphyrapicus varius*	Carpintero moteado	sc	LC
Pilosa	*Tamandua mexicana*	Tamandúa norteño	sc	LC
Pilosa	*Tamandua tetradactyla*	Tamandúa	sc	LC
Podicipediformes	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor pico grueso	sc	LC
Podicipediformes	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor menor	Pr	LC
Primates	*Alouatta villosa*	Mono aullador negro	P	EN
Psittaciformes	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Pr	LC
Psittaciformes	*Amazona autumnalis*	Loro Cachetes Amarillos	sc	LC
Psittaciformes	*Amazona farinosa*	Loro corona azul	P	NT

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Psittaciformes	*Amazona xantholora*	Loro yucateco	A	LC
Psittaciformes	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr	NT
Rodentia	*Coendou mexicanus*	Puercoespín tropical	A	LC
Rodentia	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle	sc	LC
Rodentia	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque centroamericano	sc	LC
Rodentia	*Heterogeomys hispidus*	Tuza crespa	sc	LC
Rodentia	*Heteromys gaumeri*	Ratón de abazones	sc	LC
Rodentia	*Mus musculus*	Ratón casero eurasiático	sc	NE
Rodentia	*Ototylomys phyllotis*	Rata trepadora orejas grandes	sc	LC
Rodentia	*Peromyscus leucopus*	Ratón de patas blancas	sc	LC
Rodentia	*Peromyscus yucatanicus*	Ratón yucateco	sc	LC
Rodentia	*Rattus rattus*	Rata negra	sc	LC
Rodentia	*Reithrodontomys gracilis*	Ratón cosechero delgado	sc	LC
Rodentia	*Reithrodontomys mexicanus*	Ratón cosechero mexicano	sc	LC
Rodentia	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca	sc	LC
Rodentia	*Sigmodon hispidus*	Rata algodonera crespa	sc	LC
Rodentia	*Sigmodon toltecus*	Rata algodonera	sc	LC
Soricomorpha	*Cryptotis mayensis*	Musaraña de orejillas yucateca	Pr	LC
Soricomorpha	*Cryptotis nigrescens*	Musaraña negra	sc	NE
Squamata	*Agkistrodon bilineatus*	Cantil enjaquimado	Pr	NT
Squamata	*Agkistrodon russeolus*	Cantil yucateco	sc	NE
Squamata	*Amerotyphlops microstomus*	Culebra ciega yucateca	sc	LC
Squamata	*Anolis lemurinus*	Anolis fantasma	sc	LC
Squamata	*Anolis limifrons*	Abaniquillo centroamericano	sc	NE
Squamata	*Anolis rodriguezii*	Anolis liso del sureste	sc	LC
Squamata	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe	sc	LC
Squamata	*Anolis sericeus*	Abaniquillo sedoso	sc	LC
Squamata	*Anolis uniformis*	Anolis escamoso menor	sc	LC
Squamata	*Anolis ustus*	Abaniquillo de Yucatán	sc	NE
Squamata	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco	sc	LC
Squamata	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	sc	LC
Squamata	*Boa imperator*	Mazacuata	A	LC
Squamata	*Bothrops asper*	Terciopelo	sc	LC
Squamata	*Cachryx defensor*	Iguana yucateca de cola espinosa	P	VU
Squamata	*Coleonyx elegans*	Geco yucateco de bandas	A	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Squamata	*Coniophanes imperialis*	Culebra rayas negras	sc	LC
Squamata	*Coniophanes meridanus*	Culebra sin rayas peninsular	sc	LC
Squamata	*Coniophanes piceivittis*	Culebra rayada	sc	LC
Squamata	*Coniophanes schmidti*	Culebra rayada yucateca	sc	LC
Squamata	*Conophis lineatus*	Culebra guardacaminos lineada	sc	LC
Squamata	*Conophis vittatus*	Culebra guardacaminos rayada	sc	LC
Squamata	*Crotalus durissus*	Cascabel tropical	sc	NE
Squamata	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de cola espinosa del Golfo	Pr	LC
Squamata	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	LC
Squamata	*Dipsas brevifacies*	Culebra caracolera chata	Pr	LC
Squamata	*Drymarchon melanurus*	Culebra arroyera de cola negra	sc	LC
Squamata	*Drymobius margaritiferus*	Culebra corredora de Petatillos	sc	LC
Squamata	*Epictia goudotii*	Culebra negra ciega	sc	NE
Squamata	*Epictia phenops*	Agujilla hormiguera	sc	NE
Squamata	*Epictia vindumi*	Culebra lombriz de Vindum	sc	NE
Squamata	*Ficimia publia*	Culebra naricilla manchada	sc	LC
Squamata	*Gehyra mutilata*	Geco plano	sc	LC
Squamata	*Geophis sanniolus*	Culebra caracolera pigmea	sc	LC
Squamata	*Geophis sartorii*	Culebra caracolera de oriente	sc	LC
Squamata	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	sc	LC
Squamata	*Hemidactylus turcicus*	Geco casero del Mediterráneo	sc	LC
Squamata	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	sc	LC
Squamata	*Iguana iguana*	Iguana verde	sc	LC
Squamata	*Imantodes gemmistratus*	Culebra cordelilla centroamericana	Pr	LC
Squamata	*Imantodes tenuissimus*	Culebra cordelilla yucateca	Pr	LC
Squamata	*Indotyphlops braminus*	Serpiente ciega afroasiática	sc	LC
Squamata	*Laemanctus longipes*	Toloque verde	Pr	LC
Squamata	*Laemanctus serratus*	Toloque coronado	Pr	LC
Squamata	*Lampropeltis abnorma*	Falsa coralillo real centroamericana	sc	LC
Squamata	*Lampropeltis triangulum*	Falsa coralillo real oriental estadounidense	sc	LC
Squamata	*Leptodeira frenata*	Culebra ojo de gato de selva	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Squamata	*Leptophis mexicanus*	Culebra perico mexicana	A	LC
Squamata	*Marisora lineola*	Eslizón Maya	sc	LC
Squamata	*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical	sc	LC
Squamata	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra lagartijera común	sc	LC
Squamata	*Mesoscincus schwartzei*	Eslizón yucateco	sc	LC
Squamata	*Micrurus apiatus*	Coralillo	sc	NE
Squamata	*Micrurus diastema*	Serpiente coralillo del sureste	Pr	LC
Squamata	*Ninia sebae*	Culebra de cafetal espalda roja	sc	LC
Squamata	*Oxybelis fulgidus*	Culebra bejuquilla verde	sc	LC
Squamata	*Oxybelis potosiensis*	Bejuquillo café	sc	LC
Squamata	*Pseudelaphe flavirufa*	Culebra ratonera amarillo-rojiza	sc	LC
Squamata	*Pseudelaphe phaescens*	Culebra ratonera yucateca	Pr	NE
Squamata	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos	sc	LC
Squamata	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr	LC
Squamata	*Sceloporus lundelli*	Lagartija espinosa yucateca	sc	LC
Squamata	*Sceloporus serrifer*	Lagartija espinosa azul	sc	LC
Squamata	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	sc	LC
Squamata	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	sc	LC
Squamata	*Sphaerodactylus glaucus*	Geco enano collarejo	Pr	LC
Squamata	*Spilotes pullatus*	Serpiente tigre	sc	LC
Squamata	*Stenorrhina freminvillei*	Culebra alacranera de sangre	sc	LC
Squamata	*Symphimus mayae*	Culebra labios blancos maya	Pr	LC
Squamata	*Tantilla cuniculator*	Culebrita de collar de Petén	Pr	LC
Squamata	*Tantilla moesta*	Culebra ciempiés de panza negra	sc	LC
Squamata	*Tantillita canula*	Culebra ciempiés yucateca	sc	LC
Squamata	*Tantillita lintoni*	Culebra ciempiés centroamericana	Pr	LC
Squamata	*Thamnophis proximus*	Culebra acuática centroamericana	A	LC
Squamata	*Thamnophis saurita*	Culebra de cinta del este	sc	NE
Squamata	*Thecadactylus rapicauda*	Geco cola de nabo	Pr	LC
Strigiformes	*Asio clamator*	Búho cara blanca	A	LC
Strigiformes	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	sc	LC

Consulta Pública

Orden	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN
Strigiformes	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	sc	LC
Strigiformes	*Megascops guatemalae*	Tecolote sapo	sc	LC
Strigiformes	*Tyto furcata*	Lechuza Americana	sc	LC
Suliformes	*Anhinga anhinga*	Aninga americana	sc	LC
Suliformes	*Fregata magnificens*	Fragata tijereta	sc	LC
Suliformes	*Nannopterum auritum*	Cormorán orejudo	sc	LC
Suliformes	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán Neotropical	sc	LC
Testudines	*Claudius angustatus*	Tortuga almizclera chopontil	P	NT
Testudines	*Kinosternon creaseri*	Tortuga de pantano yucateca	sc	NT
Testudines	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga pecho quebrado escorpión	Pr	NE
Testudines	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga mojina de monte	A	NT
Testudines	*Terrapene yucatana*	Tortuga yucateca de caja	Pr	VU
Testudines	*Trachemys scripta*	Tortuga gravada	sc	LC
Testudines	*Trachemys venusta*	Pecho de carey	sc	NE
Tinamiformes	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú canelo	Pr	LC
Trogoniformes	*Trogon caligatus*	Coa violácea norteña	sc	LC
Trogoniformes	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra	sc	LC

Consulta Pública

3.3.10.4.2.1 Especies registradas en campo

Se enlista las especies de vertebrados terrestres identificados en campo de acuerdo con las temporadas muestreadas.

Tabla 70: Categorías de especies determinadas en campo.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	No. de individuos	Presencia					
					Lluvias			Secas		
					AP	AI	RE	AP	AI	RE
Amazilia rutila	Colibrí Canelo	sc	ne	67	6	12	8	8	19	14
Amazilia yucatanensis	Colibrí Vientre Canelo	sc	CE	50	1	5	16	2	7	19
Amazona albifrons	Loro frente blanca	Pr	ne	26	1	2	-	2	5	16
Amblycercus holosericeus	Cacique pico claro	sc	ne	22	3	3	2	5	7	2
Anolis rodriguezii	Anolis liso del sureste	sc	N	7	-	3	-	-	4	-
Archilochus colubris	Colibrí garganta rubí	sc	ne	4	-	2	-	-	2	-
Arremonops rufivirgatus	Rascador oliváceo	sc	CE	58	3	11	10	4	20	10
Aspidoscelis angusticeps	Huico yucateco	sc	N	2	-	-	-	-	-	2
Buteo brachyurus	Aguililla cola corta	sc	ne	2	-	-	1	-	-	1
Buteo plagiatus	Aguililla gris	sc	ne	2	-	-	-	-	1	1
Buteogallus anthracinus	Aguililla Negra Menor	Pr	ne	1	-	-	-	-	-	1
Camptostoma imberbe	Mosquerito Chillón	sc	ne	20	1	-	7	2	1	9
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	sc	ne	5	1	-	1	1	1	1
Cathartes aura	Zopilote aura	sc	ne	75	1	4	27	1	6	36
Cathartes burrovianus	Zopilote sabanero	Pr	ne	2	-	-	1	-	-	1
Chaetura vauxi	Vencejo de Vaux	sc	ne	12	-	4	-	-	8	-
Colinus nigrogularis	Codorniz yucateca	sc	CE	5	-	1	1	-	2	1
Columbina talpacoti	Tortolita Canela	sc	ne	10	-	2	2	-	2	4
Coragyps atratus	Zopilote común	sc	ne	48	2	3	15	3	4	21
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	sc	ne	105	17	6	16	25	14	27
Cryptotis mayensis	Musaraña de orejillas yucateca	Pr	N	2	-	-	1	-	-	1
Ctenosaura similis	Iguana negra de cola espinosa	A	N	6	-	-	2	2	-	2

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	No. de individuos	Presencia					
					Lluvias			Secas		
					AP	AI	RE	AP	AI	RE
Cyanocompsa parellina	Colorín azulnegro	sc	ne	27	2	1	7	4	4	9
Cyanocorax morio	Chara pea	sc	ne	3	-	1	-	-	2	-
Cyanocorax yncas	Chara verde	sc	ne	9	-	3	2	-	2	2
Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	sc	CE	531	63	64	66	119	116	103
Cyclarhis gujanensis	Vireón cejas canela	sc	ne	51	6	4	8	11	12	10
Cynanthus canivetii	Esmeralda tijereta	sc	ne	25	3	4	3	4	8	3
Dendrocolaptes sanctithomae	Trepatroncos barrado	Pr	ne	3	-	1	-	-	2	-
Dives dives	Tordo cantor	sc	ne	34	4	3	6	7	4	10
Driophlox fuscicauda	Pitanga hormiguera garganta roja	sc	ne	1	-	-	-	-	-	1
Drymarchon melanurus	Culebra arroyera de cola negra	sc	N	10	1	2	1	2	3	1
Dryocopus lineatus	Carpintero lineado	sc	ne	2	-	-	1	-	-	1
Dumetella carolinensis	Maullador gris	sc	ne	19	2	3	2	4	6	2
Empidonax minimus	Papamoscas Chico	sc	ne	108	14	8	18	19	23	26
Eumomota superciliosa	Momoto cejas azules	sc	ne	9	-	2	2	-	3	2
Eupsittula nana	Perico pecho sucio	Pr	ne	145	16	9	28	24	33	35
Falco peregrinus	Halcón Peregrino	Pr	ne	3	-	-	1	-	1	1
Geococcyx velox	Correcaminos tropical	sc	ne	8	1	-	2	1	2	2
Geophis sartorii	Culebra caracolera de oriente	sc	N	2	-	-	1	-	-	1
Geothlypis poliocephala	Mascarita pico grueso	sc	ne	8	2	-	2	2	-	2
Geothlypis trichas	Mascarita común	sc	ne	10	1	2	-	2	5	-
Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño	sc	ne	161	14	26	24	19	49	29
Granatellus sallaei	Granatelo yucateco	sc	ne	34	1	3	9	1	7	13
Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris	sc	EN	9	1	1	1	2	3	1
Icteria virens	Chipe Grande	sc	ne	1	-	-	-	-	-	1
Icterus auratus	Calandria dorso naranja	sc	CE	6	-	2	2	-	-	2
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	sc	SE	4	-	-	2	-	-	2

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	No. de individuos	Presencia					
					Lluvias			Secas		
					AP	AI	RE	AP	AI	RE
Icterus galbula	Calandria de Baltimore	sc	ne	8	-	2	-	-	3	3
Icterus gularis	Calandria dorso negro mayor	sc	ne	57	8	-	8	15	10	16
Incilius valliceps	Sapo costero	sc	N	11	-	1	5	-	1	4
Leiothlypis peregrina	Chipe peregrino	sc	ne	25	-	3	7	-	4	11
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	sc	ne	40	4	-	12	6	4	14
Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical	sc	N	4	1	-	-	2	1	-
Megarynchus pitangua	Luis pico grueso	sc	ne	65	6	11	9	8	20	11
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	sc	ne	41	1	5	16	1	4	14
Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco	sc	CE	6	-	2	1	-	2	1
Meleagris ocellata	Pavo o guajolote ocelado	A	CE	11	1	1	1	2	3	3
Mimus gilvus	Centzontle tropical	sc	ne	6	2	-	-	3	1	-
Mitrephanes phaeocercus	Papamoscas copetón	sc	ne	1	-	-	-	-	-	1
Mniotilta varia	Chipe trepador	sc	ne	12	-	5	1	-	4	2
Momotus lessonii	Momoto Corona Negra	sc	ne	3	-	-	1	-	-	2
Myiarchus crinitus	Papamoscas viajero	sc	ne	13	1	2	2	2	4	2
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	sc	ne	47	5	4	8	6	10	14
Myiarchus tyrannulus	Papamoscas Gritón	sc	ne	62	4	5	14	5	14	20
Myiarchus yucatanensis	Papamoscas yucateco	sc	CE	7	-	1	2	-	2	2
Myiopagis viridicata	Mosquerito Verdoso	sc	ne	3	-	1	-	-	2	-
Myiozetetes similis	Luisito Común	sc	ne	113	19	8	14	27	27	18
Nasua narica	Coatí	sc	N	6	2	-	-	2	2	-
Nyctidromus albicollis	Chotacabras pauraque	sc	ne	5	1	-	1	1	1	1
Odocoileus virginianus	Venado de cola blanca	sc	N	87	11	4	21	14	11	26
Ortalis vetula	Chachalaca Oriental	sc	ne	64	5	9	6	10	21	13
Oxybelis fulgidus	Culebra bejuquilla verde	sc	N	5	1	1	-	2	1	-
Passerina ciris	Colorín sietecolores	Pr	ne	6	-	2	-	-	3	1

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	No. de individuos	Presencia					
					Lluvias			Secas		
					AP	AI	RE	AP	AI	RE
Passerina ciris	Colorin siete colores	Pr	ne	6	-	2	-	-	3	1
Passerina cyanea	Colorín azul	sc	ne	9	2	-	2	3	-	2
Patagioenas flavirostris	Paloma morada	sc	ne	12	-	2	4	-	2	4
Pecari tajacu	Pecarí de collar	sc	ne	9	-	-	2	1	1	5
Pheucticus ludovicianus	Picogordo degollado	sc	ne	4	1	-	-	2	1	-
Pheugopedius maculipectus	Saltapared moteado	sc	ne	36	2	3	8	3	7	13
Pitangus sulphuratus	Bienteveo común	sc	ne	63	7	1	20	9	4	22
Polioptila albiventris	Perlita yucateca	sc	EN	93	6	13	15	8	26	25
Polioptila caerulea	Perlita Azulgrís	sc	ne	195	22	20	34	34	42	43
Procyon lotor	Mapache	sc	N	1	-	-	-	1	-	-
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	sc	ne	21	-	7	-	-	14	-
Rhinoclemmys areolata	Tortuga mojina de monte	A	N	1	-	-	-	-	-	1
Rupornis magnirostris	Aguililla caminera	sc	ne	23	5	4	-	5	9	-
Saltator grandis	Saltador gris Mesoamericano	sc	ne	4	-	-	2	-	-	2
Sceloporus chrysostictus	Lagartija espinosa de puntos amarillos	sc	N	4	-	-	-	2	-	2
Seiurus aurocapilla	Chipe suelero	sc	ne	6	-	1	2	-	1	2
Setophaga americana	Chipe pecho manchado	sc	ne	2	-	1	-	-	1	-
Setophaga citrina	Chipe encapuchado	sc	ne	166	19	18	22	21	39	47
Setophaga dominica	Chipe garganta amarilla	sc	ne	8	-	2	1	-	2	3
Setophaga magnolia	Chipe de magnolias	sc	ne	169	14	29	27	19	47	33
Setophaga petechia	Chipe amarillo	sc	ne	9	-	3	1	-	3	2
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	sc	ne	19	1	-	7	1	1	9
Setophaga virens	Chipe dorso verde	sc	ne	7	-	2	3	-	-	2
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	sc	ne	209	34	2	30	66	34	43
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	sc	N	27	-	-	11	-	-	16
Thamnophilus doliatus	Batará barrado	sc	ne	4	1	-	1	1	1	-

Consulta Pública

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	No. de individuos	Presencia					
					Lluvias			Secas		
					AP	AI	RE	AP	AI	RE
Thryothorus ludovicianus	Saltapared de Carolina	sc	ne	73	7	11	11	10	21	13
Tiaris olivaceus	Semillero oliváceo	sc	ne	4	1	-	-	2	1	-
Tolmomyias sulphurescens	Mosquerito Ojos Blancos	sc	ne	12	3	-	3	4	1	1
Troglodytes musculus	Saltapared común sureño	sc	ne	10	-	2	2	-	4	2
Trogon melanocephalus	Coa cabeza negra	sc	ne	3	-	1	1	-	-	1
Turdus grayi	Mirlo café	sc	ne	2	-	-	1	-	-	1
Tyrannus couchii	Tirano Cuir	sc	ne	21	3	3	1	5	6	3
Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	sc	ne	17	6	2	-	7	2	-
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	sc	N	16	3	1	1	5	5	1
Uropsila leucogastra	Saltapared Vientre Blanco	sc	CE	13	2	-	2	4	2	3
Vermivora cyanoptera	Chipe Alas Azules	sc	ne	3	-	1	-	-	2	-
Vireo flavifrons	Vireo Garganta Amarilla	sc	ne	28	-	-	11	-	2	15
Vireo griseus	Vireo Ojos Blancos	sc	ne	290	38	25	28	69	77	53
Vireo olivaceus	Vireo Ojos Rojos	sc	ne	2	-	-	-	-	2	-
Vireo pallens	Vireo manglero	Pr	ne	116	20	10	9	34	32	11
Volatinia jacarina	Semillero brincador	sc	ne	2	-	1	-	-	1	-
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	sc	ne	7	2	1	-	2	2	-
Zenaida aurita	Huilota caribeña	Pr	ne	4	2	-	-	2	-	-

Nota: La base de datos se incluye dentro del anexo 3.6 Fauna

En la temporada de lluvias se registraron 1,559 individuos de 107 especies, distribuidas en 20 órdenes, de los cuales los passeriformes fue el orden con mayor número de especies. Del total de especies 11 se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 12 especies presentan algún tipo de endemismo. Mientras que en la temporada de secas se registraron 2,627 individuos de 117 especies distribuidas en 21 órdenes, de los cuales también destaca el orden de los passeriformes. Se reportan 13 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 12 con algún endemismo.

Consulta Pública

Además, se identificaron tres especies catalogadas de acuerdo con la lista roja (IUCN)

Tabla 71 Especies registradas en la lista roja (IUCN)

Nombre científico	Nombre común	IUCN	No.de individuos	Luvias			Secas		
				AP	AI	RE	AP	AI	RE
Eupsittula nana	Perico pecho sucio	NT	142	16	6	28	24	33	35
Meleagris ocellata	Pavo o guajolote ocelado	NT	10	1	-	1	2	3	3
Rhinoclemmys areolata	Tortuga mojina de monte	NT	1	-	-	-	-	-	1

Nota: Se incluyen los mapas existentes de acuerdo con la IUCN dentro del anexo 3.6 Fauna

Se registra la presencia de 22 especies migratorias y una especie transitoria.

Tabla 72 Estacionalidad de las especies reportadas

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	No.de individuos	Luvias			Secas		
				AP	AI	RE	AP	AI	RE
Archilochus colubris	Colibrí garganta rubí	MI	2	-	2	-	-	-	-
Dumetella carolinensis	Maullador gris	MI	17	2	3	2	4	4	2
Empidonax minimus	Papamoscas Chico	MI	104	14	8	18	19	19	26
Falco peregrinus	Halcón Peregrino	MI	2	-	-	1	-	-	1
Geothlypis trichas	Mascarita común	MI	7	1	2	-	2	2	-
Icteria virens	Chipe Grande	MI	1	-	-	-	-	-	1
Icterus galbula	Calandria de Baltimore	MI	5	-	2	-	-	-	3
Leiothlypis peregrina	Chipe peregrino	T	21	-	3	7	-	-	11
Mniotilta varia	Chipe trepador	MI	8	-	5	1	-	-	2
Myiarchus crinitus	Papamoscas viajero	MI	11	1	2	2	2	2	2
Passerina ciris	Colorín sietecolores	MI	3	-	2	-	-	-	1
Passerina cyanea	Colorín azul	MI	12	2	-	2	3	3	2
Pheucticus ludovicianus	Picogordo degollado	MI	5	1	-	-	2	2	-
Seiurus aurocapilla	Chipe suelero	MI	4	-	-	2	-	-	2
Setophaga citrina	Chipe encapuchado	MI	148	19	18	22	21	21	47
Setophaga dominica	Chipe garganta amarilla	MI	6	-	2	1	-	-	3
Setophaga magnolia	Chipe de magnolias	MI	141	14	29	27	19	19	33
Setophaga petechia	Chipe amarillo	MI	6	-	3	1	-	-	2
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	MI	19	1	-	7	1	1	9
Setophaga virens	Chipe dorso verde	MI	7	-	2	3	-	-	2
Vermivora cyanoptera	Chipe Alas Azules	MI	1	-	1	-	-	-	-
Vireo flavifrons	Vireo Garganta Amarilla	MI	26	-	-	11	-	-	15
Vireo griseus	Vireo Ojos Blancos	MI	282	38	25	28	69	69	53

Consulta Pública

3.3.10.4.2.2 Curvas de acumulación

Temporada de lluvias

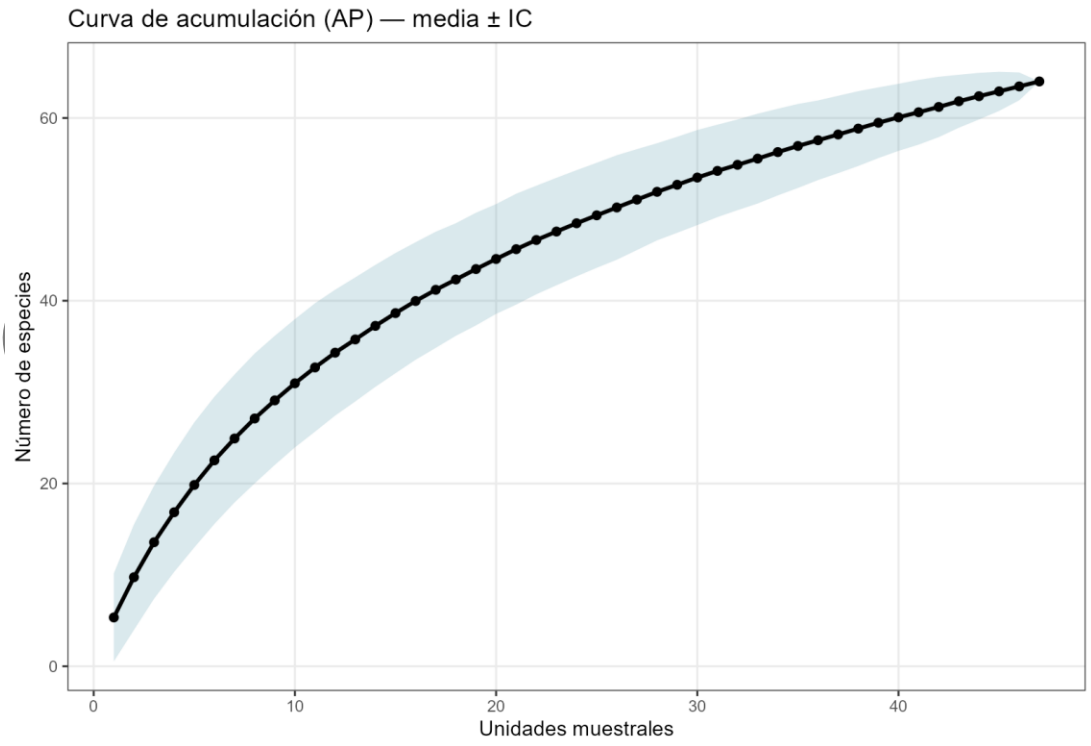
Tabla 73 Estimación de especies por área durante la temporada de lluvias

Área	Riqueza (*S*)	Bootstrap	Chao 1	Chao 2
AP	64	74.68	79.83	90.99
AI	75	88.83	83.5	106.24
RE	83	95.59	95.16	109.07

Los datos de la estimación de especies revelan un gradiente positivo en la riqueza observada (S) conforme se aleja del AP, registrando 64 especies en el AP, 75 en el AI y 83 en la RE. Los estimadores demuestran que se alcanzó una robusta representatividad del muestreo en el área de estudio, logrando inventariar en el AP entre el 70.3% y el 85.7% de la biodiversidad teórica según Chao-2 y Bootstrap respectivamente. Por su parte, la RE presenta la mayor expectativa de adición faunística al registrar un techo de 109.07 especies bajo el estimador Chao-2, lo que evidencia que el entorno macroambiental alberga cerca de 26 especies raras o de baja frecuencia que aún restan por detectar para completar el inventario regional.

Las curvas de acumulación de especies proyectan un panorama donde el registro de organismos desciende a valor menor a 1 después de unidad o sitio 22 para el AP, 30 para el AI y 25 para la RE, por lo que no existe la probabilidad de que se encuentren especies nuevas, la gráfica presenta una curva bien definida en las tres áreas con relación al descenso de registros de riqueza aún sin llegar a la asíntota.

Figura 58 Curva de acumulación de especies en el AP



ta Pública

Figura 59 Curva de acumulación de especies del AI

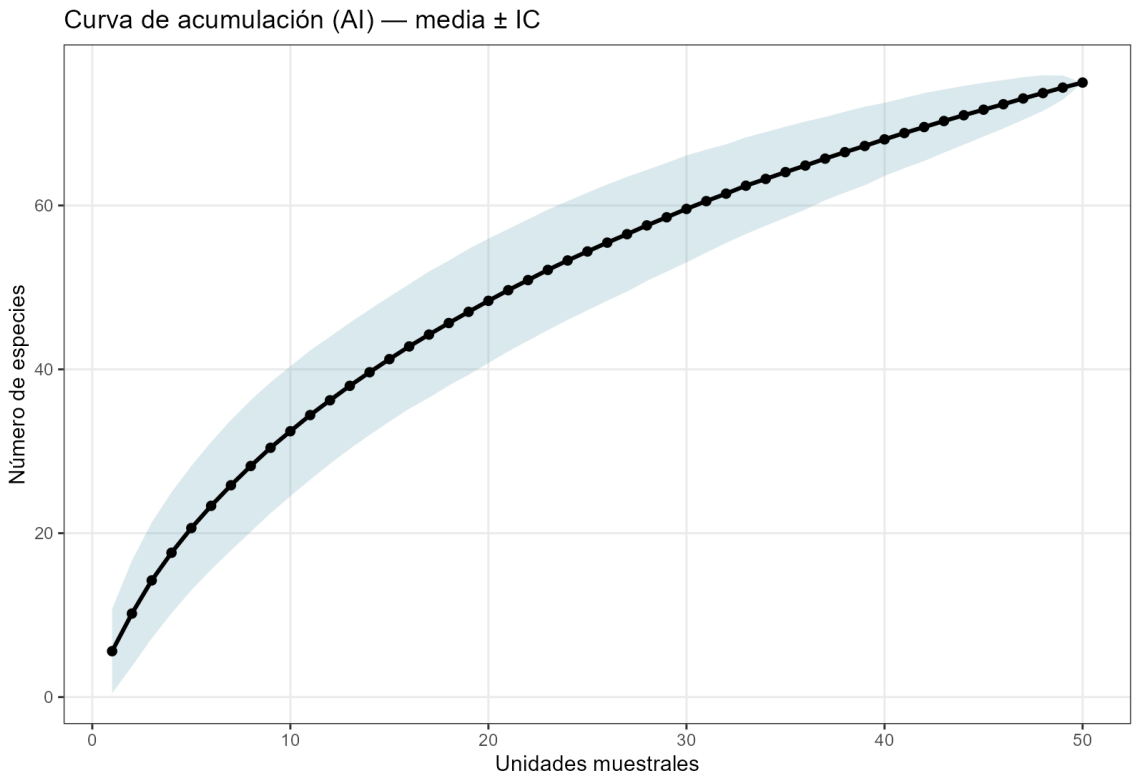
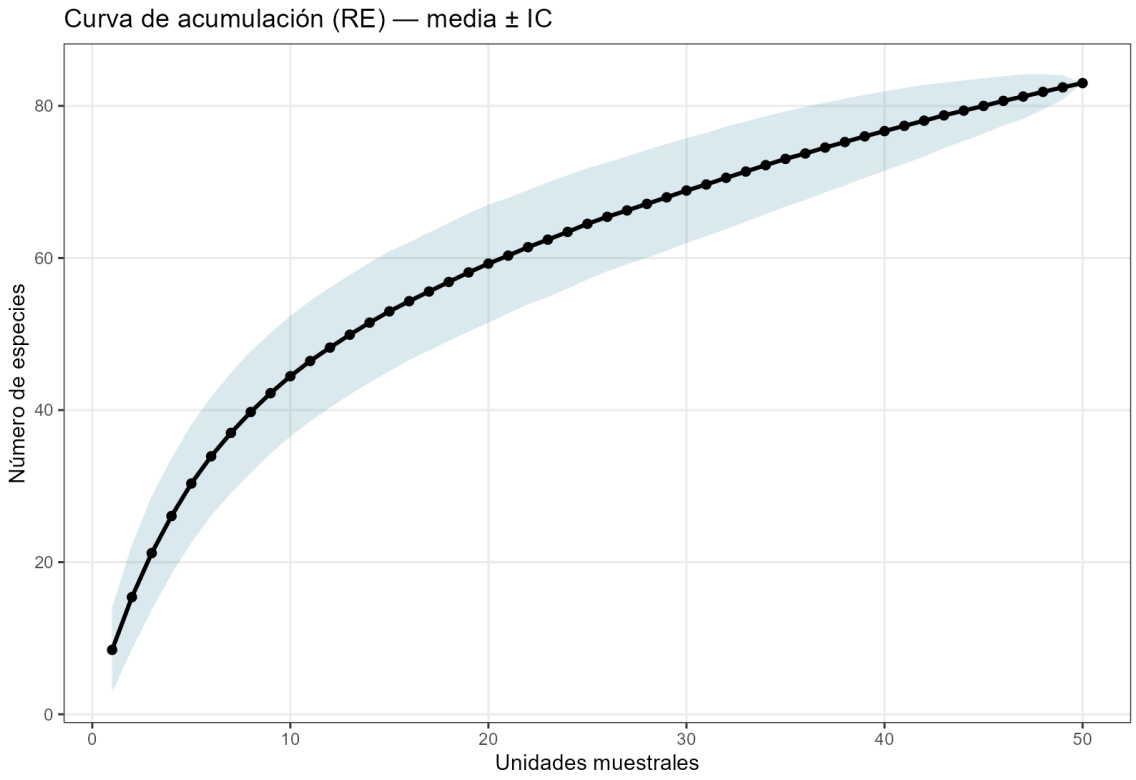


Figura 60 Curva de acumulación de especies de la RE



Temporada de secas

Tabla 74 Estimación de especies por área durante la temporada de secas

Área	Riqueza (*S*)	Bootstrap	Chao 1	Chao 2
AP	68	75.34	70.37	75.06
AI	92	104.08	99.65	105.66
RE	93	106.49	104.5	114.13

Los datos de la estimación de especies revelan un incremento progresivo en la riqueza observada (S), la cual asciende de 68 especies en el AP a 92 en el AI, estabilizándose casi por completo al llegar a la RE con 93 especies. Los estimadores no paramétricos reflejan una eficiencia de muestreo notablemente alta y homogénea en el AP, donde la riqueza registrada representa entre el 90.2% (Bootstrap) y el 96.6% (Chao-1) de la biodiversidad teórica esperada, indicando un inventario prácticamente exhaustivo a escala local. En contraste, conforme se aleja del AP hacia el AI y la RE, los modelos matemáticos (particularmente Chao-2) proyectan techos de hasta 105.66 y 114.13 especies respectivamente, lo que advierte que los entornos periféricos y macroambientales aún conservan un margen de especies raras o de baja detectabilidad que aún están por detectar para completar el inventario regional.

La curva de acumulación de especies proyecta un panorama donde el registro de organismos desciende a valor menor a 1 después de unidad o sitio 19 en el AP, 29 en el AI y 30 para la RE, por lo que no existe la probabilidad de que se encuentren especies nuevas, la gráfica presenta una curva bien definida con relación al descenso de registros de riqueza llegando casi a la asíntota en el AP y aunque en el AI y la RE la curva no se acerca a la asíntota, es notable la curva que presenta.

Consulta Pública

Figura 61 Curva de acumulación de especies en el AP

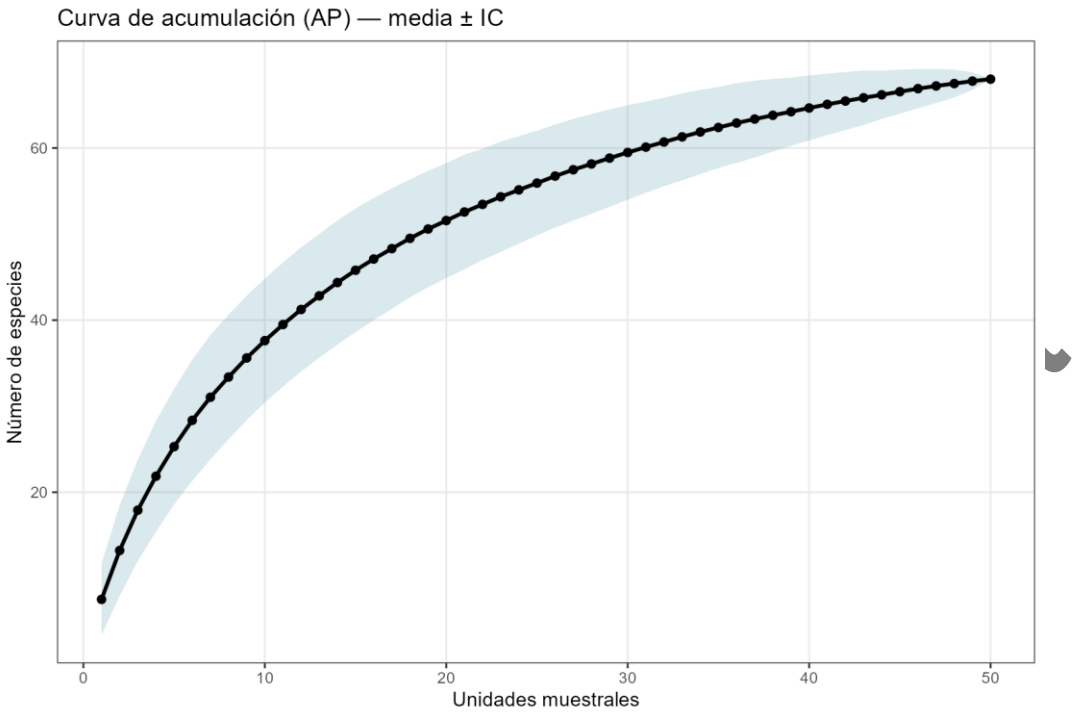


Figura 62 Curva de acumulación de especies en el AI

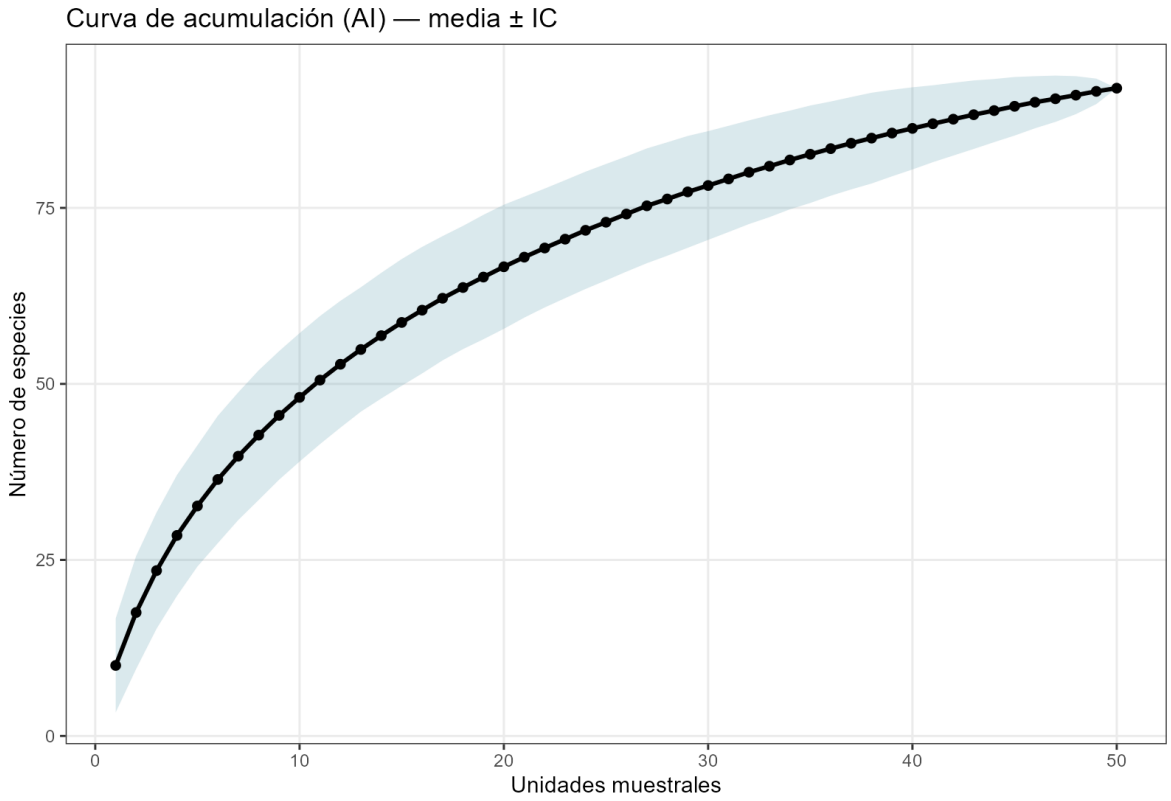
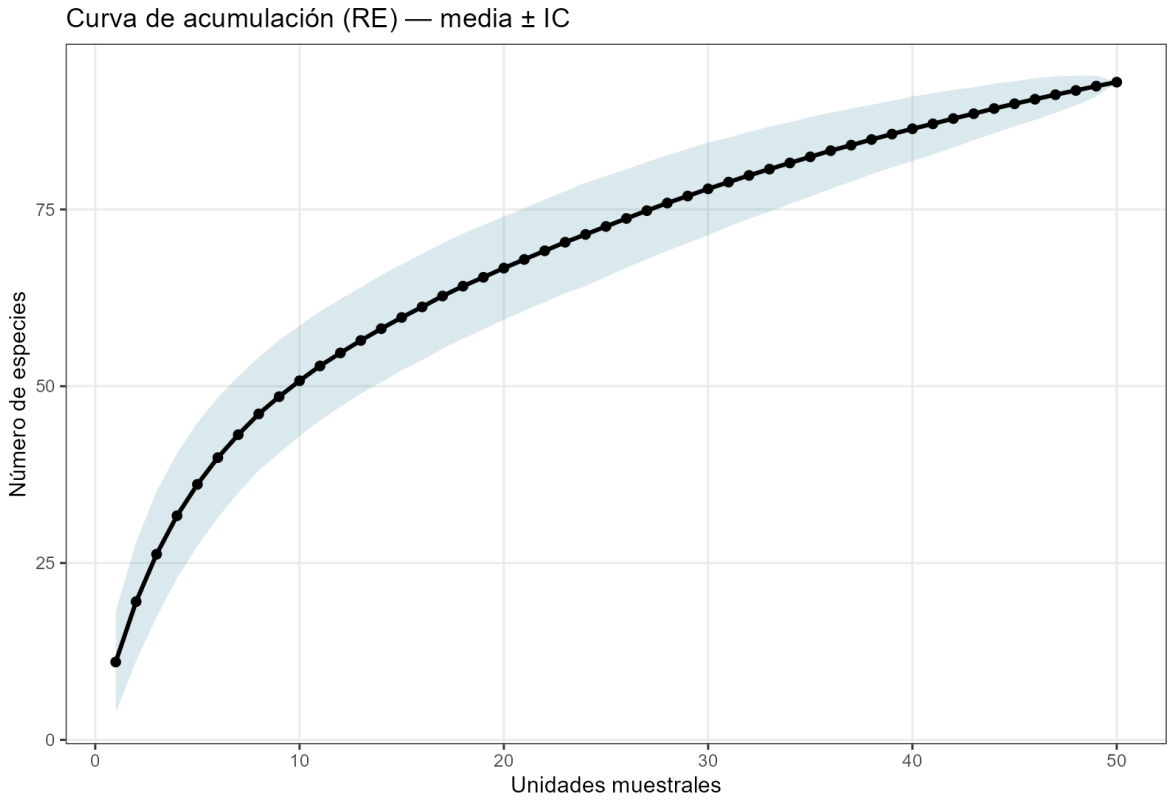


Figura 63 Curva de acumulación de especies en la RE



Consulta

3.3.10.4.2.3 índices de diversidad biológica

Tabla 75. Índices de diversidad biológica obtenidos en ambas temporadas (luvias y secas)

Índices de diversidad biológica									
Fauna	**Índice**	**Parámetro**	**Lluvias**			**Secas**			**Análisis y conclusiones**
			AP	**AI**	**RE**	**AP**	**AI**	**RE**	
Mamíferos	Margalef	Riqueza	0.71	0.56	1.11	1.26	1.00	1.02	Durante la temporada de lluvias la RE presenta los valores más altos de riqueza y diversidad general aprovechando los recursos para mantener la comunidad de mamíferos, la abundancia de recursos permite la coexistencia de muchas especies sin que compitan severamente en contraste con el AP que carece de la estructura forestal y diversidad de plantas durante esta temporada lo que lleva a la presencia de especies generalistas. Durante la temporada de secas el AP destaca por tener la mayor riqueza y diversidad evitando la dominancia extrema, esto sugiere que se mantienen fuentes de agua artificial (abrevaderos, canales de riego) o recursos alimenticios constantes (cultivos, frutos de plantas secundarias) atrayendo a mamíferos tanto generalistas como especies más sensibles.
	Simpson	Dominancia	0.48	0.32	0.56	0.57	0.58	0.60	
	Shannon-Weave	Diversidad	0.83	0.50	1.04	1.12	1.06	1.09	
	Pielou	Equidad	0.76	0.72	0.64	0.70	0.76	0.68	
Aves	Margalef	Riqueza	9.27	11.10	11.13	8.61	11.89	11.57	La RE es el sitio con mayor riqueza y estabilidad para la comunidad aviar, ya que mantiene los niveles de diversidad y equidad en ambas temporadas, las condiciones del área amortiguan el estrés hídrico de la temporada de secas. El AI absorbe un flujo importante de especies durante secas, registrando la mayor riqueza del estudio, mientras que el AP refleja una clara dependencia a la temporada de lluvias, ya que su riqueza, diversidad y equitatividad caen en temporada de secas.
	Simpson	Dominancia	0.94	0.95	0.97	0.93	0.96	0.96	
	Shannon-Weave	Diversidad	3.35	3.58	3.71	3.23	3.62	3.70	
	Pielou	Equidad	0.83	0.85	0.87	0.80	0.82	0.85	
Reptiles	Margalef	Riqueza	1.86	1.44	1.67	1.95	1.56	2.50	Se presenta una comunidad con baja riqueza y diversidad, pero con una equitatividad muy homogénea en ambas temporadas. Sin embargo, la transición a temporada de secas muestra una mejora en la comunidad. La RE incrementa su riqueza hasta un 50% y logrando el mayor salto en diversidad manteniendo su equitatividad, lo que la convierte en el sitio mejor equilibrado. A diferencia de lo que ocurre en ecosistemas de alta biodiversidad en donde la equitatividad fluctúa entre estaciones, el AP y el AI conservan su equitatividad debido a que la comunidad esta tan poco representada que carece de dinámica.
	Simpson	Dominancia	0.75	0.69	0.72	0.83	0.75	0.84	
	Shannon-Weave	Diversidad	1.39	1.28	1.33	1.79	1.47	1.89	
	Pielou	Equidad	1	0.92	0.96	1	0.92	0.97	
Números de Hill	q0	Riqueza	64	75	83	68	92	93	La riqueza de todas las áreas aumenta en temporada de secas, aunque el AP se muestra más conservadora (+4 especies) bajando la representatividad de sus especies comunes y concentrando la dominancia en un grupo más cerrado, siendo así que la época de secas estaría funcionando con una alta dinámica migratoria. El AP es la única zona donde las especies dominantes de reducen significativamente en secas, la RE mantiene casi inmóvil su dominancia (31.51 vs. 30.36) reafirmando que es el área más equilibrada incluso frente a cambios estacionales. El AI actúa como refugio estacional dinámico, ya que su aumento de 17 especies (q0) y a su vez en q1 y q2 nos muestra que existe una reconfiguración favorable en secas, posiblemente por la presencia de algún recurso clave que atrae y consolida poblaciones que huyen de la sequía circundante.
	q1	Abundantes	31.36	38.8	44.94	29.09	40.81	45.67	
	q2	Dominantes	19.34	21.73	31.51	16.12	24.11	30.36	

Nota: La memoria de cálculo se incluye dentro del anexo 3.6 Fauna

Consulta Pública

3.3.10.4.2.4 Índices de similitud

Con el fin de graficar de manera simple las tablas de similitud, los ensambles se abrevian como se indica a continuación:

Tabla 76 Abreviación de ensambles

Abreviatura	Nombre completo
MSAR	Mamíferos del SAR
ASAR	Aves del SAR
RSAR	Reptiles del SAR
ANSAR	Anfibios del SAR
GSAR	General del SAR
MAIP	Mamíferos del AIP
AAIP	Aves del AIP
RAIP	Reptiles del AIP
ANAIP	Anfibios del AIP
GAIP	General del AIP
MAP	Mamíferos del AP
AAP	Aves del AP
RAP	Reptiles del AP
ANAP	Anfibios del AP
GAP	General del AP

Temporada de lluvias

El análisis comparativo de los dendrogramas de similitud (Sørensen-Dice, Jaccard, Horn y Morisita) confirma de manera sólida la homogeneidad biológica de la región, consolidando un patrón donde las comunidades se agrupan por afinidad taxonómica y no por segmentación geográfica. En todos los modelos evaluados, las aves (AAI, AAP, ARE) se posicionan como el grupo zoológico representativo en términos de correspondencia fisonómica y composicional, enlazándose de forma estrecha con los inventarios generales (GAI, GAP, GRE) y alcanzando los niveles de similitud más altos de todo el estudio (superiores al 0.85 y cercanos al 1.00 en los índices de abundancia).

De igual forma, las comunidades de mamíferos (MAI, MAP, MRE) y de reptiles (RAI, RAP, RRE) logran estructurar clusters independientes bien definidos que constatan una elevada equivalencia biológica entre el AP, el AI y la RE. Por el contrario, los anfibios manifiestan un comportamiento atípico y disgregado: mientras que ANRE y ANAI se vinculan estrechamente en la periferia, el ensamble ANAP se separa por completo desde la base misma de los dendrogramas con una similitud nula (0.00), lo que evidencia la nula detectabilidad local en el AP.

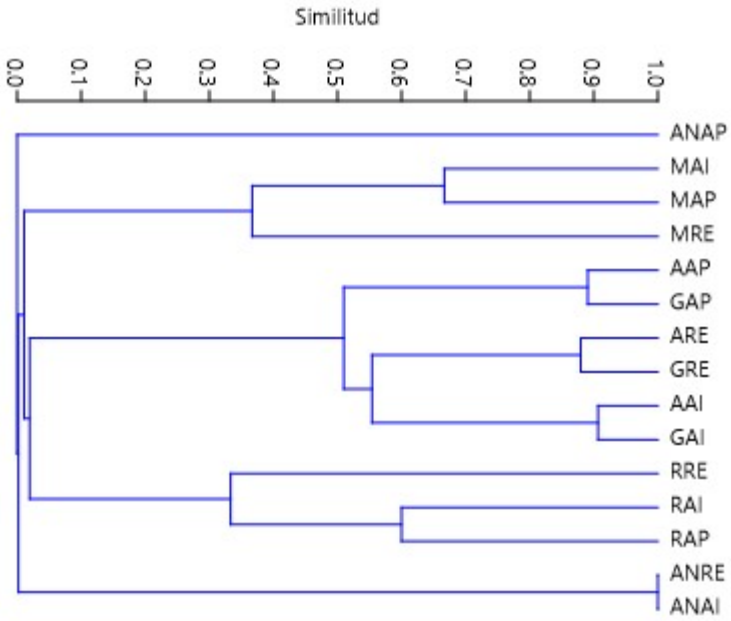
Este panorama estructural demuestra que los vertebrados terrestres de la zona se comportan como un continuo ecológico integrado. La consistencia entre los índices cualitativos de presencia-ausencia (Sørensen-Dice/Jaccard) y los cuantitativos basados en abundancias (Horn/Morisita) demuestra que las sutiles variaciones en los nodos responden

Consulta Pública

únicamente a dinámicas poblacionales ordinarias, concluyendo con certeza que el AP y el AI mantienen una fuerte conectividad biológica y carecen de un aislamiento o excepcionalidad ambiental significativa respecto a la RE.

Nota: La memoria de cálculo se incluye dentro del anexo 3.6 Fauna

Figura 64 Índice de Jaccard



Consulta

Figura 65 Índice de Morisita

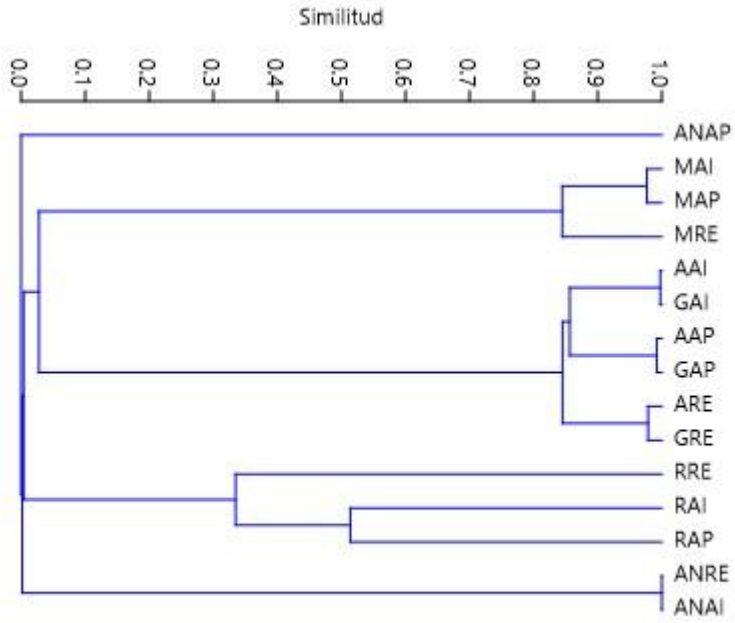


Figura 66 Índice de Sorensen-Dice

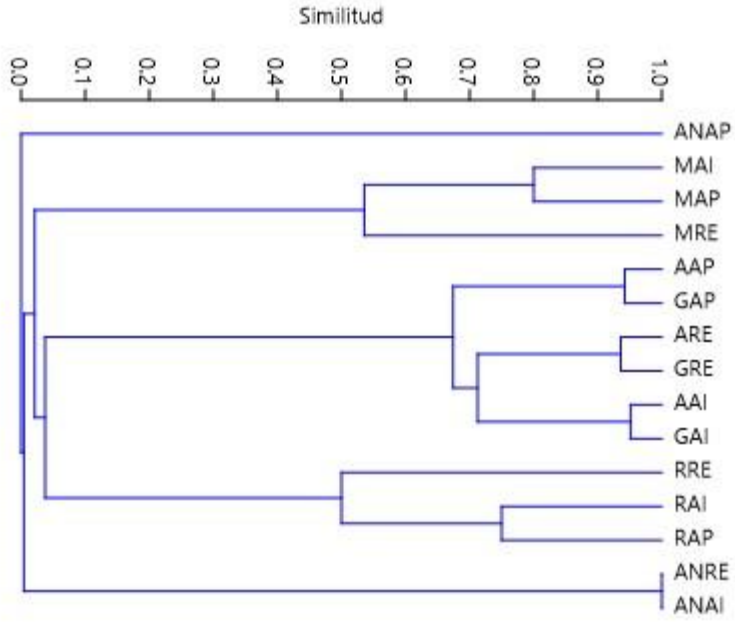
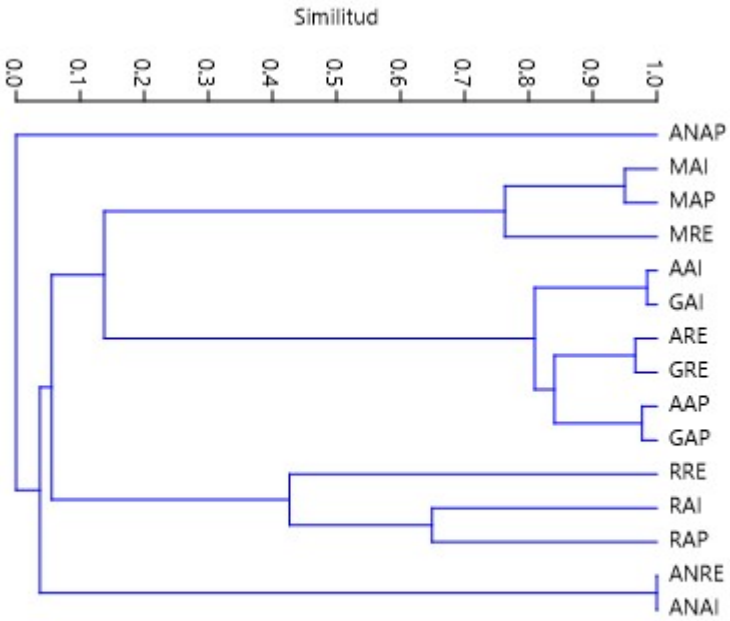


Figura 67 índice de Horn



Temporada de secas

El análisis comparativo de los dendrogramas de similitud (Sørensen-Dice, Jaccard, Horn y Morisita) consolida un patrón de homogeneidad ecológica regional, donde las comunidades biológicas se estructuran firmemente por afinidad taxonómica y no por límites geográficos. En todos los modelos evaluados, las aves (AAI, AAP, ARE) se posicionan de manera consistente como el grupo zoológico representativo en términos de correspondencia fisonómica y composicional, asociándose directamente a los inventarios generales (GAI, GAP, GRE) con los niveles de similitud más altos del estudio (superiores al 0.70 en índices de presencia-ausencia y alcanzando el 1.00 en los de abundancia).

De forma homóloga, los mamíferos (MAI, MAP, MRE) y los reptiles (RAI, RAP, RRE) logran conformar clusters independientes y robustos. Esto constata una elevada equivalencia en la composición y abundancia de sus especies entre el AP, el AI y la RE.

Por el contrario, los anfibios exhiben un comportamiento segregado y particular en esta serie: los ensambles de la RE y del AI (ANRE y ANAI) muestran una similitud total entre sí (1.00) en la periferia derecha de los gráficos, mientras que el ensamble del AP (ANAP) se separa radicalmente en el extremo opuesto desde la base misma de las bifurcaciones (similitud de 0.00). Está marcada división responde a la baja detectabilidad en el AP que contrasta con la homogeneidad observada en los demás vertebrados.

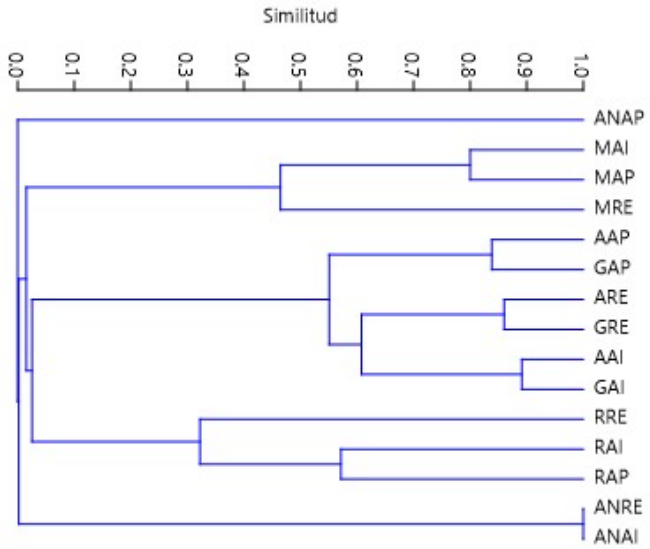
En panorama general, los resultados demuestran que la fauna de vertebrados terrestres de la zona se comporta como un continuo biológico integrado. La concordancia estructural

Consulta

entre los índices cualitativos (Sørensen-Dice/Jaccard) y cuantitativos (Horn/Morisita) confirma que las ligeras variaciones en los nodos obedecen a dinámicas poblacionales ordinarias, concluyendo con certeza que el AP y el AI mantienen una fuerte conectividad ecológica y carecen de un aislamiento o excepcionalidad ambiental significativa respecto a la RE.

Nota: La memoria de cálculo se incluye dentro del anexo 3.6 Fauna

Figura 68 Índice de Jaccard



Consulta

Figura 69 Índice de Morisita

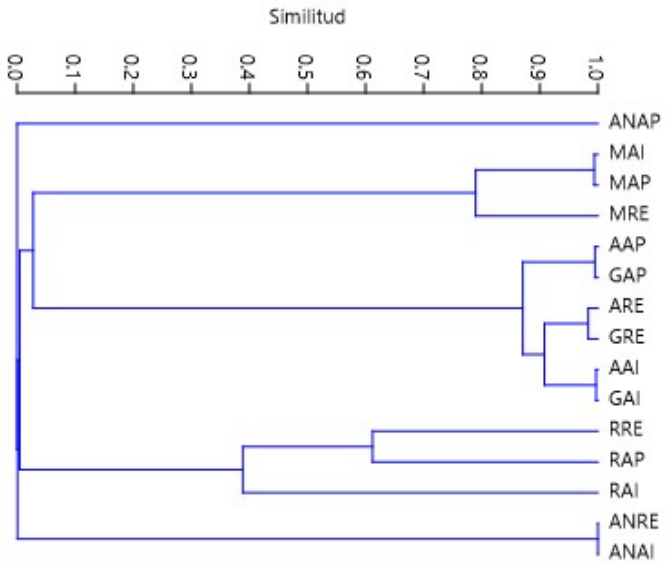


Figura 70 Índice de Sorensen-Dice

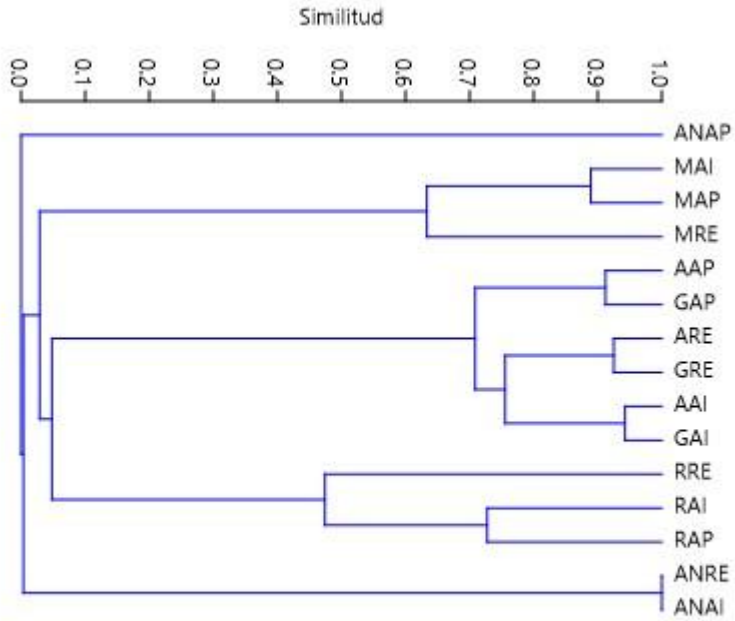
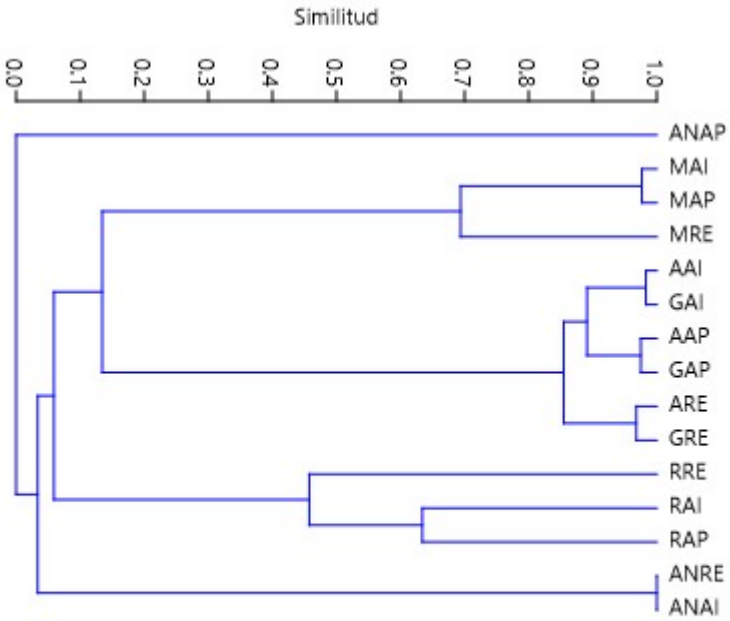


Figura 71 índice de Horn



Consulta

3.3.10.4.3 Análisis de la fauna al interior de la región ecológica

La RE se consolida como el entorno de mayor complejidad, estabilidad y resiliencia biológica del área de estudio. Durante la temporada de lluvias, esta zona registra la mayor riqueza observada con 83 especies y destaca por albergar los valores más altos de diversidad en la comunidad de mamíferos. La RE ofrece una abundancia de recursos que permite la coexistencia de múltiples especies sin generar una competencia severa, a diferencia del AP, donde los puntos que carecen de vegetación propician la dominancia de especies generalistas.

En la transición hacia la temporada de secas, la RE incrementa su riqueza biológica hasta alcanzar las 93 especies y experimenta el mayor salto en diversidad de todo el estudio. Su principal valor ambiental radica en su capacidad para amortiguar el estrés hídrico característico de la época estiaje, manteniendo niveles constantes de diversidad, equidad y una dominancia prácticamente inmóvil entre estaciones (31.51 frente a 30.36). Esta notable estabilidad la posiciona como la comunidad aviar y faunística mejor equilibrada del ecosistema regional, manteniéndose protegida ante las fluctuaciones extremas que sí afectan a las áreas colindantes.

A nivel metodológico y de conservación, las curvas de acumulación y los estimadores matemáticos revelan que la RE es un sistema abierto que aún resguarda una parte importante de su biodiversidad oculta. Los modelos de estimación de especies proyectan techos teóricos de hasta 109.07 especies en lluvias y 114.13 en secas, lo que demuestra que las curvas de muestreo no han llegado a su asíntota. Este comportamiento evidencia que el entorno macroambiental de la región ecológica todavía alberga cerca de 26 especies raras o de baja detectabilidad que restan por registrar para completar de manera exhaustiva el inventario biológico regional.

Tras el análisis de georreferenciación y delimitación territorial, la trayectoria y el polígono del proyecto de la LT se localizan completamente fuera de los límites oficiales del Corredor Biológico Costa de Yucatán. Al no existir traslape geográfico ni intersección con los polígonos de dicha área prioritaria para la conservación, se descrita la fragmentación directa de hábitat dentro del corredor.

Por último, la fauna registrada dentro del AP no posee características excepcionales que la distinga de la presente en el RE, AI o la región adyacente, en este sentido, la comunidad presente en el AP no se verá afectada o comprometida por las actividades del proyecto toda vez que se respeten las actividades incluidas en los programas propuestos.

Consulta Pública

3.3.11 Medio socioeconómico

El medio socioeconómico es definido por las estructuras y condiciones económicas entre las que se incluyen las tendencias demográficas y la distribución de la población, los indicadores económicos del bienestar humano, los sistemas educativos, las redes de transporte y otras infraestructuras como el abastecimiento de agua, el saneamiento y la gestión de residuos; los servicios públicos en general de las comunidades o población establecida en un área determinada.

La Región Ecológica (RE) se encuentra en los municipios Hunucma, Mérida, Samahil, Ucu y Umán, del estado Yucatán, en ellos se pueden identificar los impactos relacionados con el desarrollo del Proyecto, principalmente durante las etapas de preparación y construcción debido a las actividades propias de las mismas y que conllevan no solo aquellos impactos ambientales que serán identificados más adelante, sino algunos impactos en la vida cotidiana de las personas y su relación con el propio proyecto.

A continuación, se describen y analizan las condiciones socioeconómicas de estos municipios que resultan de interés para el desarrollo de esta Manifestación.

3.3.11.1 Entorno

La RE, integrada por los municipios Hunucmá, Mérida, Samahil, Umán y Ucú se ubica en la región noroccidental del estado de Yucatán, dentro de la Región Indígena Maya Peninsular, reconocida por el INPI como el ámbito territorial de mayor presencia de población maya-hablante en México. Se caracteriza por una estructura de población asentada principalmente en localidades pequeñas, cabeceras municipales de tamaño intermedio y una red de comisarías y ejidos rurales, con una dinámica de transición entre una matriz productiva tradicional y una creciente vinculación a la expansión urbana de la zona metropolitana de Mérida.

El entorno socioambiental de los municipios Hunucmá, Mérida, Samahil, Ucú y Umán se caracteriza por una dinámica territorial de transición, donde persiste una base rural-agrícola y lacustre-costera, articulada a la creciente expansión urbana-metropolitana de la región de Mérida. El Proyecto se inserta en una zona de presión creciente sobre suelos agrícolas y localidades pequeñas con alta presencia de hablantes de lengua maya, lo que incrementa la sensibilidad social del área.

Mérida, Hunucmá y Umán concentran la mayor población de la Región Ecológica: Mérida con más de 995 mil habitantes, Umán con casi 70 mil y Hunucmá con poco más de 35 mil habitantes en 2020, lo que refleja un crecimiento importante respecto a 2010 y una integración creciente al área metropolitana noroccidental del estado. En contraste, Ucú y Samahil son municipios pequeños, con alrededor de 4 mil y 5.6 mil habitantes en 2020, respectivamente, donde predominan estructuras socioeconómicas más rurales, con proporciones relevantes de población en pobreza moderada y alta dependencia de actividades agrícolas y de servicios básicos.

En todos estos municipios sobresale la presencia de comunidades mayas, con porcentajes importantes de población de tres años y más que habla alguna lengua indígena

Consulta Pública

(mayoritariamente maya), lo que refuerza la necesidad de abordar el proyecto con enfoque multicultural y de concertación. Asimismo, los niveles de escolaridad se concentran en primaria y secundaria, mientras que persisten brechas en acceso a servicios básicos, seguridad social y vivienda digna, con proporciones significativas de población en pobreza moderada y extrema, especialmente en Samahil y Ucú.

La región vive una transición entre una matriz productiva tradicional y la instalación de infraestructura de servicios, industria y energía. Esta dinámica coloca a los municipios de Mérida, Hunucmá, Umán, Ucú y Samahil como parte de un corredor de crecimiento donde proyectos de generación eléctrica, inciden no solo en la huella de energía, sino en la estructura de tenencia de la tierra, los medios de vida locales y la cohesión comunitaria.

Yucatán, mantiene tasas delictivas relativamente bajas a nivel nacional, aunque ha registrado aumentos en 2025: la incidencia estatal superó el 2024 en 4 % en 10 meses, con énfasis en robos (uno cada 13 horas, +21.6 %) y delitos como amenazas y narcomenudeo. En Umán no hay indicadores específicos elevados, beneficiándose del contexto estatal de bajo impacto en delitos graves. (Diario de Yucatán 2025).

En el plano sociodemográfico, la RE se caracteriza, con excepción de Mérida, por una población asentada en localidades pequeñas, rancho y ejidos, con baja densidad demográfica y elevada ruralidad. Persiste una fuerte presencia de comunidades mayas, donde la lengua maya se conserva como parte importante de la identidad cultural y de la vida cotidiana, y donde la tierra, el ejido y las áreas de uso común constituyen un soporte central para la reproducción material y social de las familias. La matriz productiva se concentra en la agricultura de temporal (maíz, frijol, sorgo, henequén), la ganadería menor y mayor, y actividades de servicios locales, con empleo fragmentado y baja formalización, lo que refleja una economía de subsistencia e intercambio local altamente sensible a cambios en el uso de suelo y en la disponibilidad de tierras.

En su conjunto, la población de la RE se distribuye principalmente en localidades pequeñas, comisarías, ranchos y ejidos, con una baja densidad demográfica en el área rural y un crecimiento más marcado en las cabeceras y zonas de influencia directa de la conurbación Mérida-Umán-Hunucmá.

La población se inserta en un contexto de transición demográfica y social, donde coexisten comunidades mayas con fuerte arraigo territorial y una apertura creciente a la migración laboral y al empleo no agrícola. La mayoría de las personas son mayores de 18 años, lo que indica una base de población con capacidad de trabajo y participación en actividades económicas, aunque buena parte de este empleo se concentra en la agricultura, la ganadería y servicios locales de baja formalidad. Esta realidad hace que cualquier transformación significativa en el uso del suelo, como la ocupación de tierras para un parque fotovoltaico, tenga implicaciones directas sobre los medios de vida, la organización social y la cohesión comunitaria de la RE.

3.3.11.2 Tamaño, estructura y crecimiento de la población

La RE, integrada por los municipios de Hunucmá, Mérida, Samahil, Umán y Ucú presenta una estructura poblacional heterogénea, en la que se combinan municipios de mayor

Consulta Pública

tamaño y crecimiento marcado con otros de dimensión reducida y carácter netamente rural. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, Mérida cuenta con una población de 995,129 habitantes, Hunucmá concentra alrededor de 35 mil habitantes, Umán alrededor de 69 mil, mientras que Ucú y Samahil presentan poblaciones cercanas a 4 mil y 5.6 mil habitantes, respectivamente.

La estructura por sexo es relativamente equilibrada, con proporciones semejantes entre mujeres y hombres en todos los municipios, lo que refleja una dinámica de población estable y sin sesgos extremos de género.

En 2020 la población de Hunucmá era de 35,137 habitantes, la relación hombres mujeres en ese año era de 98.7 hombres por cada 100 mujeres.

Tabla 77: Población municipal Hunucmá 1990 – 2020.

Sexo	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Hombres	10,853	12,351	13,019	14,093	15,330	16,046	17,457
Mujeres	10,614	12,111	12,960	14,007	15,401	16,429	17,680
Total	21,467	24,462	25,979	28,100	30,731	32,475	35,137

Fuente 1: Sistema Nacional de Información Municipal con información del INEGI (Sistema Nacional de Información Municipal 2020).

La población de Mérida era de 995,129 habitantes, con una relación hombres – mujeres de 92 hombres por cada 100 mujeres.

Tabla 78: Población municipal Mérida 1990 – 2020.

Sexo	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Hombres	267,917	314,703	339,543	377,158	401,340	428,715	479,369
Mujeres	288,902	335,067	365,512	403,988	429,392	463,648	515,760
Total	556,819	649,770	705,055	781,146	830,732	892,363	995,129

Fuente 2: Sistema Nacional de Información Municipal con información del INEGI (Sistema Nacional de Información Municipal 2020).

Por su parte, en Samahil era de 5.631 habitantes, la relación hombres mujeres en ese año era de 101.3 hombres por cada 100 mujeres.

Tabla 79: Población municipal Samahil 1990 – 2020.

Sexo	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Hombres	1,980	2,128	2,201	2,384	2,532	2,520	2,835
Mujeres	1,909	2,056	2,153	2,380	2,476	2,599	2,796
Total	3,889	4,184	4,354	4,764	5,008	5,119	5,631

Fuente 3: Sistema Nacional de Información Municipal con información del INEGI (Sistema Nacional de Información Municipal 2020).

En Ucú la población era de 4,049 habitantes, la relación hombres mujeres en ese año era de 99.0 hombres por cada 100 mujeres.

Tabla 80: Población municipal Ucú 1990 – 2020.

Sexo	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020

Consulta Pública

Hombres	1,290	1,439	1,490	1,556	1,744	1,838	2,015
Mujeres	1,140	1,350	1,419	1,501	1,725	1,844	2,034
Total	2,430	2,789	2,909	3,057	3,469	3,682	4,049

Fuente 4: Sistema Nacional de Información Municipal con información del INEGI (Sistema Nacional de Información Municipal 2020).

Por último, la población de Umán era de 69,147 habitantes, posicionándose como la cuarta ciudad más poblada del estado; este crecimiento sostenido, con un aumento del 42.4 % entre 2010 y 2020, refleja la conurbación de Mérida y la migración hacia la zona, con una estructura equilibrada por género similar al promedio estatal. La relación hombres mujeres en ese año era de 99.1 hombres por cada 100 mujeres.

Tabla 81: Población municipal Umán 1990 – 2020.

Sexo	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Hombres	19,680	23,144	24,678	26,696	25,443	27,486	34,422
Mujeres	19,644	22,748	24,467	26,572	25,550	27,775	34,725
Total	39,324	45,892	49,145	53,268	50,993	55,261	69,147

Fuente 5: Sistema Nacional de Información Municipal con información del INEGI (Sistema Nacional de Información Municipal 2020).

Consulta Pública

Figura 72: Relación hombres – mujeres Mérida y Hunucmá

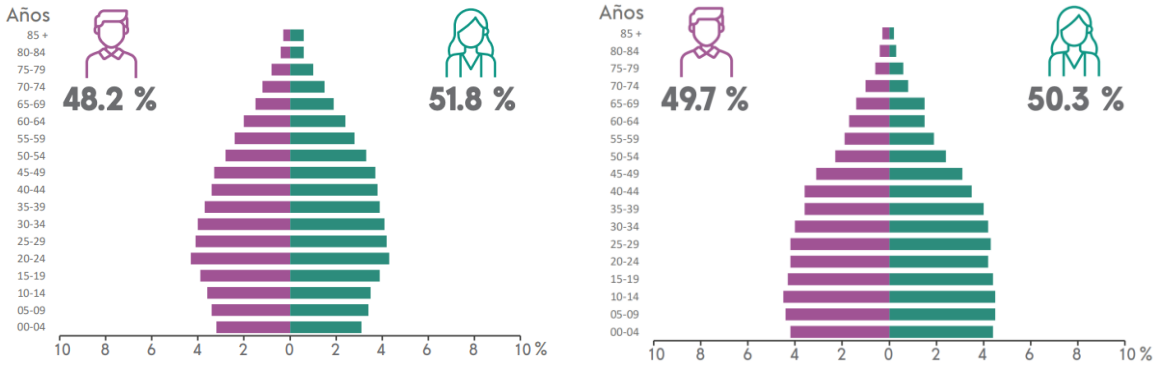


Figura 73: Relación hombres – mujeres Samahil y Ucú

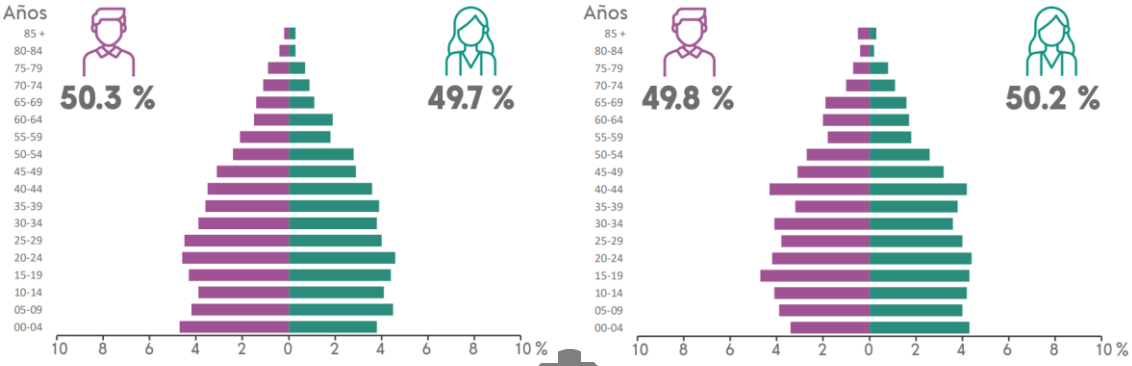
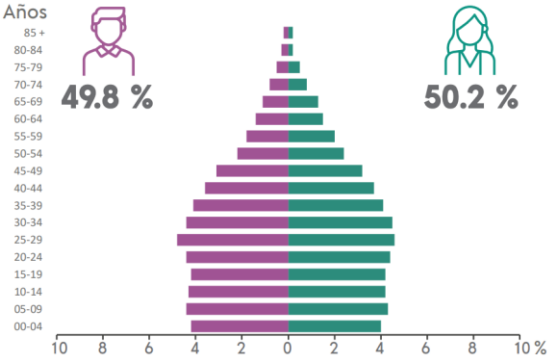


Figura 74: Relación hombres – mujeres Umán



Fuente 6: Panorama Sociodemográfico de Yucatán 2020 (INEGI 2021)

3.3.11.3 Marginación y desarrollo social

La marginación se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, pero también a privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar. Por lo tanto, hay una exclusión de diversos grupos sociales del proceso productivo, así como de los beneficios del desarrollo (CONAPO, 2011).

Las desventajas ocasionadas por la marginación son acumulables, configurando escenarios cada vez más desfavorables. El objetivo de los proyectos productivos es fomentar las actividades económicas, para elevar el bienestar de la población y de las

localidades, así como incorporar al desarrollo a los sectores de población o regiones que por sus condiciones y carencias no participan de los beneficios de la dinámica económica ni de su bienestar.

Para identificar los sectores que carecen de oportunidades de desarrollo y posteriormente priorizar acciones, la CONAPO (1990) diseñó el Índice de Marginación, con el fin de analizar las desventajas sociales o las carencias de la población e identificar los espacios de marginación, diferenciándolos según nivel o intensidad.

Para este índice se emplean nueve formas de exclusión expresadas en un indicador que mide su intensidad en porcentaje, donde el mayor porcentaje indica menos oportunidades para acceder a los beneficios del desarrollo. Están divididas en cuatro rubros: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos.

Los indicadores de las formas de exclusión son: los porcentajes de la población analfabeta, sin primaria completada, sin agua entubada, sin drenaje, sin energía eléctrica, con piso de tierra, nivel de hacinamiento, porcentaje de la población que vive en localidades con menos de 5,000 habitantes y el porcentaje de la población ocupada con ingreso de hasta dos salarios mínimos (CONAPO 2011).

La marginación social es producto en gran medida de la falta de opciones para satisfacer las necesidades básicas de toda familia, esto es preocupante, ya que como sabemos, sin la promoción adecuada de alternativas que permitan la generación de empleos, la economía de la población se ve afectada, reflejándose en los altos índices de emigración presentes en el municipio.

Tabla 82: Indicadores de marginación municipal Humucmá, 2020.

Indicador	Valor
Población total	35,137
% Población analfabeta de 15 años o más	9.03
% Población de 15 años o más sin educación básica	41.67
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	13.09
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	0.36
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	1.97
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	0.66
% Viviendas particulares con hacinamiento	35.81
% Población que vive en localidades menores a 5 000 habitantes	19.14
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	83.31
Grado de marginación, 2020	Medio

Fuente 7: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Consulta Pública

Tabla 83: Indicadores de marginación municipal Mérida, 2020.

Indicador	Valor
Población total	995,129
% Población analfabeta de 15 años o más	2.05
% Población de 15 años o más sin educación básica	19.53
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	0.70
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	0.16
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	0.65
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	0.45
% Viviendas particulares con hacinamiento	16.00
% Población que vive en localidades menores a 5 000 habitantes	4.24
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	55.84
Grado de marginación, 2020	Muy bajo

Fuente 8: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Tabla 84: Indicadores de marginación municipal Samahil, 2020.

Indicador	Valor
Población total	5,631
% Población analfabeta de 15 años o más	8.32
% Población de 15 años o más sin educación básica	35.25
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	10.60
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	0.16
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	0.48
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	0.70
% Viviendas particulares con hacinamiento	34.82
% Población que vive en localidades menores a 5 000 habitantes	100
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	89.23
Grado de marginación, 2020	medio

Fuente 9: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Consulta Pública

Tabla 85: Indicadores de marginación municipal Ucú, 2020.

Indicador	Valor
Población total	4,049
% Población analfabeta de 15 años o más	7.93
% Población de 15 años o más sin educación básica	42.24
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	7.50
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	0.20
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	4.93
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	0.02
% Viviendas particulares con hacinamiento	26.84
% Población que vive en localidades menores a 5 000 habitantes	100
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	79.94
Grado de marginación, 2020	medio

Fuente 10: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Tabla 86: Indicadores de marginación municipal Umán, 2020.

Indicador	Valor
Población total	69,147
% Población analfabeta de 15 años o más	4.71
% Población de 15 años o más sin educación básica	30.18
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	5.65
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	0.34
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	0.41
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	0.39
% Viviendas particulares con hacinamiento	27.85
% Población que vive en localidades menores a 5 000 habitantes	18.42
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	74.84
Grado de marginación, 2020	Muy bajo

Fuente 11: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Consulta Pública

3.3.11.4 Migración

La migración es uno de los tres fenómenos demográficos determinantes del volumen, composición y evolución de la población. Sus efectos se expresan en el crecimiento de la población para el total del país, para cada entidad, municipio y localidad; por lo que incide directamente en la forma en que la misma se distribuye en el territorio nacional.

Tabla 87: Indicadores de migración municipal, Hunucmá 2020.

Indicador	Valor
Población total	35,137
Población de 5 años y más inmigrante	822
Población de 5 años y más emigrante	485
Población nacida en otro país residente en México	15
Población de 5 años y más migrante por trabajo	23.5 %
Población de 5 años y más migrante por causa familiar	50.4 %
Población de 5 años y más migrante por causa educativa	6.9 %
Población de 5 años y más migrante por inseguridad, delincuencia o violencia	8.6 %

Fuente 12: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 88: Indicadores de migración municipal, Mérida 2020.

Indicador	Valor
Población total	995,129
Población de 5 años y más inmigrante	68,343
Población de 5 años y más emigrante	32,813
Población nacida en otro país residente en México	12,114
Población de 5 años y más migrante por trabajo	27.1 %
Población de 5 años y más migrante por causa familiar	34.2 %
Población de 5 años y más migrante por causa educativa	13.1 %
Población de 5 años y más migrante por inseguridad, delincuencia o violencia	16.1 %

Fuente 13: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Consulta Pública

Tabla 89: Indicadores de migración municipal, Samahil 2020.

Indicador	Valor
Población total	5,631
Población de 5 años y más inmigrante	147
Población de 5 años y más emigrante	124
Población nacida en otro país residente en México	1
Población de 5 años y más migrante por trabajo	4.8 %
Población de 5 años y más migrante por causa familiar	70.7 %
Población de 5 años y más migrante por causa educativa	8.2 %
Población de 5 años y más migrante por inseguridad, delincuencia o violencia	3.4 %

Fuente 14: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 90: Indicadores de migración municipal, Ucú 2020.

Indicador	Valor
Población total	4,049
Población de 5 años y más inmigrante	249
Población de 5 años y más emigrante	42
Población nacida en otro país residente en México	0
Población de 5 años y más migrante por trabajo	12.4 %
Población de 5 años y más migrante por causa familiar	58.5 %
Población de 5 años y más migrante por causa educativa	1.6 %
Población de 5 años y más migrante por inseguridad, delincuencia o violencia	8.5 %

Fuente 15: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 91: Indicadores de migración municipal, Umán 2020.

Indicador	Valor
Población total	69,147
Población de 5 años y más inmigrante	5,520
Población de 5 años y más emigrante	958
Población nacida en otro país residente en México	38
Población de 5 años y más migrante por trabajo	24 %
Población de 5 años y más migrante por causa familiar	53 %
Población de 5 años y más migrante por causa educativa	4.1 %

Consulta Pública

Población de 5 años y más migrante por inseguridad, delincuencia o violencia	5.1 %

Fuente 16: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Según datos del Banco de México (BANXICO 2020) las remesas desde EUA a los municipios Mérida, Hunucmá y Umán en el trimestre de octubre a diciembre 2025 fueron de 39.831576, 2.363335 y 0.541714 millones de dólares, mientras que Samahil y Ucú no recibieron remesas desde EUA durante 2025.

3.3.11.5 Educación

Mérida cuenta con infraestructura pública y privada para todos los niveles educativos; Hunucmá, Samahil y Umán cuentan con instalaciones que van desde inicial hasta bachillerato distribuidas en varias localidades del municipio, aun así, los habitantes de las localidades que no cuentan con centros educativos, deben trasladarse a localidades con mayor infraestructura; en Ucú se cuenta con instalaciones que van desde la inicial hasta la secundaria y un telebachillerato.

Tabla 92: Principales características educativas de la población Hunucmá.

Indicador	Valor
Población total	35,137
Porcentaje de personas de 15 años y más alfabetas	90.9 %
Tasa de alfabetización	99.1
Población de 5 años y más que asiste a la escuela	9,005
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años	8.2
Porcentaje de población de 25 años y más alfabeta	88.4 %
Porcentaje de población de 15 años y más sin escolaridad	7.8 %

Fuente 17: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 93: Principales características educativas de la población Mérida.

Indicador	Valor
Población total	995,129
Porcentaje de personas de 15 años y más alfabetas	97.7 %
Tasa de alfabetización	99.2
Población de 5 años y más que asiste a la escuela	246.709
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años	11.4
Porcentaje de población de 25 años y más alfabeta	97.3 %
Porcentaje de población de 15 años y más sin escolaridad	2.2 %

Fuente 18: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Consulta Pública

Tabla 94: Principales características educativas de la población Samahil.

Indicador	Valor
Población total	5,631
Porcentaje de personas de 15 años y más alfabetas	91.7 %
Tasa de alfabetización	99.5
Población de 5 años y más que asiste a la escuela	1,283
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años	8.0
Porcentaje de población de 25 años y más alfabeta	89.2 %
Porcentaje de población de 15 años y más sin escolaridad	7.2 %

Fuente 19: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 95: Principales características educativas de la población Ucú.

Indicador	Valor
Población total	4,049
Porcentaje de personas de 15 años y más alfabetas	92.0 %
Tasa de alfabetización	99.7
Población de 5 años y más que asiste a la escuela	933
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años	8.0
Porcentaje de población de 25 años y más alfabeta	89.7 %
Porcentaje de población de 15 años y más sin escolaridad	6.7 %

Fuente 20: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 96: Principales características educativas de la población Umán.

Indicador	Valor
Población total	69,147
Porcentaje de personas de 15 años y más alfabetas	95.1 %
Tasa de alfabetización	99.1
Población de 5 años y más que asiste a la escuela	16,974
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años	9.1
Porcentaje de población de 25 años y más alfabeta	93.9 %
Porcentaje de población de 15 años y más sin escolaridad	4.2 %

Consulta Pública

Fuente 21: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

3.3.11.6 Salud

En estos municipios, se encuentran diversos Centros de Salud que, aunque atienden a una parte de la población, resultan insuficientes, muchas localidades no cuentan con ningún tipo de servicio de salud y es necesario trasladarse grandes distancias. En cuanto a la Derechohabiencia a servicios de salud, los principales indicadores son:

Tabla 97: Derechohabiencia de la población municipal, Hunucmá.

Indicador	Valor
Población total	35,137
Seguro Popular	38.5
PEMEX, SDN, SM	0.5
IMSS	55.6
ISSSTE	4.0
Instituto de Salud para el Bienestar	0.6

Fuente 22: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 98: Derechohabiencia de la población municipal, Mérida.

Indicador	Valor
Población total	995,129
Seguro Popular	11.6
PEMEX, SDN, SM	1.5
IMSS	73.1
ISSSTE	9.3
Instituto de Salud para el Bienestar	0.3

Fuente 23: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 99: Derechohabiencia de la población municipal, Samahil.

Indicador	Valor
Población total	5,631
Seguro Popular	28.4
PEMEX, SDN, SM	0.2
IMSS	68.8
ISSSTE	1.1
Instituto de Salud para el Bienestar	0.2

Consulta Pública

Fuente 24: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 100: Derechohabiencia de la población municipal, Ucú.

Indicador	Valor
Población total	4,049
Seguro Popular	30.4
PEMEX, SDN, SM	1.0
IMSS	66.0
ISSSTE	1.8
Instituto de Salud para el Bienestar	0.2

Fuente 25: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 101: Derechohabiencia de la población municipal, Umán.

Indicador	Valor
Población total	69,147
Seguro Popular	17.7
PEMEX, SDN, SM	0.4
IMSS	79.0
ISSSTE	2.9
Instituto de Salud para el Bienestar	0.2

Fuente 26: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

3.3.11.7 Vivienda y servicios públicos

Las principales características de las viviendas habitadas en los municipios donde se ubica la RE, son como sigue:

Tabla 102: Principales características de las viviendas ocupadas, Hunucmá.

Indicador	Valor
Viviendas particulares habitadas	8,941
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	8,861
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda	8,719
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	7,281
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	7,605
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	0.8 %

Consulta Pública

Fuente 27: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 103: Principales características de las viviendas ocupadas, Mérida.

Indicador	Valor
Viviendas particulares habitadas	303,783
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	302,010
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda	300,646
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	298,991
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	300,200
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	0.5 %

Fuente 28: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 104: Principales características de las viviendas ocupadas, Samahil.

Indicador	Valor
Viviendas particulares habitadas	1,442
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	1,430
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda	1,429
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	1,203
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	1,253
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	0.8 %

Fuente 29: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 105: Principales características de las viviendas ocupadas, Ucú.

Indicador	Valor
Viviendas particulares habitadas	1,139
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	1,119
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda	1,063
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	979
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	1,019
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	0.1 %

Consulta Pública

Fuente 30: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 106: Principales características de las viviendas ocupadas, Umán.

Indicador	Valor
Viviendas particulares habitadas	19,361
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	19,225
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda	19,236
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	17,859
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	18,141
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	0.4 %

Fuente 31: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

3.3.11.8 Trabajo y condiciones laborales

La economía municipal está fuertemente ligada a la capital de estado, debido a su conurbación; se ha dado un proceso de industrialización importante que pone al sector secundario como la principal actividad del municipio; seguida del turismo y el comercio. De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020, las condiciones de actividad económica de la población municipal son:

Tabla 107: Principales características económicas Hunucmá.

Indicadores de participación económica	Total
Población de 12 años y más económicamente activa	64.9 %
Población de 12 años y más no económicamente activa	34.9 %
Población de 12 años y más económicamente activa ocupada	98.9 %
Población femenina de 12 años y más económicamente activa	39.6 %
Población masculina de 12 años y más económicamente activa	60.4 %

Fuente 32: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 108: Principales características económicas Mérida.

Indicadores de participación económica	Total
Población de 12 años y más económicamente activa	63.2 %
Población de 12 años y más no económicamente activa	36.6 %
Población de 12 años y más económicamente activa ocupada	98.7 %
Población femenina de 12 años y más económicamente activa	44.0 %

Consulta Pública

Población masculina de 12 años y más económicamente activa	56.0 %

Fuente 33: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 109: Principales características económicas Samahil.

Indicadores de participación económica	Total
Población de 12 años y más económicamente activa	56.4 %
Población de 12 años y más no económicamente activa	43.5 %
Población de 12 años y más económicamente activa ocupada	99.4 %
Población femenina de 12 años y más económicamente activa	33.9 %
Población masculina de 12 años y más económicamente activa	66.1 %

Fuente 34: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 110: Principales características económicas Ucú.

Indicadores de participación económica	Total
Población de 12 años y más económicamente activa	61.5 %
Población de 12 años y más no económicamente activa	38.3 %
Población de 12 años y más económicamente activa ocupada	98.5 %
Población femenina de 12 años y más económicamente activa	36.2 %
Población masculina de 12 años y más económicamente activa	63.8 %

Fuente 35: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

Tabla 111: Principales características económicas Umán.

Indicadores de participación económica	Total
Población de 12 años y más económicamente activa	65.8 %
Población de 12 años y más no económicamente activa	34.0 %
Población de 12 años y más económicamente activa ocupada	98.7 %
Población femenina de 12 años y más económicamente activa	39.9 %
Población masculina de 12 años y más económicamente activa	60.1 %

Fuente 36: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

3.3.11.9 Arqueología, Cultura y tradiciones

Los municipios Hunucmá, Mérida, Samahil, Umán, Ucú se ubican en la Región Maya, con evidencias de ocupación prehispánica en diversos sitios arqueológicos, así como con continuidad de prácticas culturales, lengua maya y organización comunitaria en muchas localidades. Esta base cultural se entrelaza con la herencia colonial, en iglesias,

Consulta Pública

exconventos y ex haciendas que aún se conservan y constituyen parte importante del paisaje cultural y turístico del área.

Persisten tradiciones ligadas al cultivo de la milpa, la ganadería, el uso de los recursos naturales de la zona y la relación con el territorio; se llevan a cabo rituales, festividades y formas de organización social, como ejidos, comisarías y comunidades mayas.

Mérida, posee un patrimonio de más de 212 sitios arqueológicos mayas, una basta herencia colonial y tradiciones de origen maya y español. La cabecera municipal se construyó sobre los restos de la ciudad maya T'Hó hacia 1542. En el municipio se encuentra una importante concentración de vestigios arqueológicos distribuidos en selvas, comisarías, fraccionamientos y colonias.

Entre los sitios más importantes destacan Dzibilchaltún, Dzoyilá, Chen Hó, Xoclán, Caucel, Xcatzmil y Flor de Mayo, que abarcan categorías como sitios arqueológicos, zonas de protección, parques arqueológicos, reservas arqueológicas y monumentos situados en vialidades.

El patrimonio cultural de Mérida se refleja en su centro histórico, el tercero más grande de América, que alberga la Catedral de San Ildefonso, la más antigua de la América continental, construida con piedras procedentes de ruinas mayas adyacentes. La ciudad muestra una mezcla única de culturas maya, española y africana de la época colonial, con aportaciones posteriores de Francia, Líbano, Países Bajos, Corea e Italia. El patrimonio edificado incluye museos, galerías, centros culturales, plazas, parques y mercados de épocas colonial, del siglo XIX y de la primera mitad del siglo XX. Los barrios tradicionales de San Cristóbal, Santiago y San Román han sido habitados desde el siglo XVI por indígenas nahuas que acompañaron a Diego de Montejo durante la conquista.

Algunas de las tradiciones son el Hanal Pixán, que significa "comida de las ánimas" en maya, que es la celebración del Día de Muertos yucateco que se realiza en octubre y noviembre, con altares elaborados, ofrendas, flores y alimentos tradicionales para los difuntos. El Paseo de las Ánimas, celebrado a finales de octubre, es una procesión nocturna en la que los participantes llevan velas, tienen los rostros pintados y visten traje maya tradicional. Las vaquerías son bailes típicos yucatecos que se realizan durante las fiestas patronales, con jaranas, zapateado y trajes tradicionales; surgieron en la época colonial.

Hunucmá resguarda una tradición maya profundamente arraigada, con evidencias de ocupación desde la época maya. La cabecera municipal se emplaza sobre antiguas construcciones mayas. Durante el periodo Colonial (1542-1821 DC) nuevos poblados de corte europeo se levantaron sobre las ruinas de los asentamientos prehispánicos de Kinchil, Tetiz, Hunucma, Ucú y Caucel (Laporte n.d.)

Las iglesias coloniales de Hunucmá y Ucú se erigieron sobre amplios basamentos Mayas, y muchas piedras labradas de sus edificios prehispánicos se pueden apreciar hoy en día empotradas en los muros de las iglesias, casas y haciendas coloniales de la región (Roys 1949, 1952, 1957)

Consulta Pública

En el ámbito de monumentos históricos-arquitectónicos, Hunucmá cuenta con varios edificios de época colonial y republicana: el templo en honor de Santiago Apóstol, construido en el siglo XVII; la capilla en honor de San Antonio, de la época colonial, y la capilla de Guadalupe, del siglo XVIII; además del exconvento e iglesia de San Francisco, levantado en el siglo XVI que se localiza en el centro del poblado, así como las ex haciendas Santa Elena, San Joaquín y Chencopo, que ejemplifican la estructura agro haciendista de la región; un museo local donde se exhiben objetos de la cultura maya.

Ucú, cuenta con una cultura maya rural arraigada, con tradiciones de uso comunitario de la tierra, pequeñas localidades y ex haciendas; se encuentran espacios comunes y pequeños centros ceremoniales y religiosos locales.

En el área se encuentran asentamientos mayas prehispánicos y estructuras precolombinas como base o parte de estructuras coloniales. Recientemente se realizó el descubrimiento de un depósito ritual con fragmentos de cerámica, restos óseos posiblemente de venado, entre otros materiales; Además de contar con accesos abiertos desde cualquier lado, características que sugieren que el sitio funcionaba como un espacio semipúblico de reunión o asamblea comunitaria. Estos hallazgos evidencian prácticas ceremoniales mayas en el territorio, probablemente asociadas a ofrendas y rituales en espacios naturales como abrigos en la roca madre. (24 Horas Yucatán 2026)

Samahil cuenta con una fuerte continuidad cultural maya, con presencia previa a la conquista, que de igual manera está basada en las localidades menores y las haciendas. La cabecera municipal de Samahil era parte del cacicazgo de Ak Canul.

El municipio conserva estructuras asociadas a la época colonial y a las haciendas posteriores. Las localidades con mayor presencia de población maya son Kuchel, Samahil y San Antonio Tedzidz.

Umán conserva una rica herencia maya, con tradiciones como el Hanal Pixán (Día de Muertos), altares con mucbil pollo y diversidad religiosa que incluye catolicismo dominante (alrededor del 85% en 2000) junto a prácticas protestantes emergentes. Se practican danzas jaranas, vaquerías y artesanías como hamacas y bordados; la gastronomía destaca cochinita pibil, y dulces regionales. Trajes típicos como el terno y huipil reflejan fusión cultural maya-española en fiestas patronales como la del Cristo del Amor.

Las fiestas populares, se celebran del 13 al 15 de septiembre, en honor al santo Cristo del Amor, en ellas se llevan a cabo gremios: tradición que agrupa a personas que comparten oficio, profesión, estatus social o vecindario, que se organizan para rendir homenaje a un santo patrono durante las fiestas, en Yucatán son un legado de la orden franciscana. Durante las fiestas, también se identifican las alboradas, que son literalmente la celebración con música al amanecer. En la fiesta, también hay feria, bailes populares y carnaval.

Monumentos históricos: El exconvento y parroquia de San Francisco de Asís, construido en el siglo XVIII; las capillas a la virgen de Guadalupe, a la virgen de la Candelaria, de Mejorada, de San Marcos, la de la Santa Cruz y la de San Juan de Dios, construidas en el siglo XX; las ex haciendas Yaxcopoil, Xtepen y Hundzity.

Consulta Pública

En la cabecera municipal y en los lugares denominados Bolon, Hotzus y Kizil se encuentran vestigios arqueológicos.

3.3.11.10 Población indígena

El artículo 2° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Reformado, D.O.F. 30 de septiembre de 2024) estable que:

> La Nación tiene una composición pluricultural y multiétnica sustentada originalmente en sus pueblos indígenas, que son aquellas colectividades con una continuidad histórica de las sociedades precoloniales establecidas en el territorio nacional; y que conservan, desarrollan y transmiten sus instituciones sociales, normativas, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas.
> Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquellas que forman una unidad social, económica y cultural, asentadas en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus sistemas normativos.

De acuerdo al Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas y con base en el artículo 2º. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se entiende que:

> (Reformado, D.O.F. 14 de agosto de 2001) La conciencia de su identidad indígena deberá ser criterio fundamental para determinar a quiénes se aplican las disposiciones sobre pueblos indígenas.
> (Reformado, D.O.F. 30 de septiembre de 2024) Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquellas que forman una unidad social, económica y cultural, asentadas en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus sistemas normativos.

La identificación de pueblos y comunidades indígenas se realiza, bajo las características y definiciones establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (Organización Internacional del Trabajo et al. 2009) y demás instrumentos jurídicos aplicables. Al respecto, la Constitución en su artículo 2° establece que:

> *"El derecho de los pueblos indígenas a la libre determinación se ejercerá en un marco* constitucional de autonomía que asegure la unidad nacional. Para el reconocimiento de los pueblos y comunidades indígenas se deben tomar en cuenta, además de los principios generales establecidos en los párrafos anteriores de este artículo, criterios etnolingüísticos, de asentamiento *físico y de autoadscripción."*
> *"Se reconoce a los pueblos y comunidades indígenas como sujetos de derecho público con personalidad jurídica y patrimonio propio."*

El Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) considera Población Indígena (PI) a todas las personas que forman parte de un hogar indígena, donde el jefe del hogar, su cónyuge y/o alguno de los ascendientes (madre, padre, madrastra o padrastro, abuelo, bisabuelo, tatarabuelo, o suegro) declaró ser hablante de lengua indígena, Además incluye a personas que declararon hablar alguna lengua indígena y que no forman parte de estos hogares.

3.3.11.10.1 Autoadscripción

Aunque se ha ensayado la aplicación de diversos criterios, el rasgo que ha permanecido constante durante casi un siglo ha sido el de la calidad de hablante de alguna lengua indígena de la persona censada, es decir, ha prevalecido el criterio lingüístico. Los censos

Consulta Pública

han registrado históricamente a la población hablante de alguna lengua indígena (HLI) mayor de 5 años, aunque la serie que ofrece la mejor base de comparación es la que va de 1930 a 2000. A partir de 1990 se registra también a la población de 0 a 4 años que habita en hogares cuyo jefe(a) o cónyuge habla lengua indígena.

El censo del 2000 registró, además, a la población que, no hablando alguna lengua indígena, declaró pertenecer a algún grupo indígena. En consecuencia, el total de población indígena actual es la sumatoria de:

- La población de 5 años y más hablante de lengua indígena (HLI)
- La población indígena de 0 a 4 años de edad que habita en hogares cuyo jefe o jefa de familia o su cónyuge es hablante de lengua indígena
- La población que se autoadscribió como indígena

A la pregunta puntual: de acuerdo a su cultura, ¿se considera indígena?, en el Censo de Población y Vivienda 2020, se ha considerado como condición indígena a la "Condición que distingue a las personas que se autoreconocen como persona indígena de acuerdo con su cultura, costumbres y tradiciones" (Suprema Corte de Justicia de la Nación 2014)(INEGI 2020b)

"La autoadscripción es el criterio para determinar si una persona es indígena, pues la definición de lo indígena no corresponde al Estado. Es prerrogativa de quienes tienen conciencia de pertenecer a un pueblo o comunidad indígena definirse como tales. En tal sentido, la autoadscripción es el acto voluntario de personas o comunidades que, teniendo un vínculo cultural, histórico, político, lingüístico o de otro tipo, deciden identificarse como miembros de un pueblo indígena reconocido por el Estado nacional. (Suprema Corte de Justicia de la Nación 2014)

No es facultad del Estado definir lo indígena, ni expedir constancias o certificados de pertenencia, tampoco controvertir el dicho de quien se ha definido como tal […] Quien se autoadscribe como indígena no tiene la carga de la prueba sobre esa circunstancia, pues no es una condición biológica o fenotípica, ni conlleva referentes materiales específicos e inmutables, sino que se trata de una identificación subjetiva con una identidad cultural". (Suprema Corte de Justicia de la Nación 2014)

El reconocimiento de la autoadscripción afromexicana o afrodescendiente forma parte de los esfuerzos conjuntos de Naciones Unidas en muchos países de Latinoamérica para el Decenio Internacional para los Afrodescendientes, que inició en 2015 y que busca revalorizar la cultura, la historia y la integración multinacional de grupos históricamente discriminados, la Constitución en la reforma constitucional del Artículo 2° (reformado, D.O.F. 30 de septiembre de 2024) establece que:

> *"Los pueblos y comunidades afromexicanas se integran por descendientes de personas* originarias de poblaciones del continente africano trasladadas y asentadas en el territorio nacional desde la época colonial, con formas propias de organización social, económica, política y cultural, *o parte de ellas, y afirman su existencia como colectividades culturalmente diferenciadas"*

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, en México habitan 126.01 millones de personas y el 2 % se autorreconoce como afrodescendiente es decir 2,576,213 personas

Consulta Pública

que se autorreconocen como afrodescendientes o afromexicanos, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

La edad promedio de dicho sector de la población tiene 32 años, lo cual es mayor a la media nacional que es de 29 años; tienen una base de la pirámide de población más estrecha, debido a que hay personas que se autorreconocen como afrodescendientes que son inmigrantes, la inmigración normalmente ocurre en las edades mayores.

Son diez entidades las que concentran el 45.1 % de la población afromexicana. Los estados donde se concentra el mayor volumen son: Guerrero, con 8.6 millones de individuos; Oaxaca, con 4.7 millones de personas; Baja California Sur, con 3.3 millones; Yucatán, con 3 millones; Quintana Roo, con 2.8 millones; Veracruz, con 2.7 millones; Campeche, con 2.1 millones; Ciudad de México, con 2 millones; San Luis Potosí, con 2 millones y Morelos con 1.9 millones.

3.3.11.10.2 Población indígena

Con el criterio anterior, se incorpora en la población indígena, al universo de personas que aun no siendo hablantes de lengua indígena comparten modos de vida y relaciones activas en el marco de las identidades étnicas. Bajo este criterio, le fue posible a la en su momento CDI la clasificación de municipios a partir de la proporción y el tamaño de la población indígena residente. El resultado de la tipología de municipios es la siguiente:

- Municipios Indígenas (40% y más de Población Indígena (PI))
- Con Presencia de Población Indígena (menos de 40% de PI y más de 5,000 indígenas, o bien, municipios con presencia importante de hablantes de lengua minoritaria),
- Municipios con Población Indígena Dispersa (menos de 40% de PI) y
- Municipios sin Población Indígena.

De acuerdo Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI 2020), la población total indígena y afrodescendiente en los municipios donde se ubica la Región Ecológica del proyecto es:

Tabla 112: Población indígena y afromexicana en el municipio.

Estado	Municipio	Tipo de municipio	Población total municipal	Población en hogares indígenas	Población afromexicana
Yucatán	Mérida	Con Presencia	995,129	176,752	28,251
Yucatán	Hunucmá	Con Presencia	35,137	13,786	713
Yucatán	Samahil	Municipio indígena	5,631	4,012	130
Yucatán	Ucú	Municipio indígena	4,049	1,889	187
Yucatán	Umán	Con Presencia	69,147	25,386	928

Fuente 37: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

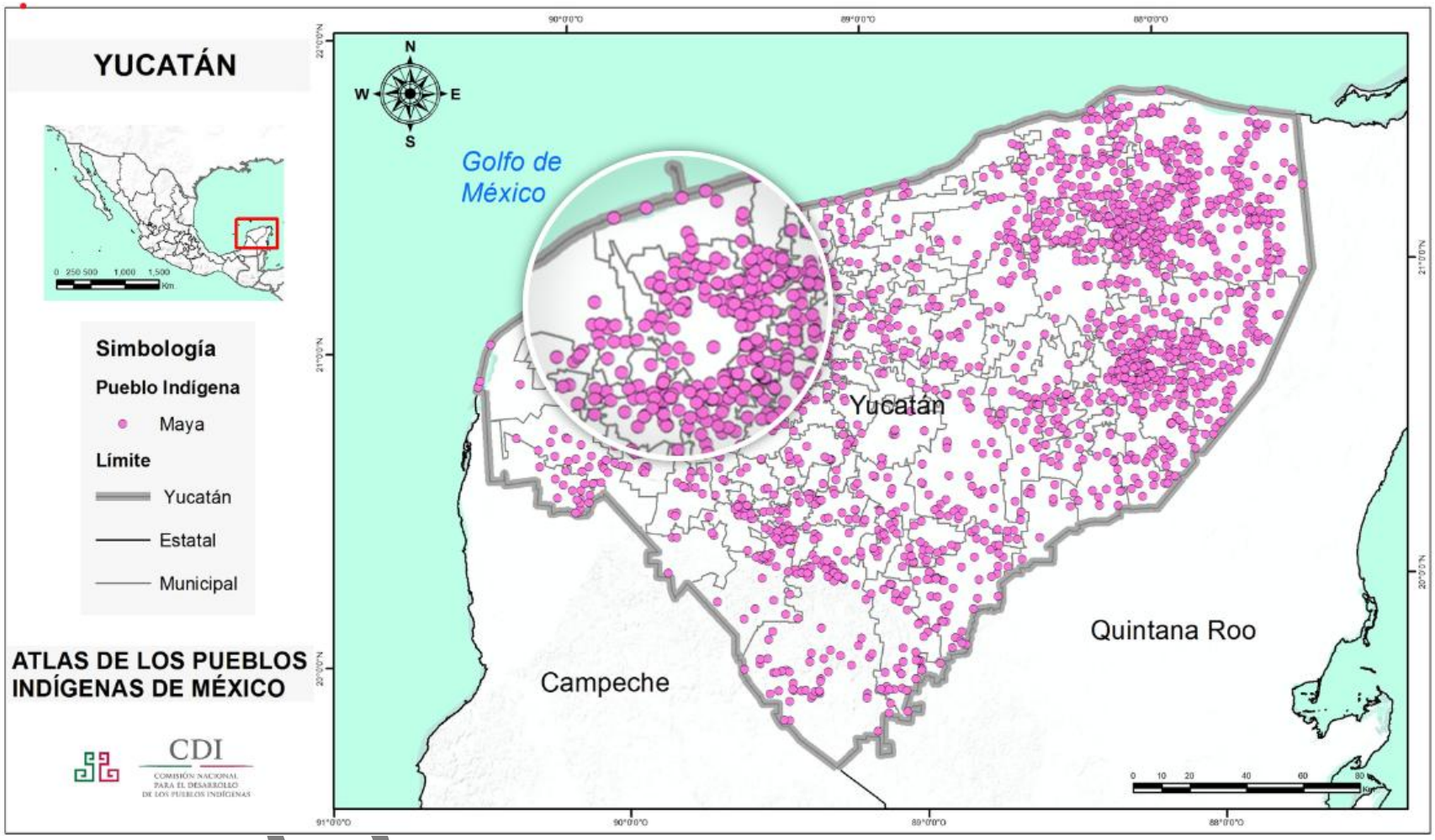
La población indígena en la Región Ecológica se caracteriza por una marcada presencia de hablantes de lengua maya, en el marco del estado de Yucatán, entidad con uno de los porcentajes más altos de población indígena y de hablantes de lengua indígena en el país.

Consulta Pública

La Región Ecológica, se ubica en municipios indígenas, Samahil y Ucú y municipios con presencia de población indígena, Mérida, Hunucmá y Umán; conforme a lo determinado en la tipología de municipios establecida por el INPI.

Consulta Pública

Mapa 41: Pueblos indígenas con mayor presencia en la entidad.



Fuente 38: Atlas de los Pueblos Indígenas de México. (Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas 2018)

3.3.11.10.3 Lengua indígena

En el conjunto de la Región Ecológica, la lengua maya concentra casi de forma absoluta a la población indígena-hablante, con porcentajes que van desde 14.2% (Umán) hasta 32.6% (Samahil) de la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena. En Yucatán, el Censo 2020 confirma que la lengua maya es la única lengua indígena mayoritaria en el estado, con 99% de los hablantes de lengua indígena identificados como maya hablantes, lo que refuerza la caracterización de la Región Ecológica como un territorio de identidad maya-lingüística.

En los cinco municipios, la presencia de pequeños grupos hablantes de otras lenguas indígenas (Ch'ol, Tseltal, Zapoteco) se registra en números muy reducidos, lo que refleja dinámicas de migración interna más que la existencia de asentamientos indígenas originarios de dichas lenguas, subrayando que el marco cultural-lingüístico dominante de la Región Ecológica es el pueblo maya-yucateco

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020, la población que habla alguna lengua indígena en los municipios donde se encuentra la Región Ecológica es:

Tabla 113: Población de habla de lengua indígena en los municipios en que se ubica la Región Ecológica.

Municipio	Población total municipal	Población que habla lengua indígena
Hunucmá	35,137	6,162
Mérida	995,129	71,040
Samahil	5,631	1,733
Ucú	4,049	752
Umán	69,147	10,541

Fuente 39: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020)

3.3.11.10.4 Regiones indígenas

La definición de los límites —al menos probables— de lo que hoy en día constituyen las regiones indígenas de México no es tarea fácil debido a la compleja e intensa dinámica que caracteriza a los propios pueblos indígenas, la diversidad de grupos etnolingüísticos y sus variantes lingüísticas, sus volúmenes de población, patrones de asentamiento, modos de vida y formas de relación —la mayoría de las veces subordinada y discriminatoria— con el resto de la sociedad nacional. Este último factor, asociado a la apropiación de sus territorios por los grupos sociales dominantes, al mestizaje y al paulatino proceso de abandono de sus lenguas y, en cierta medida, de sus identidades y culturas desde el siglo XVI, ha tenido como resultado una extensa y compleja gama de dinámicas que dificultan la definición precisa de los territorios indígenas.

En términos cuantitativos, esta complejidad se expresa en el hecho de que 60 por ciento de la población indígena, aproximadamente 6.02 millones de personas, vive en los municipios indígenas —éstos son cuando la población indígena representa más del 40 por ciento del

Consulta Pública

total municipal—, mientras que el resto, es decir, cerca de 4.2 millones, habita en municipios donde su representación proporcional es minoritaria. Esta distribución poblacional responde tanto a particularidades históricas locales como a la fuerte migración a las grandes ciudades del país o la de los jornaleros agrícolas. Es importante señalar que la población indígena se encuentra presente en una cuarta parte de las localidades del país, casi en la totalidad de los municipios —sólo 30 de ellos no tienen presencia indígena— y en todas las entidades federativas.

El término región hace referencia al espacio en el que se integran aquellos elementos que pertenecen a un nivel más pequeño —municipios o localidades—, que se encuentran dentro de una entidad mayor a través de la red de relaciones diversas que se establecen entre ellas. Ésta, a su vez, se distingue, al menos hipotéticamente, de otras unidades regionales con las que puede o no mantener determinadas formas de contacto.

Cabe señalar que la integración de una región no depende sólo de la distribución, el tipo y la intensidad de las actividades productivas, en términos del peso de los fenómenos y dinámicas demográficas en su configuración, sino de la relación entre la dispersión y la concentración de los asentamientos humanos; fenómenos comúnmente asociados a aspectos económicos, culturales y sociales. En este sentido, los patrones de asentamiento de la población indígena no sólo responden a procesos económicos, sino también a otros de carácter histórico, geográfico y cultural, lo que explica la dispersión de sus localidades, cuyo análisis a través de los cortes generalmente usados para distinguir lo rural y lo urbano son a todas luces insuficientes. Baste mencionar que entre los pueblos indígenas que habitan en el Gran Nayar y en la Sierra Tarahumara, predominan patrones de asentamiento de enorme dispersión, vinculados a sus particulares sistemas cosmológicos y de creencias, aunadas a las condiciones de carácter geográfico imperante, por lo que la mayoría de su población habita en localidades menores a 100 habitantes.

En general se reconoce la existencia de las regiones indígenas, ligado a la distribución espacial de los pueblos indígenas identificados por las lenguas y el reconocimiento generalizado de los diferentes pueblos con elementos distintivos, como son Los Altos de Chiapas, la Sierra Tarahumara, las Mixtecas, el Gran Nayar o las Huastecas, entre otras. Es por ello que la mayor parte de las propuestas de delimitación de estas regiones se hayan basado en la distribución espacial de la población indígena, y las diferencias que presentan entre sí se deben a las dificultades de aplicar el criterio de hablantes de lenguas indígenas casi de manera exclusiva para determinar el carácter indígena. En este sentido, existen acuerdos sobre la importancia de incluir, además del criterio lingüístico, otros elementos como son las formas de organización social, la pertenencia a una comunidad indígena, el origen y la historia, así como las identidades que se asumen de forma individual o colectiva.

Para la construcción de las regiones se consideraron aspectos de carácter histórico y cultural, expresados a través de la comprensión de “espacios tradicionales”, lugares que históricamente fueron ocupados por los distintos pueblos indígenas antes o después de la conquista española y donde permanecen o permanecieron, que comparten características lingüísticas y/o culturales, expresiones de culto similares, visiones cosmogónicas y relaciones de parentesco, entre otros.

Consulta Pública

Una condición indispensable para la delimitación de los territorios que comprenden las regiones indígenas, es su continuidad. En este aspecto no sólo se incluyeron la vecindad marcada por los límites políticos municipales, sino también las características de tipo morfológico (tipo de relieve físico, altitud, condiciones climáticas) y las posibilidades de comunicación interregional.

La Región Ecológica integrada por los municipios de Hunucmá, Mérida, Samahil, Umán y Ucú y se encuentra ubicada en el estado de Yucatán, entidad que, en el marco oficial del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (Serrano Carreto et al. 2006) y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), forma parte de la Región Maya Peninsular, junto con los estados de Campeche y Quintana Roo. Esta región constituye una de las principales zonas de presencia indígena en México, caracterizada por la predominancia del pueblo maya y de la lengua maya como elementos centrales de la identidad cultural y la organización social de la mayoría de las comunidades rurales y ejidales del territorio.

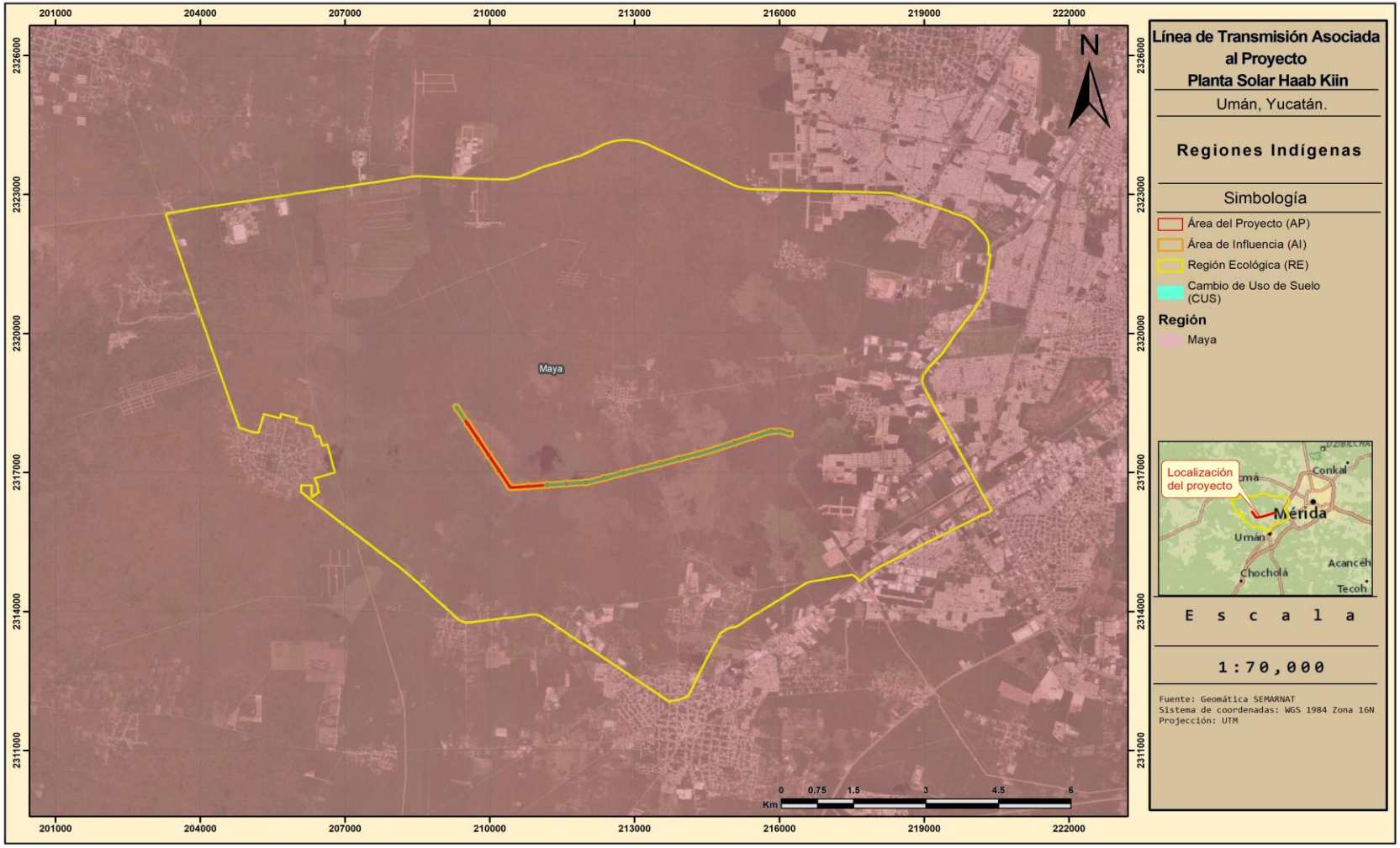
En el contexto oficial-institucional, Yucatán concentra una de las mayores proporciones de población indígena y de hablantes de lengua indígena del país, concentra cerca de 1.5 millones de personas indígenas, de las cuales una parte muy importante reside en Yucatán, evidenciando uno de los porcentajes más altos de población indígena y de hablantes de lengua indígena del país. Sustentada en la continuidad de la población maya-hablante a lo largo del estado.

El INPI y el INEGI describen esta región como un espacio de alta ruralidad maya-hablante, con alta dependencia de la agricultura de temporal, la ganadería y los servicios locales, y con una fuerte articulación entre el territorio, la cosmovisión maya y las formas tradicionales de organización comunitaria.

Así, la Región Ecológica se ubica en un área de alta presencia maya-lingüística, donde la identidad indígena se manifiesta en la lengua, las prácticas agrícolas-comunitarias, la organización ejidal-comisarial y la memoria histórica del territorio, todo ello en el marco de la Región Maya Peninsular reconocida por las autoridades federales y estadísticas de México.

Consulta Pública

Mapa 42: Región indígena en la que se ubica el Proyecto.



3.3.11.11 Impactos sociales identificados

Los impactos sociales, son definidos como cambios en uno o más de los siguientes aspectos (Vanclay Frank et al. 2015):

- *Modo de vivir de las personas; cómo viven, trabajan, juegan e interactúan en su vida diaria;*
- *Su cultura; es decir, sus creencias, costumbres, valores e idioma o dialecto compartidos;*
- *Su comunidad; su cohesión, estabilidad, carácter, servicios e instalaciones;*
- *Sus sistemas políticos; la medida en que las personas participan en las decisiones que afectan sus vidas, el nivel de democratización que está teniendo lugar, y los recursos asignados para ello;*
- *Su ambiente; la calidad del aire y agua que las personas usan; la disponibilidad y calidad de los alimentos que consumen; el nivel de riesgo o peligro, polvo y ruido a que están expuestos; la adecuación de los servicios de saneamiento; su seguridad física y su acceso y control de los recursos;*
- *Su salud y bienestar; salud es el estado de completo bienestar físico, mental, social y espiritual y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades;*
- *Sus derechos personales y de propiedad; en particular si las personas son económicamente afectadas, o experimentan desventaja personal que puede implicar una violación de sus libertades civiles;*
- *Sus temores y aspiraciones; sus percepciones acerca de su seguridad, sus temores sobre el futuro de su comunidad, y sus aspiraciones para su futuro y el futuro de sus hijos.*

Los impactos sociales que el desarrollo del proyecto pudiera generar en la población han sido determinados mediante la elaboración de una Manifestación de Impacto Social del Sector Energético y con el apoyo de distintas fuentes de información; se presentan a continuación los más relevantes.

- *Exposición a la comunidad a emisiones a la atmósfera, polvo y ruido debido al movimiento de tierras, equipos y vehículos.*
- *Lesiones y enfermedades crónicas en los trabajadores por uso de grandes máquinas.*
- *Posibles afectaciones a la salud de los empleados derivado de su exposición prolongada al calor y al sol o a la lluvia.*
- *Aumento en el poder adquisitivo y mejora de la calidad de vida de la población debido a la generación de empleo temporal.*
- *Aumento en el poder adquisitivo y mejora de la calidad de vida de la población debido a la generación de empleo indirecto y la contratación de proveedores.*
- *Afectación a los patrones de movilidad y tránsito en el área de influencia.*

Consulta Pública

- *Enfermedades contagiosas causadas o propagadas por los flujos de entrada de trabajadores.*
- *Remuneración económica por arrendamiento de DDV a particulares y ejidatarios.*
- *Cambios en la percepción del valor de la tierra.*
- *Posible disminución de la seguridad por el aumento de la población flotante en las localidades del área de influencia por el arribo de trabajadores.*
- *Conflictos con las comunidades debido a desinformación y falta de comunicación acerca del proyecto, sus alcances e impactos; así como errónea percepción de la población respecto al proyecto y sus efectos en la salud y el ambiente.*
- *Falsas expectativas de empleos y competencia entre posibles trabajadores.Problemas ocasionados por la interacción de trabajadores y personas que pertenecen a grupos vulnerables.*

El establecimiento del Proyecto propicia un desarrollo económico y social en la zona de influencia, al impulsar la generación de fuentes de empleo directas e indirectas durante las etapas de preparación y construcción, así como la incorporación de mano de obra local en distintos niveles de especialidad. Asimismo, contribuye a diversificar las actividades productivas de la región, al facilitar la posibilidad de incorporar servicios derivados del aumento de la población durante su establecimiento. Además, el proyecto fortalece la confiabilidad y continuidad del suministro eléctrico, incrementa la seguridad del sistema y consolida la infraestructura de red eléctrica regional, lo que favorece tanto al desarrollo local como a la integración del territorio a la matriz energética nacional.

En la MISSE que se ha elaborado a la par; se identifican y describen todos aquellos indicadores sociodemográficos de la población de la distintas áreas de influencia y su relación con el proyecto, el grado de aceptación del mismo y los posibles impactos directos, indirectos, residuales y acumulativos a los cuales pudiera exponerse la población, así como el Plan de Gestión Social en donde se establecen las medidas de prevención, mitigación, compensación y ampliación que corresponden a cada uno de ellos y sus indicadores de seguimiento; además se incluye el Plan de Inversión Social, en cumplimento a los objetivos de Justicia Energética, Sostenibilidad y Beneficios Sociales Compartidos.

3.3.12 Paisaje

Nuestro país mantiene una constante interacción reflejada en numerosos fenómenos que expresan una gran diversidad de paisajes naturales; muchos de ellos a su vez, se han transformado en paisajes humanizados caracterizados por complejos procesos e interesantes relaciones estructurales y dinámicas(García Romero & Muñoz Jiménez 2002).

El paisaje puede definirse como la percepción que se posee de un sistema ambiental. Es, por lo tanto, “el área en el que conviven los rasgos naturales, así como los influenciados por el hombre y que da lugar a una percepción visual y mental tanto individual como colectiva del conjunto de ese espacio”(Abad-Soria & García-Quiroga 2006).

Consulta Pública

De acuerdo con (Canter n.d.), el paisaje es la extensión del escenario natural observado a simple vista, o la suma total de las características que distinguen a una determinada área de la superficie de la tierra de otras. Por su parte, el MOPT define al paisaje con base a dos enfoques: el estético y el ecológico o geográfico. Independientemente del contexto que se adopte, el paisaje liga a un factor ambiental que es percibido de manera directa o indirecta por un observador a través de todos los sentidos(Gómez-Mendoza et al. 2003).

La consideración del paisaje como elemento del medio ambiente implica dos aspectos fundamentales: el paisaje como elemento aglutinador de una serie de características del medio físico y la capacidad que tiene un paisaje para absorber los usos y actuaciones que se desarrollan sobre él. Uno de los mayores problemas en el desarrollo de métodos de evaluación cuantitativa de los efectos escénicos es el de la medición de las contribuciones específicas de los elementos del paisaje a la preferencia general (Buhyoff y Riesenmann, 1979), si bien casi todos los modelos coinciden en tres apartados: la visibilidad, la fragilidad del paisaje y la calidad(Martí-Vargas & Pérez-González 2001).

La visibilidad o cuenca visual es la porción de paisaje visualmente autocontenida, que abarca toda el área de visualización que un observador tiene del paisaje. La fragilidad de un paisaje es la “susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso o actuación sobre él”. Se la puede considerar como una cualidad de carácter genérico y por ello intrínseca al territorio (Aguiló et al., 1995). Por calidad paisajística o calidad visual de un paisaje se entiende “el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve”.

En primer lugar, se realiza una inspección del paisaje, describiendo los elementos que lo conforman (elementos bióticos y abióticos), los cuales serán la base para la evaluación; continuando con la descripción de la cuenca visual dependiendo de la ubicación del potencial espectador, lo cual sirve para localizar los elementos más frágiles, que se verán repercutidos por la construcción y operación de las obras.

Una vez colectados y analizados todos los elementos que pertenecen a la cuenca visual se hace la evaluación de la calidad del paisaje, en los diferentes planos; para determinar la calidad del paisaje de manera cuantitativa se utiliza el método de Polakowski, el cual clasifica la calidad en tres clases según lo típico o excepcional del paisaje.

Localización del Área del Proyecto

El proyecto implica la preparación, construcción y operación de una línea de transmisión, a 6 km al norte de la cabecera municipal de Umán, en el estado de Yucatán.

3.3.12.1 Descripción del paisaje desde un enfoque ecológico

El paisaje total o ecológico, es la interpretación del paisaje como recurso, y su enfoque se basa en el estudio del contenido territorial, a través de las características ecológicas-geográficas del territorio. La importancia faunística, botánica, los valores geomorfológicos, la fisiografía, la hidrología, el grado de humanización, y los valores patrimoniales y

Consulta Pública

culturales entre otros, se contemplan de forma interrelacionada. Ante una acción externa, el paisaje se manifiesta como una unidad funcional - unidad de paisaje.

Conforme a la Guía para el Estudio del Medio Físico, los paisajes resultan de la combinación de la geomorfología, el clima, la fauna y flora, el agua, las incidencias de las alteraciones de tipo natural y finalmente las modificaciones antrópicas.

3.3.12.2 Descripción del paisaje desde un enfoque visual

Las características físicas del paisaje pueden ser identificadas por sus atributos visuales, ya que el planeamiento, las decisiones de manejo, la interacción de la cultura y los procesos naturales llevan a cambios físicos que se verán en el futuro en el paisaje. Los paisajes escénicos son una de las mayores fuentes para el goce humano y en algunos casos ha sido el objeto de acción pública directa para conservar su calidad(Julius 1978).

El enfoque visual considera fundamentalmente los aspectos que confluyen el proceso de percepción del paisaje, es decir, es lo que el observador es capaz de apreciar del territorio. La delimitación del espacio estudiado abarca la superficie definida por la visión del observador, y es lo que se denomina cuenca visual. La cuenca visual viene determinada por una serie de parámetros que se especifican “ad casum”: condiciones de visibilidad, altura de la posición del observador, y altura de éste, formas de relieve.

Consulta Pública

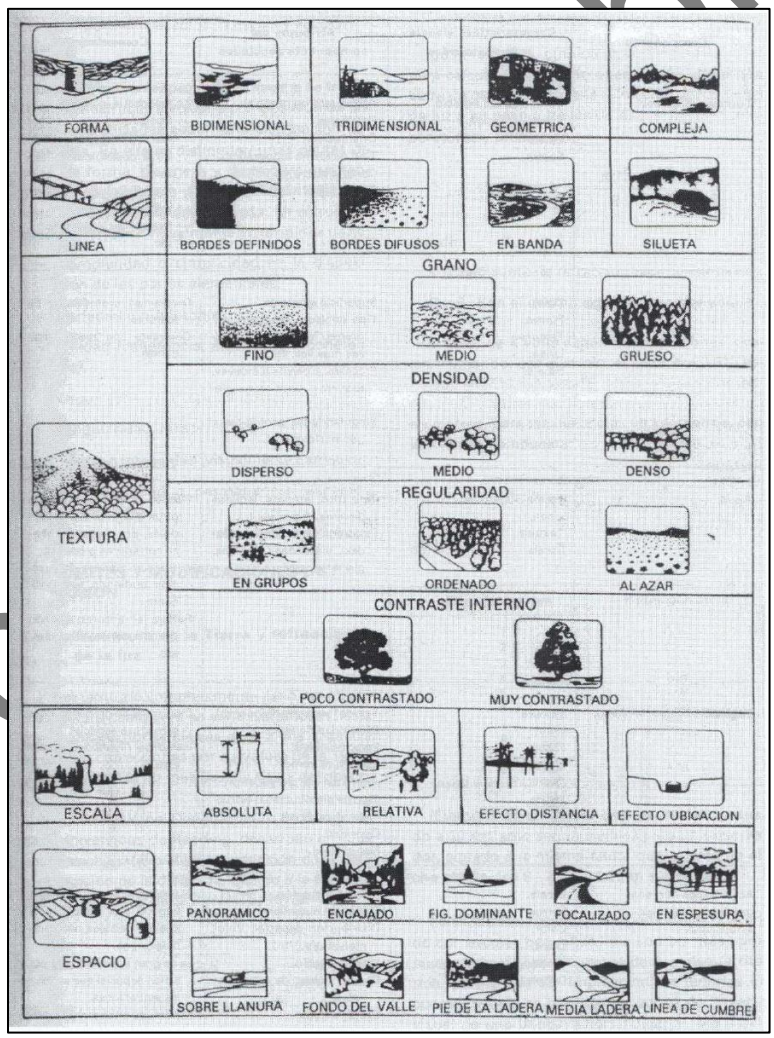
3.3.12.2.1 Cuenca visual

La cuenca visual es el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación, o, dicho de otra manera, es el entorno visual de un punto(Fernández-Cañadas 1977).

Determinada la cuenca visual, es importante saber qué áreas dentro de ésta tienen una mayor accesibilidad, ya que estás serán las que tengan mayor incidencia visual al tener mayor número de observadores potenciales. Estos puntos pueden ser áreas pobladas, carreteras, miradores, o cualquier zona considerada de interés público.

Teniendo ubicados los puntos con mayor incidencia visual, se procede a realizar un análisis en campo de las características visuales y componentes del paisaje desde la perspectiva de ellos. Para ello se describen los elementos visuales básicos de los componentes: forma, línea, color, textura, escala, y espacio (Ver figura siguiente).

Figura 75: Características visuales básicas de los componentes del paisaje(Anon 1992).



3.3.12.2.1.1 Determinación de la cuenca visual

La operación básica en los estudios de análisis visual es la determinación de la cuenca visual. Ésta se define como la zona que es visible desde el punto (o conjunto de puntos) a estudiar, el cual puede ser una carretera, un embalse o cualquier otro proyecto(Benayas-Álamo 1992). En este caso, la cuenca visual será la zona visible desde el área donde se realizará la construcción del Proyecto.

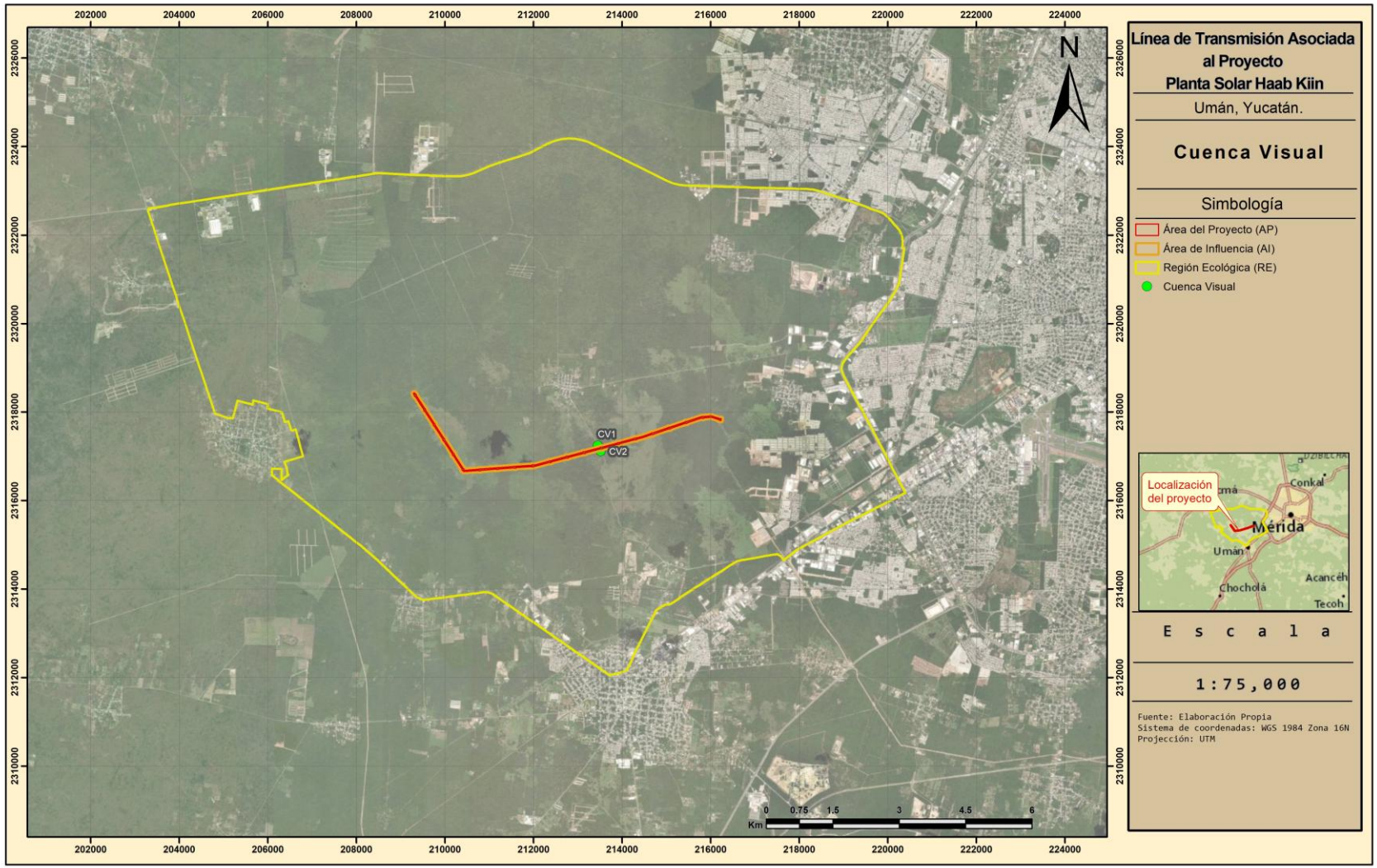
Tras el análisis, se puede afirmar que la visibilidad del Proyecto será baja, ya que las zonas donde se podrá visualizar, quedan ubicadas en áreas donde es muy poco probable que se pueda ver, y que los potenciales testigos serían muy pocos por la ubicación del proyecto, aunado a que la altura y la distancia serían significativos para su incidencia visual, y aunando a que se trata de un proyecto que será visualmente hablando bajo, es muy poco probable que se alcance a ver el proyecto.

Tabla 114: Localización de las cuencas visuales

Coordenadas UTM		
Cuenca Visual	**Este**	**Norte**
1	213454	2317231
2	213514	2317111

Consulta Pública

Mapa 43: Cuenca Visual



A continuación, se procede a analizar la calidad visual, por cuencas:



Cuenca visual 1.- Esta fotografía corresponde a la vista de la porción central del AP, vista de noroeste a sureste, desde el camino que va de Hunxectamán a Oxcum. Tiene una forma bidimensional, con líneas de bordes definidos de grano fino con una densidad alta, dado por la vista que da la vegetación, con una regularidad al azar y poco contrastado. La escala es relativa y se considera el espacio sobre llanura.



Cuenca visual 2.- Esta fotografía corresponde a la vista de la porción central del AP, vista de noroeste a sureste, desde el camino que va de Hunxectamán a Oxcum. Tiene una forma bidimensional, con líneas de bordes definidos de grano fino con una densidad alta, dado por la vista que da la vegetación, con una regularidad al azar y poco contrastado. La escala es relativa y se considera el espacio sobre llanura.

3.3.12.2.2 Calidad visual

El principal objetivo de estudiar el paisaje para los estudios territoriales, es sin duda saber determinar la calidad visual del paisaje, que viene asociado al valor natural del territorio y su interés por conservarlo. Esta cualidad del medio físico es la principal en el análisis del paisaje y sobre ella las otras consideraciones visuales del paisaje.

Se entiende por calidad de un paisaje “el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve”(Blanco-Andray 1979). El paisaje como cualquier otro elemento tiene un valor intrínseco, y su calidad se puede definir en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde él se divisan, y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y emocionales que califican la belleza del paisaje(Cifuentes-Vega 1979).

La calidad visual está ligada a la belleza de los escenarios, y esto lo convierte en una cualidad subjetiva, que se ve afectada directamente por el observador. Esto hace que su análisis sea complejo, porque su valoración no sólo depende de qué ve el observador (el contenido de la escena) sino también de cómo lo ve, siendo la apreciación de la belleza particular en cada uno.

3.3.12.2.2.1 Evaluación de la calidad visual en el AP

El U.S. Forest Service (1973 y 1974), establece una tabla para determinar los objetivos de calidad visual que se corresponden con los posibles grados de alteración que son aceptables en un paisaje.

- Clase A: de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes
- Clase B: de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea, textura, pero que resultan comunes en la región estudiada y no excepcionales.
- **Clase C: de calidad baja, áreas con muy poca variedad den la forma, color, línea y textura.**

Para ello se evalúan tres clases de calidad escénica según los rasgos biofísicos de un territorio.

Consulta Pública

Tabla 115: Evaluación de la calidad visual

	Alto	Medio	Bajo	Calidad escénica
a. Formas del terreno (Morfología)	5	3	1	A: 19 o más
b. Vegetación	5	3	1	
c. Agua	5	3	0	B: 12-18
d. Color	5	3	1	
e. Contexto o fondo escénico	5	3	0	C: 11 o menos
f. Rareza	6	2	1	
g. Modificación antropogénica	2	0	-	
Total				8

Las cuencas visuales estudiadas tienen una pendiente menor al 10%, por lo cual no hay presencia de pendientes dentro de ellas, la vegetación está presente dentro del AP.

La intervención antropogénica está presente en el AP, cercas que cruzan, unos caminos que cruzan el área de estudio.

Por todas estas características se pudo concluir que el paisaje objeto de estudio tiene una calidad visual baja, **clase predominantemente C**.

3.3.12.2.2.2 Fragilidad visual

Al igual, que el estudio de calidad, el estudio de fragilidad puede resultar básico de cara a establecer recomendaciones de protección, y sobre todo para la evaluación de impactos ambientales.

Se define la fragilidad visual del paisaje como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él y expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones(Aguiló-Alonso 1981).

Otros autores también definen este concepto por la cualidad denominada capacidad de absorción visual, que representaría el efecto contrario al de fragilidad visual. La unidad de paisaje analizada es menos frágil cuanto más pueda ocultar o mitigar las acciones (absorber cambios) que sobre ella han sido llevadas a cabo por las actividades. La fragilidad visual indica, pues, el grado de alteración o el impacto que se alcanzaría en el caso hipotético de la implantación de una actividad concreta en la unidad territorial.

Mientras que la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio (propia de sus elementos), dependiente de la valoración estética del observador de los elementos que componen ese paisaje, no ocurre así con la fragilidad visual. El grado de fragilidad territorial, además de los caracteres intrínsecos, también depende del tipo y magnitud de la actividad que se desarrolla.

La fragilidad visual, por lo tanto, se centra en identificar las posibles modificaciones del territorio, y se determina la posibilidad de ocultar o integrar en el paisaje los nuevos

Consulta Pública

elementos de la actuación, de modo que la apreciación del observador sea la que no cambie.

Existen diversos modelos para su análisis, pero todos incluyen factores como la visibilidad, efecto pantalla de la vegetación, pendiente y morfología del terreno o accesibilidad al paisaje.

Para llevar a cabo este análisis se tendrán en cuenta ciertos componentes asociados a las características del espacio y su influencia en la capacidad de absorción:

- **Densidad de la vegetación:** A mayor densidad de vegetación de especies leñosas, menor fragilidad.
- **Altura de vegetación:** La vegetación tiene un alto poder enmascarante, pero depende de la complejidad de la estructura, la densidad de estratos. Por lo tanto, a mayor complejidad de la vegetación, menor es la fragilidad visual.
- **Contraste cromático suelo vegetación:** A mayor contraste de color entre suelo y vegetación, mayor es la fragilidad.
- **Contraste cromático vegetación:** A mayor contraste cromático de la vegetación, mayor camuflaje tiene el territorio. Si los colores, no se distribuyen de manera homogénea, tiene mayor efecto de camuflaje. Las manchas monocromáticas son muy frágiles.
- **Estacionalidad de la vegetación:** Se reduce el efecto pantalla en zonas donde la mayoría de especies son caducifolias.
- **Pendiente:** A menor pendiente, mayor capacidad de absorción del territorio.
- **Iluminación:** A mayor iluminación para el observador, mayor fragilidad. Esto depende de la orientación del terreno. El sur y oeste, son más frágiles.
- **Los puntos y zonas singulares**, hacen que el observador se sienta atraído a mirar, por lo tanto, si un territorio alberga puntos y zonas singulares, su fragilidad es mayor.
- **La mayor amplitud y tamaño de vistas** supone un incremento de su fragilidad visual al ser visible desde más puntos. Lo más habitual es que se utilicen las características geomorfológicas del territorio para evaluarlo.
- **La distancia del terreno y de la actividad que se vaya implantar en el mismo, a carreteras o núcleos urbanos constituye un aumento de la presencia de observadores potenciales al mismo.** Por lo tanto, a mayor cercanía, mayor es la fragilidad visual.

3.3.12.2.2.3 Evaluación de fragilidad visual en el AP

Para evaluar la fragilidad se propone un método inspirado en(Escribano 1991), que considera tres variables: (a) factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente, orientación; (b) carácter histórico-cultural, que pondera la existencia, al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico; (c) accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde carreteras y poblados. Los factores biofísicos determinan la fragilidad visual del punto, que, sumados a los factores histórico-culturales, constituyen la fragilidad visual intrínseca. Por últimos, al integrarse la accesibilidad tenemos la fragilidad visual adquirida.

Consulta Pública

Tabla 116: Factores para evaluar fragilidad en el paisaje

Factor	Característica		
		Nominal	**Numérico**
D: Densidad de la vegetación	67-100% suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1
	34-67% suelo cubierto de especies leñosas	Medio	2
	0-34% suelo cubierto de especies leñosas	Alto	3
E: Diversidad de estratos de la vegetación	> 3 estratos de vegetación	Bajo	1
	< 3 estratos de vegetación	Medio	2
	1 estrato de vegetación dominante	Alto	3
A: Altura de la vegetación	> 3 m de altura promedio	Bajo	1
	< 3 de altura promedio	Medio	2
	< 1 m de altura promedio	Alto	3
CS contraste cromático Vegetación-suelo-vegetación	Contraste visual bajo (monocromatico -veg. perenne)	Bajo	1
	Contraste visual medio - (caduca)	Medio	2
	Contraste visual (perenne y caduca)	Alto	3
P Pendiente	0-25%	Bajo	1
	25-55%	Medio	2
	> 55%	Alto	3
TCV: Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter lejano o zonas distantes > 4000 m	Bajo	1
	Visión media, dominio de los planos medios de visualización (1000 a 4000m)	Medio	2
	Visión de carácter cercana, dominio de los primeros planos (0 a 1000m)	Alto	3
FCV: Forma de la cuenca visual	Cuencas regulares, extensas generalmente redondeadas (Vistas cerradas)	Bajo	1
	Cuencas irregulares mezcla de zonas cerradas con fugas visuales	Medio	2
	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual (focos de atención)	Alto	3
CCV: compacidad de la cuenca visual	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o con menor incidencia visual.	Bajo	1
	El paisaje presenta zonas de baja incidencia visual pero en un bajo porcentaje	Medio	2
	Vistas panorámicas, abiertas, el paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales (sin zonas de sombra)	Alto	3

Consulta Pública

SP: Singularidad paisajística	Paisaje común, sin riquezas visuales o muy alterados	Bajo	1
	Paisajes de importancia, pero característicos y representativos de la zona. Con poco o sin elementos singulares.	Medio	2
	Paisajes notables con riqueza de elementos únicos y, instintivos	Alto	3
Accesibilidad	Baja accesibilidad visual	Bajo	1
	Percepción media	Medio	2
	Alta visibilidad, paisaje con alta frecuencia turística	Alto	3
H: Valor histórico cultural	Sin elementos culturales	Bajo	1
	Elementos culturales subactuales de interés medio	Medio	2
	Elementos culturales de importancia	Alto	3
Total			**13**

*El número en rojo corresponde al valor otorgado a las características del paisaje en el área de estudio.

La Unidad de Paisaje que presenta mayor fragilidad, es donde se encuentra el camino y que es el sitio donde le queda más cercana al potencial testigo, lo anterior da como resultado espacios con presencia de llanuras y con vegetación que oculta el área de estudio. Los cuales son bastante común en la zona.

La fragilidad paisajística es casi nula, por el hecho de la accesibilidad visual que tiene el paisaje por el tema de la vegetación, lo que nos da una incidencia visual media, y teniendo en cuenta la distancia que tiene la cuenca visual.

Luego de ponderar cada factor de acuerdo a los valores de fragilidad señalados en la tabla anterior, se realiza la sumatoria de éstos obteniendo un nuevo valor que indica la fragilidad del paisaje de acuerdo a los siguientes rangos:

- **11 a 18 = Fragilidad Baja**
- 19 a 26 = Fragilidad Media
- 27 a 33 = Fragilidad Alta

De acuerdo a la evaluación de cada uno de los factores que los componen y haciendo una evaluación cualitativa, se obtiene un valor de **13** por lo que se concluye que el paisaje presenta una fragilidad **Baja**, considerando lo común del paisaje y las zonas cerradas y de las distancias considerables, la presencia de caminos, y la poca pendiente del terreno.

3.3.12.2.3 Capacidad de absorción

La fragilidad visual es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual(Escribano 1991), entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Consulta Pública

Por tanto, la "capacidad de absorción visual" se refiere a las posibilidades del terreno para enmascarar la alteración conservando su integridad visual o la aptitud del territorio para admitir cambios sin notable quebranto de sus aspectos visuales.

Para concluir en la obtención de la capacidad de absorción, se optó por aplicar la siguiente tabla, que combina los conceptos de calidad y visibilidad, y que es utilizada para evaluar fragilidad:

Tabla 117: Evaluación de Capacidad de absorción, utilizando determinación de fragilidad

Determinación de la fragilidad		CALIDAD				
		Muy Baja	**Baja**	**Media**	**Alta**	**Muy Alta**
VISIBILIDAD	**Muy Baja**	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Media	Media
	Baja	Muy Baja	Baja	Baja	Media	Alta
	Media	Baja	**Baja**	Media	Alta	Alta
	Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta
	Muy Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta

La calidad de la zona es **baja** considerando que son zonas que son destinadas a actividades pecuaria y agrícola, y la visibilidad **media**, ya que se encuentra a una distancia y altura, que dificulta la visibilidad del AP. Se concluye que la fragilidad es **baja**.

1) ¿Modificará la dinámica general de algún cuerpo de agua? **No**
2) ¿Modificará la dinámica natural de las comunidades de flora y fauna? **No**
3) ¿Se contempla la introducción de especies? **No**
4) ¿La zona es considerada con cualidades estéticas únicas o excepcionales? **No**
5) ¿Es una zona considerada con atractivo turístico? **Si**
6) ¿Es o se encuentra cerca de un área arqueológico o de interés histórico? **No**
7) ¿Es o se encuentra cerca de un área natural protegida? **No**
8) ¿Modifica la armonía visual con la creación de un paisaje artificial? **Si**
9) ¿Existe alguna afectación en la zona? **Si. Hay actividades ganaderas, agrícolas y caminos que cruzan el AP.**

3.4 DIAGNOSTICO AMBIENTAL

El Diagnóstico Ambiental consiste en un conjunto de estudios y análisis que sintetizan el estado medioambiental a nivel territorial, en este caso de la Región Ecológica (RE), entendiendo que el Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP) están dentro del mismo, además es la herramienta base para determinar el estado actual de los factores ambientales y socioeconómicos de la RE.

Para describir el Diagnostico Ambiental del Proyecto se utilizó un análisis basado en Unidades Ambientales (UA). Las Unidades Ambientales (UA), se definen como áreas homogéneas de ecosistemas e identifican las posibilidades y problemas para el desarrollo. Su delimitación y estructuración están básicamente concebidas en función de parámetros

Consulta Pública

físicos, de humedad, temperatura, precipitación, caracterización fisionómica de vegetación, suelos y fisiografía (Plan de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas de los Ríos San Miguel y Putumayo. OEA. Secretaria Ejecutiva Para Asuntos Económicos y Sociales. Departamento de Desarrollo Regional Washington, D.C. 1987).

Tomando la definición de UA, la determinación de UA es una forma de clasificar el territorio siguiendo determinados criterios, de modo que las áreas distinguidas reúnan ciertas propiedades. Se trata aquí de definir y delimitar unidades homogéneas cuyos rasgos determinantes sean los de sus cualidades naturales o ambientales.

El objetivo es una división espacial de la totalidad de la RE, Área de Influencia y Área del Proyecto (RE, AI y AP) en unidades ambientales irregulares extensas buscando la homogeneidad de los elementos definitorios mediante la combinación de indicadores ambientales como la homogeneidad fisiográfica (topografía y pendientes), la vegetación, los usos del suelo o el paisaje. En la definición de las unidades ambientales homogéneas se busca también que reaccionen con comportamientos similares en lo relativo a aptitudes y limitaciones de uso.

Para el diagnóstico ambiental se realizó un análisis con la información recopilada en la caracterización ambiental, a razón de identificar las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación de la RE, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (software ArcMAP 10.8). Se descartaron las variables que presentan un solo valor para toda la RE; por lo cual, sólo se tomaron en cuenta las siguientes variables:

A. Uso de Suelo y Vegetación
B. Degradación de suelos
C. Grado de pendiente
D. Regiones Indígenas

3.4.1 Variables para determinar las UA de la RE

Para cada variable, se asignaron valores cuantitativos de acuerdo con el grado de conservación, los valores van del 1 al 3, siendo 1 para los polígonos menos conservados y 3 para los más conservados.

A continuación, se muestran los valores asignados a cada una de las variables:

3.4.1.1 *Variable "A" uso de suelo y vegetación*

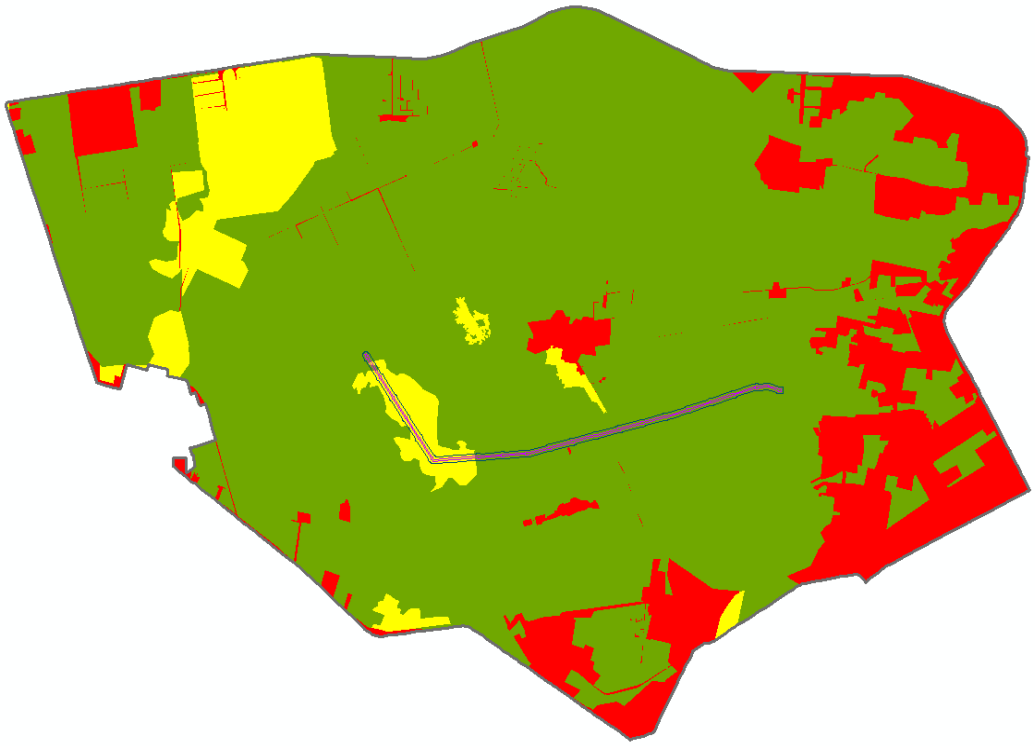
Se cargaron los usos de suelo y vegetación de la vegetación actual dentro del RE. Se asignó el valor de 3 a aquellos tipos de vegetación cuya composición no se ha visto afectada por las actividades del hombre (mejor conservadas) y cuerpos de agua; el valor de 2 para agricultura y el valor de 1 para los usos de suelo correspondientes a actividades humanas.

Consulta Pública

Tabla 118: Valor asignado al Uso de Suelo y Vegetación de acuerdo al grado de conservación.

Variable "A" Uso de Suelo y Vegetación Actual		
Descripción	Valor A	Color
Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	3	
Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia		
Agricultura	2	
Pastizal Cultivado		
Asentamientos Humanos	1	
Desprovisto de Vegetación		

Figura 76: Variable A, Uso de suelo y Vegetación Actual



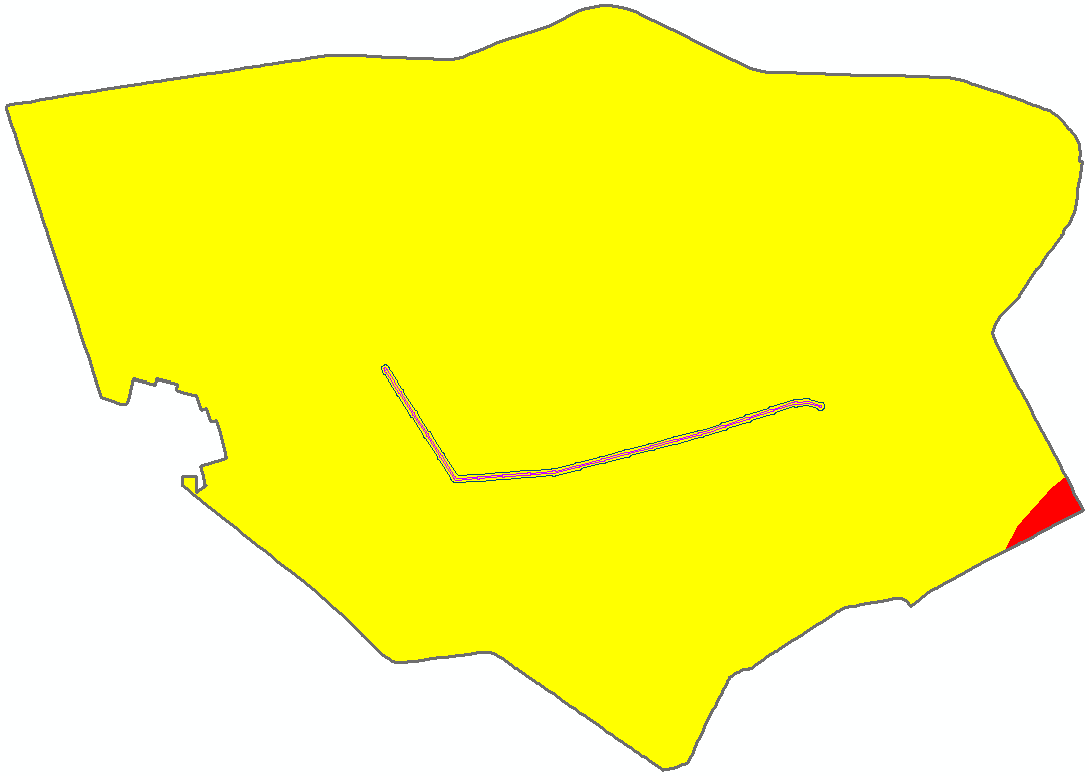
3.4.1.2 *Variable "B" Degradación del suelo*

Se cargó la clasificación de CONABIO para la Degradación del suelo en la República Mexicana; asignando el valor de 3 a aquellas zonas sin degradación del suelo (mejor conservadas) y el valor de 1 para las que presentan algún grado de degradación.

Tabla 119: Valor asignado al grado de Degradación del suelo

Variable "B" Degradación Del Suelo		
Descripción	Valor B	Color
No degradado	3	
Degradado ligera	2	
Degradación extrema	1	

Figura 77: Variable B, Degradación del suelo



3.4.1.3 *Variable "C" Grado de pendiente del terreno*

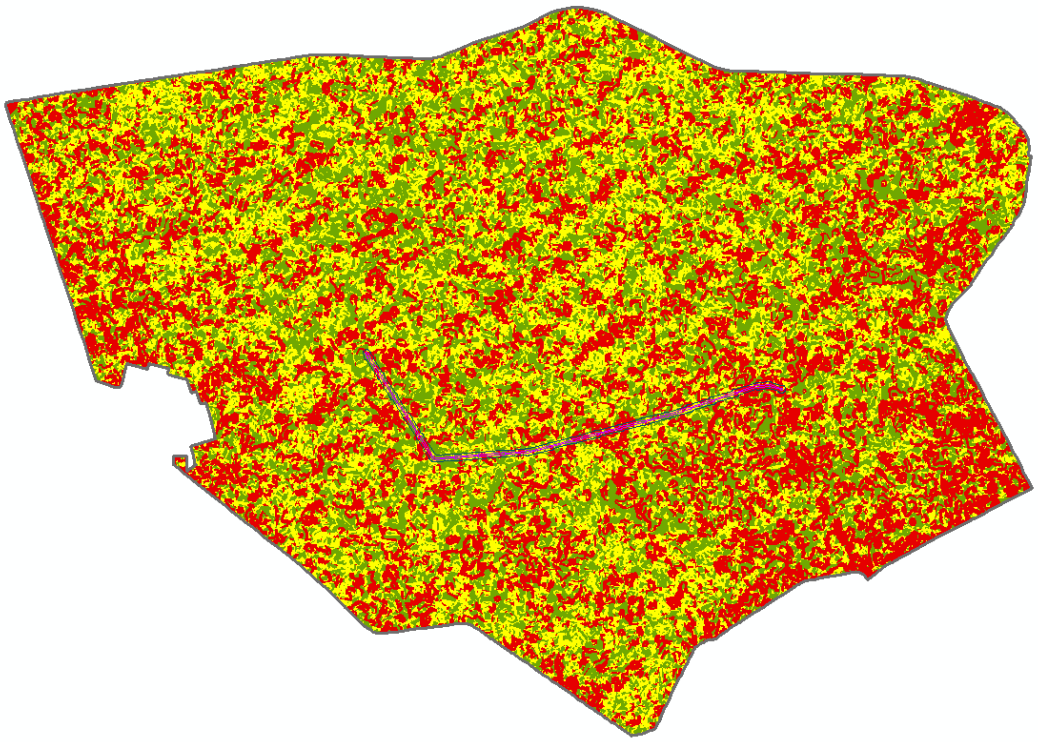
Mediante el MDE, se clasificaron las pendientes dentro de la RE. Dando como el valor de 3 a las pendientes mayores al 4%; de 2 a las pendientes entre 2-4% y de 1 a las pendientes "planas", menores al 2%.

Con

Tabla 120: Valor asignado a los Grados de Pendiente

Variable "C" Grados de Pendiente		
Descripción	Valor C	Color
0 – 2%	3	
2 – 4%	2	
>4%	1	

Figura 78: Variable C, Pendientes

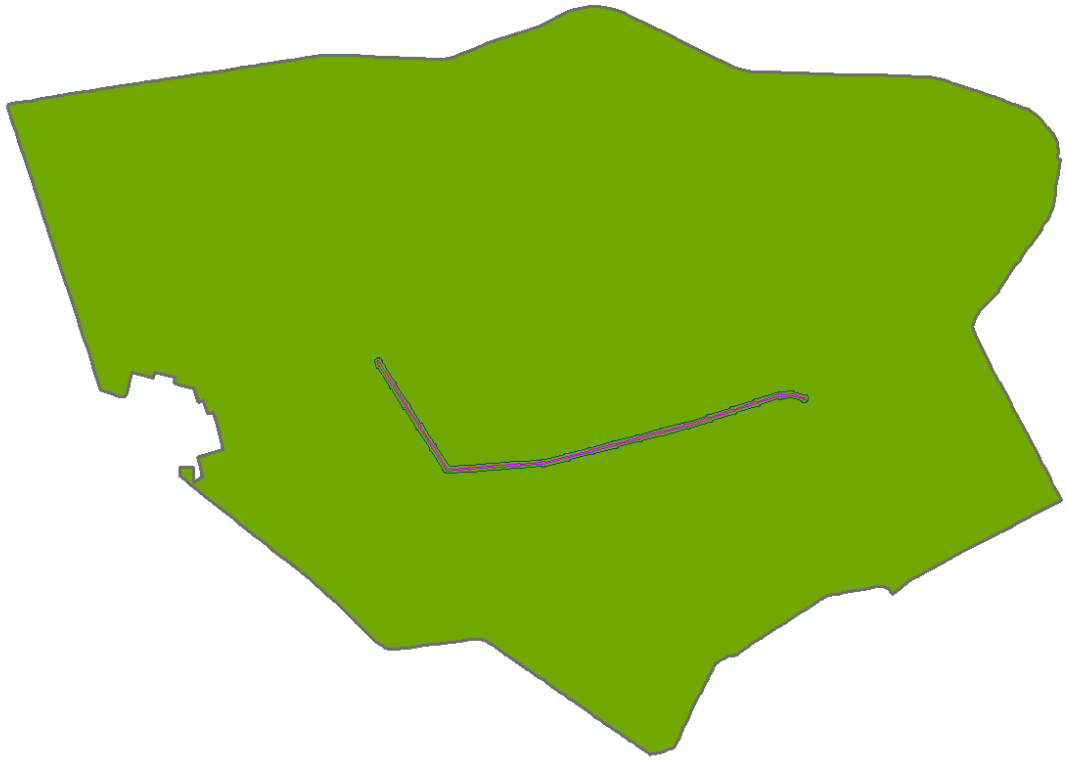


3.4.1.4 *Variable "D" Regiones indígenas*

Se asignó el valor de 3 a aquellas zonas donde se encuentren alguna región indígena y el valor de 1 para las zonas que no estén dentro de alguna área.

Variable "D" Regiones indígenas		
Descripción	Valor D	Color
Regiones Indígenas	3	
Degradación extrema	1	

Figura 79: Variable D, Regiones indígenas



Una vez asignados los valores a las variables "A, B, C y D", se realizó la sobreposición de las capas correspondientes a cada variable, dando como resultado Unidades Ecológicas (UE) con valores mínimos de 6 y máximos de 11, a los que se les asignó un grado de conservación como se muestra en la siguiente tabla.

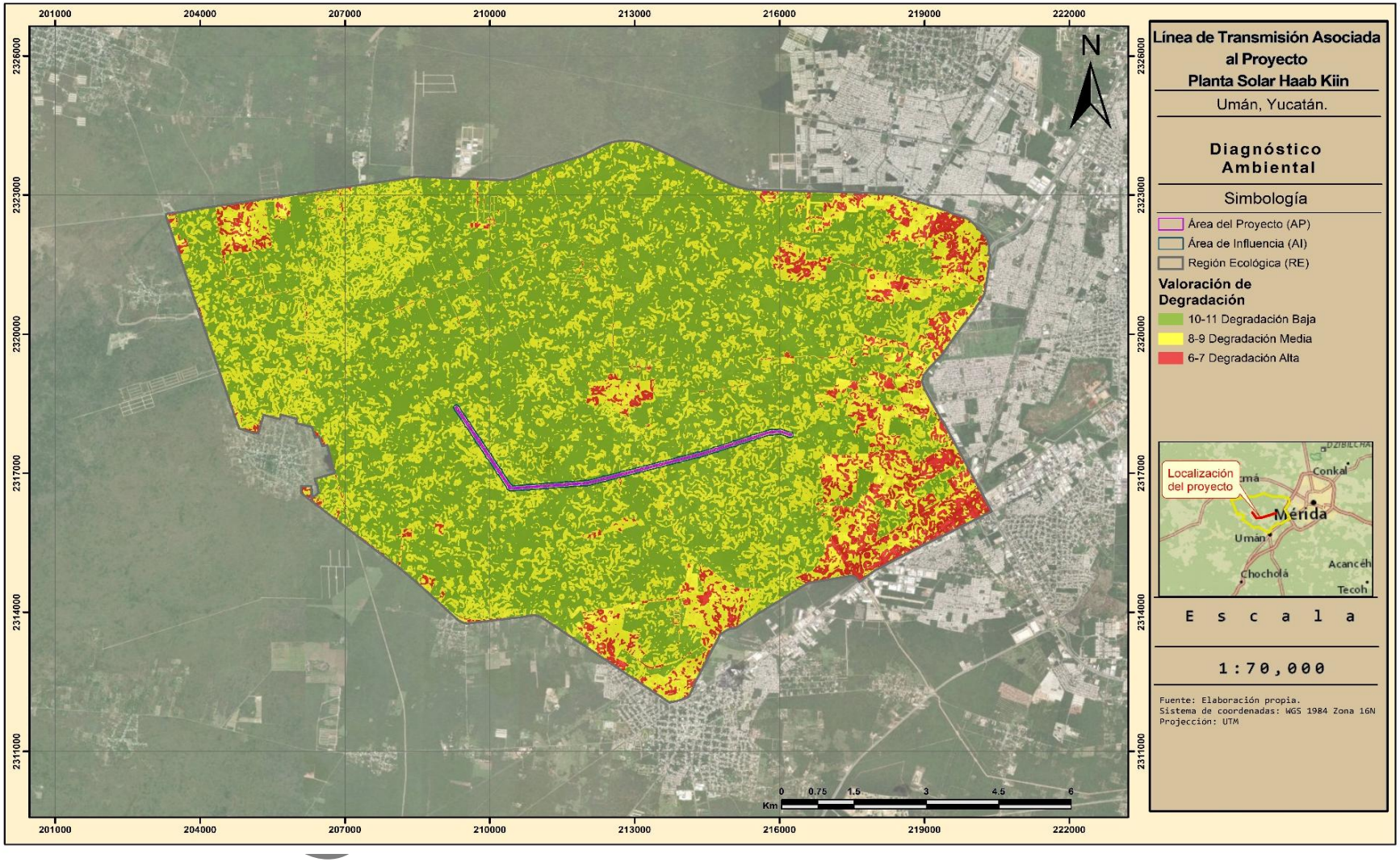
Tabla 121: Valor obtenido de acuerdo al grado de conservación

Diagnóstico Ambiental				
Grado de conservación	Valor	Porcentaje en la RE	Porcentaje en AI	Porcentaje en AP
Degradación alta	6 - 7	5.57%	0.13%	0.13%
Degradación media	8 - 9	36.51%	38.92%	38.01%
Degradación baja	10 - 11	57.82%	60.96%	61.86%

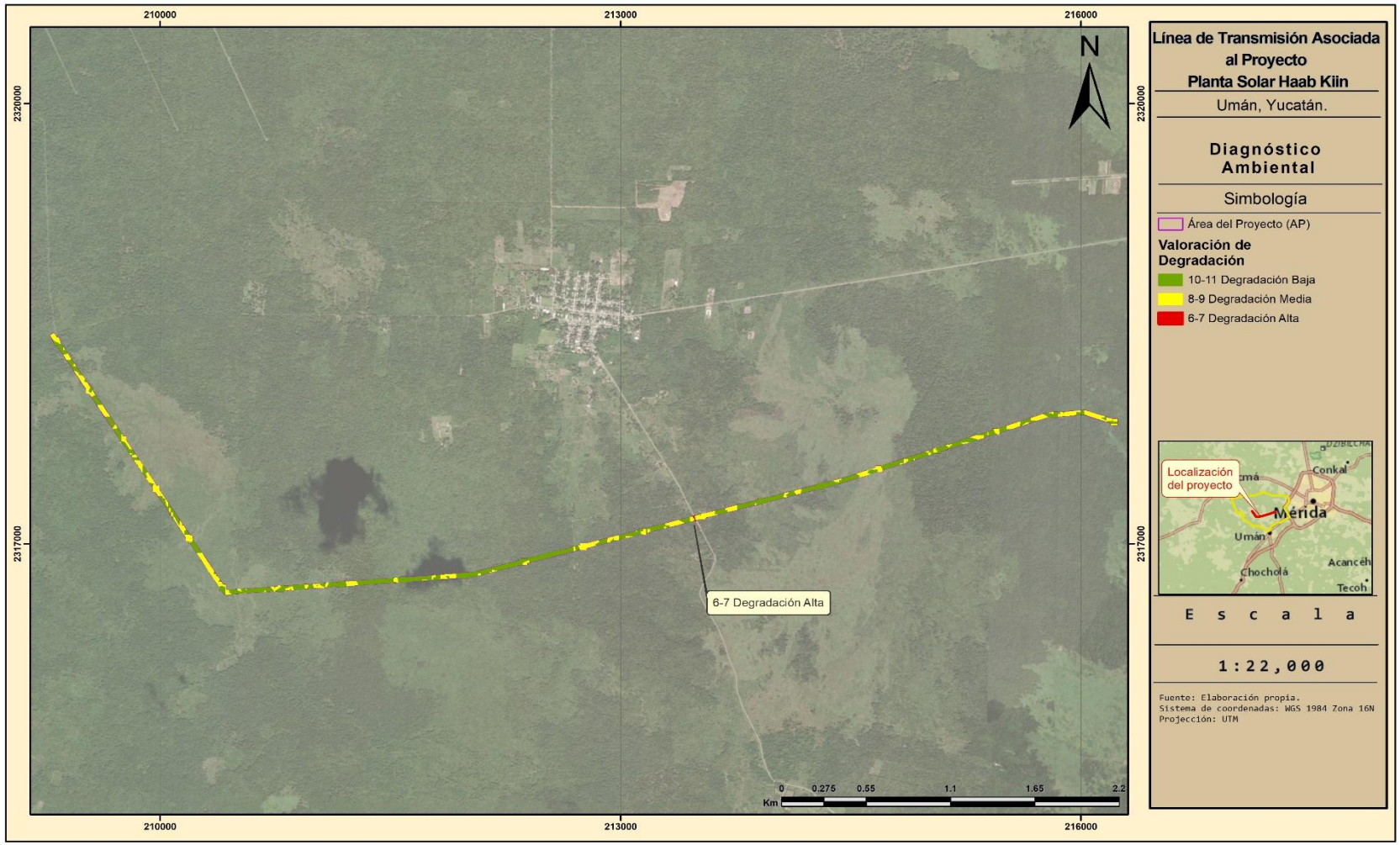
Las UE, son el resultado de la integración de las variables biofísicas en unidades territoriales con características homogéneas, lo que permitió determinar el grado de degradación/conservación de las mismas, como se muestra en el siguiente mapa:

Consulta

Mapa 44: Diagnóstico Ambiental, grado de degradación/conservación de las UE



Mapa 45: Diagnóstico Ambiental AP, grado de degradación/conservación de las UE



3.4.2 Diagnostico

Como se puede observar en el mapa anterior, la mayor parte de la RE presenta una degradación baja (10 - 11) abarcando el 57.82%, de igual manera, para el AI y AP representa la mayor parte, con 60.96% y 61.86% las cuales se distribuyen principalmente en la porción central y occidental, así como en diversos sectores de la parte norte del área de estudio. Estas superficies presentan una menor intensidad relativa de transformación y, en términos ambientales, mantienen condiciones que favorecen la permanencia y recuperación de la cobertura vegetal. Dentro de esta categoría se identifican sectores asociados con Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia y Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia, consideradas como las unidades de mayor importancia para efectos de conservación.

En segundo lugar, se encuentra la degradación media (8 – 9) presentando un porcentaje de 36.51% para la RE, 38.92% para AI y un 38.01% para el AP, esta se encuentra distribuida de manera más fragmentada, formando parches al interior de la RE y presentándose con mayor frecuencia en zonas de transición entre superficies con menor y mayor grado de transformación. Estas áreas pueden interpretarse como sectores con una condición ambiental intermedia, donde si bien, existe presencia o recuperación de la cobertura vegetal, también se identifican evidencias de presión o modificación derivadas del aprovechamiento del territorio, actividades agropecuarias, apertura de caminos y crecimiento de las áreas urbanizadas.

Estas UE presenta características que han propiciado la degradación de su estado natural como:

- Terrenos destinados a la agricultura y ganadería propiciando la remoción vegetal natural, para la realización de labranza, lo cual trae como consecuencia la perdida de suelo natural y la perdida de retención de suelo, aumentando los niveles de erosión hídrica y eólica.

- Presenta pequeños manchones con áreas desprovistas de vegetación.

- Presenta un alto grado de degradación de suelo derivado de actividades antropogénicas.

Una pequeña parte, corresponde a una degradación alta (6 - 7) representando el 5.57% para la RE, 0.13% para el AI y 0.13% para el AP. Se presentan principalmente hacia las zonas periféricas de la RE, destacando su concentración hacia los sectores noroeste, y muy pequeños manchones al suroeste; sin embargo, la mayor concentración se localiza al este, la cual coincide con áreas espacialmente con sectores que presentan una mayor transformación del territorio y una mayor influencia de actividades humanas, particularmente aquellas relacionadas con el crecimiento urbano, infraestructura, vías de comunicación y aprovechamiento agropecuario. Estas superficies representan las condiciones de menor conservación relativa.

Consulta Pública

Esta UE presenta características como:

- No cuenta con ningún estatus de conservación ecológica.
- No existen concentración de corrientes y cuerpos de agua.
- Presenta un alto grado de degradación al suelo derivado a las actividades antropogénicas

Con base al análisis para determinar las UA de la RE, AI y AP, se pueden determinar las siguientes consideraciones:

1. La superficie de la RE forma parte de una llanura, con una pendiente plana siendo el Leptosol el tipo de suelo dominante dentro de la RE, el AI y AP., estos tipos de suelo se caracterizan en ser muy susceptibles a la erosión. Presentan una particularidad en extensión de afloramiento calizo encontrados en la Península de Yucatán. En cuanto a la vegetación que presentan estos suelos son el matorral desértico rosetófilo y la selva baja caducifolia y el bosque de encino. Estos suelos su uso principal es para agostadero.
2. Realizando el análisis de cobertura vegetal de la RE a partir de imágenes satelitales 2019-2025, se aprecia que, se ha visto un aumento en áreas destinadas a la agricultura y ganadería, así como, aumento en asentamientos humanos.

Consulta Pública

Figura 80:Región Ecológica, de acuerdo a la imagen satelital 2019

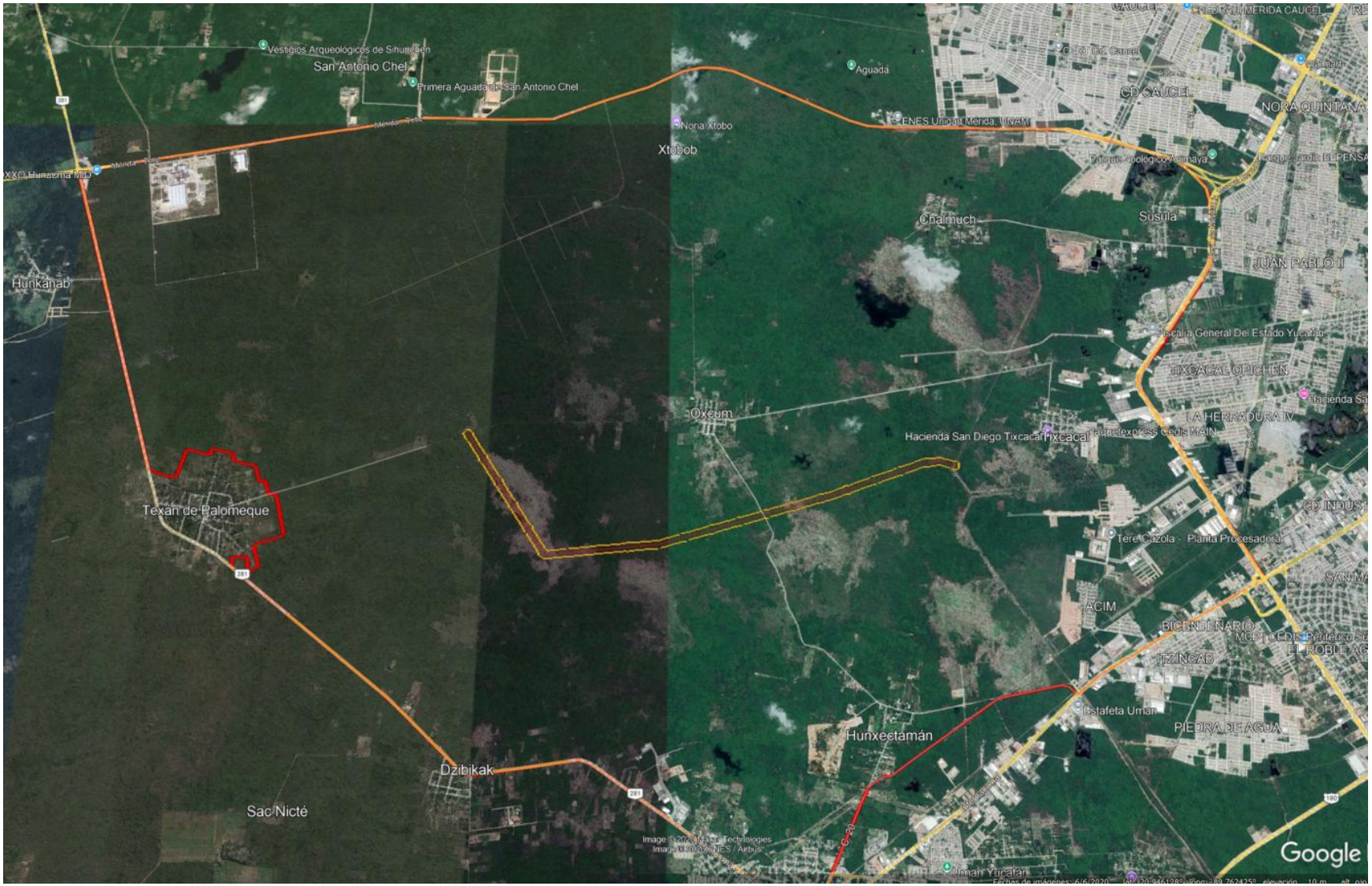
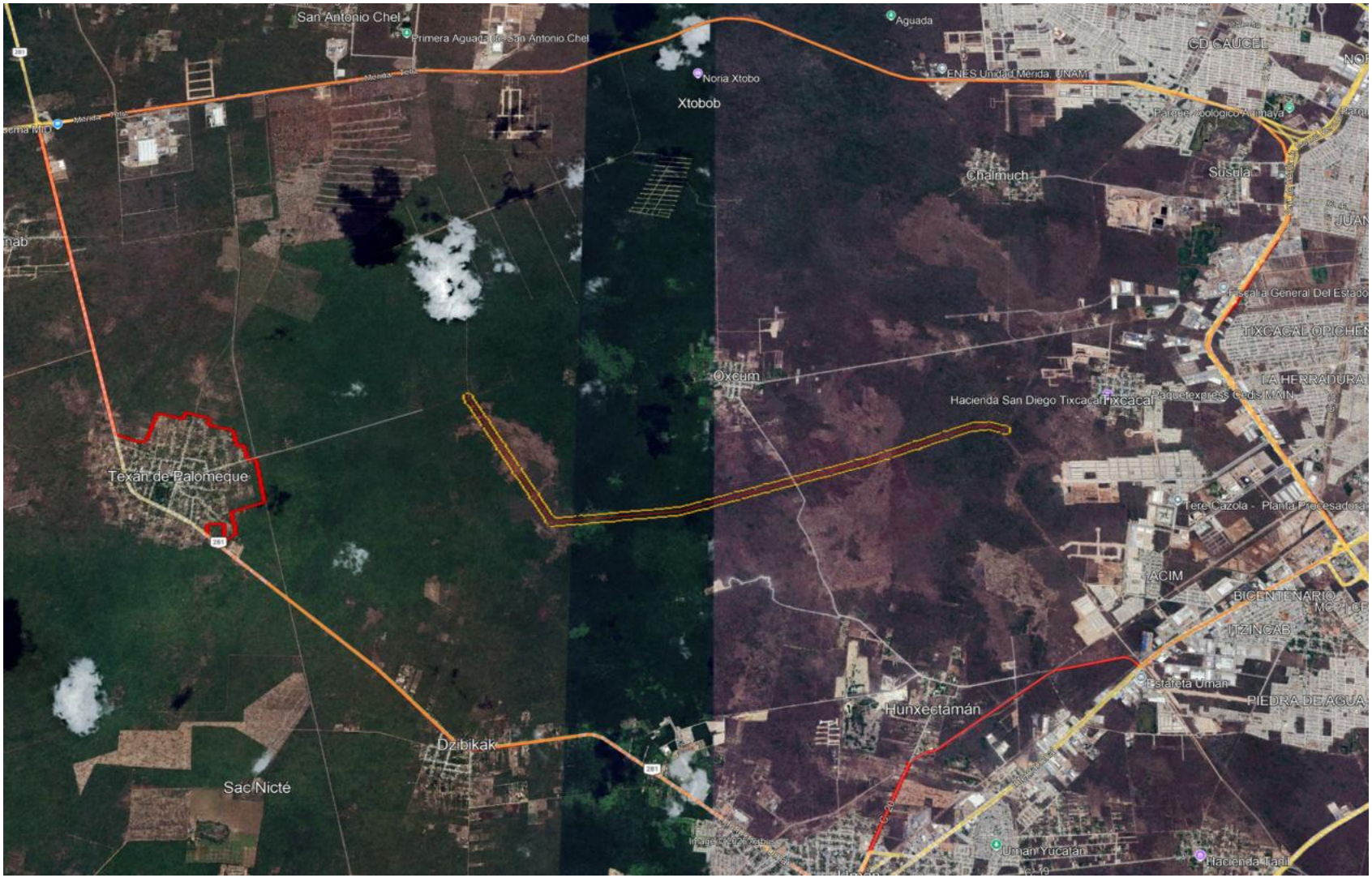


Figura 81: Región Ecológica, de acuerdo a la imagen satelital 2025



3. La RE establecido para el Proyecto está conformado, por áreas de agricultura de temporal permanente y de riego, principalmente dedicadas al cultivo de calabazas. También se identifican zonas con vegetación secundaria de selva mediana caducifolia, vegetación secundaria de selva baja caducifolia y áreas de pastizal, así como algunas pequeñas áreas ocupadas por zonas urbanas.

3.4.3 Tendencia del cambio

Las tendencias de Cambio para la RE (incluido AI y AP), para los próximos 10 años de acuerdo a las condiciones actuales, indican que se incrementara el desarrollo de proyectos de generación de energías renovables a través de sistemas fotovoltaicos, considerando, lo siguiente:

1. Proyectos de Generación a través de sistemas fotovoltaicos. – Dadas las necesidades de energía en el estado de Yucatán y en la región de la Península de Yucatán, el objetivo de desarrollar proyectos de energía renovable es que generan energía limpia a menor costo, hay una reducción de emisiones, desarrollan proyectos comunitarios de acuerdo con un plan de gestión social, medidas específicas de compensación, generación de empleos y bienestar, estos son algunos de los beneficios alcanzados por los Parques Fotovoltaicos, tal como lo establece Banobras.

    - Representan una fuente de energía limpia y con un impacto ambiental mínimo.

    - La electricidad generada se traduce en tarifas eléctricas más bajas para las personas usuarias de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en las comunidades aledañas.

    - Estos proyectos solares traen consigo proyectos con impacto social en las comunidades aledañas.

2. Actividades Agropecuarias. – La tenencia de la tierra en la RE y en la Región es principalmente, al aumento de actividades de cultivo, como lo son principalmente la de calabaza, maíz y frijol y también las áreas de agostadero, también se localizan zonas donde se presenta la actividad de la apicultura, esto al aprovechamiento de la vegetación secundaria de selva media caducifolia.

3. Crecimiento Poblacional. – como se puede apreciar en las imágenes satelitales de los últimos 6 años, existe un aumento en la expansión de asentamientos humanos, esto debido a la cercanía con la zona metropolitana de Mérida, Yucatán; trayendo consigo mayor oferta laboral y oportunidades de crecimiento.

Considerando la tendencia de desarrollo del municipio y el uso potencial que tienen las tierras en las que se pretende instalar el Proyecto, así como, las necesidades de energía en el estado de Yucatán, y de México, ya que, se encuentra dentro de la *“Convocatoria para*

Consulta Pública

la Atención Prioritaria de Solicitudes de Permisos de Generación Eléctrica e Interconexión *al Sistema Nacional Alineados a la Planeación Vinculante",* por otra parte, de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030 (Gobierno de México 2025) el Proyecto encaja con el eje general de desarrollo sustentable, siendo un ejemplo de cómo la transición hacia energías limpias puede ser un motor de cambio positivo para el desarrollo del país, fomentando tanto el progreso económico como la justicia social y el respeto por el medio ambiente, siendo una alternativa viable para la mitigación del cambio climático. Este Proyecto reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar fuentes de energía convencionales con energía solar limpia.

De continuar las tendencias actuales, se desarrollarán más proyectos de energía limpia en la RE, pero dadas las condiciones de Uso de Suelo en el mismo, no se esperarían modificaciones importantes por este motivo. Por lo anterior los cambios a mediano y largo plazo en la RE, sin esperar un incremento en la demografía regional, pero un incremento de programas de restauración, desarrollo de obras públicas cumpliendo con los planes de gestión social establecidos en la legislación vigente y la aplicación de programas específicos para la protección de la flora y fauna regional.

Consulta Pública

4.1 Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración 4-1
4.2 Proceso de Identificación y Evaluación de Impactos (Marco Conceptual GC vs. CVA) 4-2
4.2.1 Definición de Elementos Metodológicos 4-2
4.2.2 Proceso de Evaluación Cuantitativa 4-5
4.2.3 Interpretación de la Matriz Metodológica 4-5
4.2.3.1 Estructura de la Metodología (Causa vs. Receptor) 4-5
4.2.3.2 Clasificación de los Componentes Ambientales y Factores 4-5
4.2.3.3 Criterios de Evaluación y Simbología de la Matriz 4-6
4.2.4 El Proceso Cuantitativo: 4-8
4.2.4.1 Ponderación Cuantitativa y Cálculo de la Importancia (I) 4-8
4.2.4.2 Normalización y Determinación de la Importancia Relativa (Modelo Batelle Adaptado) 4-9
4.2.4.2.1 Cálculo de la Calidad Ambiental (Función de Transformación Batelle) 4-10
4.2.4.2.2 Importancia Relativa de los Impactos 4-10
4.3 Valoración de Impactos y Priorización Cualitativa 4-10
4.3.1 Identificación de los Componentes Valiosos del Ambiente (CVA) en la RE 4-11
4.3.1.1 Tren de Análisis de Riesgos Ambientales 4-12
4.3.1.2 Caracterización de los CVA y Servicios del Ecosistema 4-13
4.3.1.3 Inventario de los Componentes Valiosos del Ambiente (CVA) Seleccionados 4-14
4.3.1.4 Análisis de la Afectación a Servicios Ecosistémicos 4-15
4.4 Identificación y caracterización de los impactos 4-16
4.4.1 Indicadores de impacto y de cambio climático 4-16
4.4.2 Identificación de los generadores de cambio y caracterización de impactos 4-17
4.5 Criterios de evaluación (Metodología Cuantitativa) 4-17
4.5.1 Criterios Conceptuales y Tipología del Impacto 4-18
4.5.1.1 Criterios para la Valoración de la Sinergia 4-18
4.5.2 Criterios de Puntuación (Escala de Magnitud) 4-18
4.5.3 Criterios de Mitigabilidad y Relevancia 4-20
4.6 Matriz de evaluación cuantitativa de impactos 4-20
4.7 Valoración de los impactos 4-30
4.7.1 Índice de Calidad Ambiental (ICA) 4-31
4.7.2 Índice de Calidad ambiental 4-34
4.8 Síntesis de la Calidad Ambiental 4-37

Consulta Pública

4.8.1 Impactos 4-38
4.9 Impactos acumulativos 4-44
4.9.1 Determinación y Suma Operativa de las Medidas de Manejo *(M_M)* y Compensación *(M_C)* 4-49
4.10 Impactos residuales 4-51
4.11 medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración 4-54
4.11.1 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) y Programas Específicos 4-58
4.11.2 Descripción de las medidas por componente ambiental 4-61
4.11.2.1 Fichas técnicas 4-61
Factor Ambiental: 4-61
4.11.3 Cronograma de Aplicación e Implementación de Medidas de Manejo Ambiental 4-70
4.11.4 Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación 4-72
4.11.4.1 Medidas de compensación 4-72
4.12 Análisis Comparativo de Escenarios 4-72
4.12.1 Escenario Sin Proyecto (Situación Actual) 4-72
4.12.2 Escenario Con Proyecto (Etapas de Preparación y Construcción) 4-72
4.12.3 Escenario Residual (Etapa de Operación y Mitigación) 4-73
4.12.4 Fase de Abandono 4-73
4.13 Seguimiento y control (monitoreo) 4-73
4.14 Resumen y conclusiones 4-74
4.14.1.1 Alineación con la Agenda Climática Global (COP29 y COP30) 4-75

Consulta Pública

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de los componentes ambientales y factores 4-6
Tabla 2. Simbología en la matriz de impacto ambiental 4-7
Tabla 3. Componentes Valiosos del Ambiente (CVA) 4-14
Tabla 4 . Análisis de la afectación a los Servicios Ecosistémicos en el SAR 4-15
Tabla 5. Impactos y unidades de medida 4-17
Tabla 6. Tipología y Enfoque de los Impactos Ambientales 4-18
Tabla 7. Rangos de Intensidad del Impacto 4-19
Tabla 8. Tipología del Efecto y Reversibilidad 4-19
Tabla 9: Valoración de impactos 4-30
Tabla 10. Resumen de Impactos Ambientales Identificados y su Nivel de Significancia Final. 4-31
Tabla 11: Valor de significancia máximo 4-33
Tabla 12: Matriz de Significancia (Impactos Adversos y Benéficos) e Índice de Calidad Ambiental. 4-34
Tabla 13. Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales Generados por el Proyecto. 4-39
Tabla 14: Intensidad de los impactos identificados 4-43
Tabla 15: Impactos y medidas de mitigación 4-55

Consulta Pública

4 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

Introducción

La metodología de Evaluación de Impactos[1] Ambientales (EIA) aplicada al Proyecto se basa en una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos, estructurados bajo el modelo de **Cribado Sucesivo**.

El proceso metodológico sigue una secuencia lógica que garantiza la trazabilidad técnica, desde la delimitación de la **Región Ecológica (RE)** — definida bajo criterios hidrológicos de subcuencas — hasta la determinación de la **Importancia (I)** de los efectos residuales, incluyendo los siguientes pasos clave:

- **Definición de la Región Ecológica (RE) y Línea Base:** Diagnóstico del estado actual de los recursos dentro de la RE definido para la Línea de Transmisión (ubicada en el municipio de Umán, Yucatán), considerando que el Proyecto se desarrollará sobre una franja de infraestructura que contempla Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales **(CUSTF)** en vegetación de Selva Mediana/Baja Caducifolia.
- **Identificación de Componentes Valiosos del Ambiente (CVA):** Selección de los receptores sensibles en la **RE**, clasificados conforme a la **Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM, 2005)** en Servicios Ecosistémicos (soporte, regulación, provisión y culturales) y Componentes de la Biodiversidad.
- **Identificación de Generadores de Cambio (GC):** Definición de las actividades y obras de la Línea de Transmisión (preparación del sitio, cimentación de torres, tendido de conductores, obras del Derecho de Vía y mantenimiento por podas selectivas) que actúan como factores de alteración sobre los CVA.
- **Análisis de Interacción y Modelación de Efectos:** Cuantificación de la alteración mediante la Metodología Romero (2025), la cual evalúa la respuesta de los CVA ante los GC. Este análisis permite normalizar los impactos a través de funciones de transformación para determinar con precisión la pérdida o ganancia de la Calidad Ambiental (UCA) en la RE.

Se identifican los patrones de cambio observados en la matriz del paisaje local — caracterizada por una antropización previa y fragmentación por vías de comunicación e infraestructura existente— con la finalidad de extrapolar el estado del medio ambiente en el

[1] *La International Association of Impact Assessment define impacto como el efecto o la consecuencia de una acción (IAIA, 2009).*

Consulta Pública

corto, mediano y largo plazo. Este diagnóstico permite reconocer los impactos potenciales significativos de la **Línea de Transmisión asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin**, asegurando que su integración al entorno sea ambientalmente viable.

4.1 Proceso de Identificación y Evaluación de Impactos (Marco Conceptual GC vs. CVA)

El procedimiento general para identificar los impactos se fundamenta en un modelo de cribado sucesivo, tanto a nivel geográfico (dentro del RE) como conceptual. Este modelo permite abarcar los posibles impactos directos, indirectos y acumulativos relevantes generados por el Proyecto.

La Priorización de Impactos se inicia con una **Valoración Cualitativa**, donde se define la Naturaleza (positiva o negativa) del efecto y se evalúa su magnitud inicial. Esta fase cualitativa constituye el **sustento paramétrico** que permite la transición hacia la Matriz de Evaluación Cuantitativa, bajo la **Metodología Romero (2013/2025)**.

Esta metodología es consistente con los lineamientos internacionales de EIA propuestos por la International Association for Impact Assessment (IAIA, 2009), la cual define el impacto como el efecto o la consecuencia de una acción. Asimismo, se alinea con los conceptos propuestos por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM, 2005)[2] integrando la visión de servicios ecosistémicos en la evaluación de la calidad ambiental.

4.1.1 Definición de Elementos Metodológicos

El análisis de impactos ambientales del Proyecto se realiza a partir de la interacción funcional de los siguientes elementos, siguiendo el Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio:

- Generadores de Cambio (GC)[3]: Conocidos internacionalmente como drivers of change.

Representan las actividades específicas del Proyecto que actúan como factores de alteración sobre los **CVA**. Sus consecuencias derivan en un efecto o impacto directo sobre la estructura y función de los servicios del ecosistema.

Consulta Pública

[2]MEA: The Millennium Ecosystem Assessment , conocida en español como la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EM) es un programa de trabajo internacional diseñado para satisfacer la necesidad de los tomadores de decisiones y el público en general, con información científica sobre las consecuencias de los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano y las opciones de respuesta frente a esos cambios MEA, M. E. A. (2005). "Evaluación de los ecosistemas del milenio." Retrieved 16 agosto, 2010, from http://www.millenniumassessment.org/es/index.aspx.

[3] Los generadores de cambio (o drivers of change en inglés) tienen como consecuencia un efecto o un impacto sobre los servicios del ecosistema y afectan el bienestar humano (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2003).

Actividades del Proyecto: Preparación del sitio y desmonte puntual sobre el Derecho de Vía (DDV), adecuación de caminos de acceso e internos de mantenimiento, excavación y cimentación de las bases para estructuras verticales, montaje de torres/postes, tendido y tensionado de conductores eléctricos, e instrumentación de podas selectivas de mantenimiento durante la etapa de operación.

- Componentes Valiosos del Ambiente (CVA[4]): Conocidos internacionalmente como VEC (Valued Ecosystem Components).

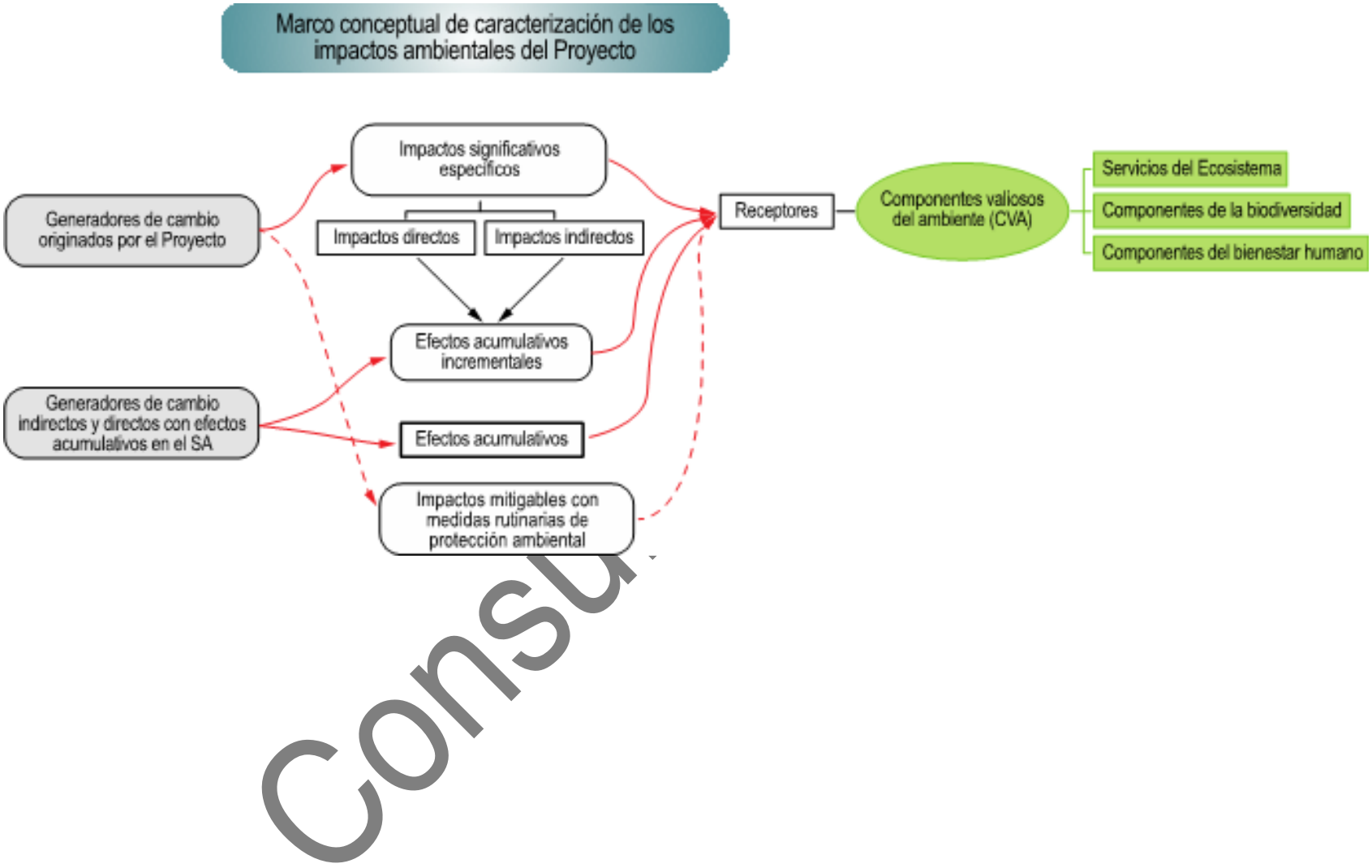
Son los **receptores sensibles** del ambiente natural y humano que poseen un alto valor ecológico, social o normativo. En esta metodología, los CVA se caracterizan por tres dimensiones fundamentales: **Servicios del Ecosistema, Componentes de la Biodiversidad y Componentes del Bienestar Humano**.

En la Figura 1 se presenta gráficamente el Marco Conceptual que rige la caracterización y posterior modelación de los impactos ambientales del Proyecto, estableciendo la ruta de transferencia de energía y materia entre la causa (GC) y el efecto (CVA).

Consulta Pública

[4] Camacho Valdez V et al. Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. Revista Bio Ciencias enero 2012 Vol.1 Núm. 4 Año 2 Páginas 3 a 15

Figura 1. Marco conceptual de la caracterización de los impactos ambientales del proyecto



Consu

4.1.2 PROCESO DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA

Para concluir el proceso de identificación y asegurar la objetividad en la toma de decisiones, se desarrolla una Matriz de Evaluación Cuantitativa. Este instrumento permite analizar de forma sistemática la interacción de los Generadores de Cambio (GC) —actuando como factores de alteración— sobre cada uno de los Componentes Valiosos del Ambiente (CVA) identificados en la RE del Proyecto.

El análisis trasciende la descripción cualitativa al emplear una escala ponderada que evalúa los atributos críticos del impacto: Intensidad, Tiempo, Acumulación, Sinergia, Reversibilidad, Efecto, Ámbito y Mitigabilidad. A cada uno de estos criterios se le asigna un valor numérico cuya sumatoria integrada determina la Importancia (I).

Este rigor matemático permite clasificar la significancia de cada impacto en rangos técnicos, proporcionando el sustento científico necesario para el diseño de las medidas de mitigación. Asimismo, este proceso constituye el paso previo a la normalización mediante la Función de Transformación de Batelle, garantizando que la evaluación de la Calidad Ambiental (UCA) del Proyecto sea Metodológicamente consistente y auditable.

4.1.3 INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ METODOLÓGICA

4.1.3.1 ESTRUCTURA DE LA METODOLOGÍA (CAUSA VS. RECEPTOR)

La matriz de evaluación se fundamenta en la distinción de tres elementos clave:

Elemento	Definición Funcional
Generador de Cambio (GC)	La **causa** del impacto. Toda actividad del proyecto (construcción, operación, abandono) que altera el medio ambiente (ej. movimiento de tierras, vallado perimetral).
Componente Valioso del Ecosistema (CVE)	El **receptor** del impacto. Elementos del medio ambiente (CA) que poseen un alto valor funcional o normativo (ej. Acuífero Kárstico, Corredor Biológico, Especie Protegida, etc.).
Indicador de Impacto Cuantificable (KPI)	La **medida** del impacto. La expresión numérica que cuantifica la alteración en el estado del CVE (ej. dBA, Ton/Ha/Año, etc.)

4.1.3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES Y FACTORES

Los Componentes Ambientales (CA) son las grandes categorías del medio ambiente. Los Factores son los elementos dentro de cada CA que se someten a evaluación (CVE).

Consulta Pública

Tabla 1. Clasificación de los componentes ambientales y factores

Componente Ambiental (CA)	Factor / CVA (Elemento Específico Evaluado)	Etapa del Proyecto
Medio Físico / Abiótico	**Suelo:** Compactación por tránsito de maquinaria, incremento en la erosión hídrica por despalme y riesgo de derrames accidentales de lubricantes.	Preparación del sitio y Construcción
	Agua (Hidrología Superficial y Subterránea): Modificación puntual en la capacidad de infiltración, dinamismo de escurrimientos pluviales laminares y riesgo de contaminación.	Preparación del sitio y Construcción
	Aire y Atmósfera: Aumento de niveles de ruido por maquinaria y generación de polvos fugitivos (PM_{10}/$PM_{2.5}$) por movimiento de tierras en accesos.	Preparación del sitio y Construcción
Medio Biológico	**Paisaje y Calidad Escénica:** Alteración de la calidad escénica del fondo visual por la intrusión de infraestructura sobre el Derecho de Vía (DDV).	Preparación del sitio, Construcción y Operación
	Flora: Remoción de cobertura vegetal (Selva Mediana/Baja Caducifolia) por **CUSTF** y podas selectivas de mantenimiento.	Preparación del sitio, Construcción y Operación
	Fauna y Avifauna: Desplazamiento temporal por ruido, pérdida puntual de microhábitats y riesgo de colisión de avifauna con el tendido eléctrico.	Preparación del sitio, Construcción y Operación
Medio Socioeconómico y Sistemas de Seguridad	**Aspectos Socioeconómicos:** Generación de empleo local, contratación de proveeduría, servicios básicos y derrama económica municipal.	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento
	Riesgo Ambiental y Operativo: Eventos fortuitos o conatos de incendio en el Derecho de Vía y mantenimientos en la infraestructura eléctrica de alta tensión.	Operación y Mantenimiento

4.1.3.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y SIMBOLOGÍA DE LA MATRIZ

Para la asignación de valores numéricos en la Matriz de Evaluación, se utilizan criterios estandarizados que definen la interacción entre el Proyecto y los CVA. Estos criterios permiten desglosar la naturaleza del impacto desde su origen hasta su capacidad de recuperación:

Consulta Pública

Criterio	Definición y Enfoque para el Evaluador
Tendencia	Grado de evolución que experimentará el impacto si no se implementan medidas adicionales. (¿El impacto tiende a agravarse, disminuir o mantenerse estable a lo largo del tiempo?
Intensidad	Magnitud del daño al CVE (Se cuantifica con el KPI).
Tiempo	Duración del impacto (Corto, Mediano o Largo Plazo/Permanente).
Acumulación	¿El impacto se **suma** a los impactos de otras actividades o proyectos existentes en el RE?
Reversibilidad	Grado de dificultad para restaurar el CVE a su estado inicial.
Efecto	Si la manifestación del impacto es temporal o permanente.
Ámbito	Extensión espacial del impacto (Local o Regional).
Mitigabilidad	Nivel de complejidad de la solución (Baja, Buenas Prácticas; Continuo, medidas de mitigación; Alta, medidas de mitigación especiales; Muy Alta, Ingeniería Estructural.

Tabla 2. Simbología en la matriz de impacto ambiental

	0	± 1	± 2	± 3
Tendencia	A la baja	Continuo o neutro	Al alta	Muy Alta
Intensidad	Color	Color	Color	Color
Tiempo	-	(0-2 años)	(3 - 10 años)	(10 - 35 años)
Acumulación	Sin Acumulación	2 impactos acumulados	3 impactos acumulados	4 o + Impactos acumulados
Sinergia	Sin sinergia	Baja	Media	Alta
Efecto	-	Ocasional	Temporal	Permanente
Reversibilidad	Altamente reversible	Reversible a corto plazo	Reversible a mediano plazo	Indefinido
Ámbito	-	Inmediato	Local	Regional

Consulta Pública

	0	± 1	± 2	± 3
Mitigabilidad	Buenas prácticas	Medidas de Mitigación	Medidas de mitigación Especiales	Ingeniería estructural
Significancia	-	Baja	Media	Alta
Etapa	-	Preparación	Construcción	Operación

4.1.4 El Proceso Cuantitativo:

La Importancia (I) de cada impacto se determina mediante la asignación de valores numéricos a criterios de ponderación específicos, donde una puntuación más alta es indicativa de una mayor severidad o complejidad técnica. El valor resultante se categoriza dentro de una escala de Significancia, la cual define el alcance y la profundidad de las medidas de mitigación requeridas para cada interacción.

Fórmula y Ponderación Metodológica. - Para asegurar la objetividad y la relevancia ecológica, **la Importancia (I)** se calcula a través de una **función de suma ponderada**. En este modelo, la ponderación se calibra para reflejar la prioridad de los **Componentes Valiosos del Ambiente (CVA)**; de esta manera, los impactos caracterizados por su irreversibilidad y efecto directo adquieren un peso preponderante en el resultado final:

$$I = \Sigma \text{ (Criterios Ponderados)}$$

Los criterios como la Intensidad (la magnitud del daño) y la Reversibilidad (la dificultad para restaurar el CVA) reciben una ponderación superior a otros criterios (como el Ámbito o la Mitigabilidad). Esto garantiza que las clasificaciones de Alto (20 a 30 puntos) solo se alcancen el impacto compromete severamente la función o estructura del CVA.

Nivel de Impacto (Significancia)	Rango Numérico Negativo (I)	Implicación de Manejo
Baja	4 a 10 puntos	Compatible con el entorno. Requiere **Buenas Prácticas Ambientales**.
Medio	11 a 19 puntos	Controlable. Requiere **Medidas de Mitigación Específicas** y Monitoreo.
Alto	20 a 26 puntos	Severo. Requiere **Mitigación Estructural Compleja** y/o **Compensación Ecológica**.

4.1.4.1 Ponderación Cuantitativa y Cálculo de la Importancia (I)

La **Importancia (I)** de los impactos se determina asignando un valor a cada uno de los **N** parámetros de la matriz de valoración (Romero L. 2013/2025).

Consulta Pública

El **Puntaje Total del Impacto (I)** es la suma de los valores asignados a cada criterio (C_i):

Puntaje Total del Impacto (I) = $\sum_{i=1}^{N} C_i$

Donde **N** es el número total de criterios de ponderación y C_i es el valor asignado a cada criterio.

Puntaje Máximo Total ($I_{máx}$): representa la condición de mayor alteración posible, determinada por la suma de los valores máximos de cada criterio.

Bajo este modelo, criterios fundamentales como **la Intensidad** (magnitud del daño) y la **Reversibilidad** (dificultad para restaurar el CVE) reciben una ponderación superior frente a otros atributos como el Ámbito o la Mitigabilidad. Esta jerarquización garantiza que la clasificación de impacto **Alto** solo se asigne cuando la actividad compromete severamente la función o estructura del receptor sensible.

Significancia y Estrategia de Manejo Ambiental

Los resultados numéricos se agrupan en tres niveles de **Significancia**, los cuales dictan el alcance de las medidas de intervención y la complejidad del manejo ambiental del **Proyecto:**

Nivel de Impacto (Significancia)	Rango Numérico (I)	Implicación de Manejo Técnico
Baja	**4 a 10 puntos**	Impacto compatible con el entorno. Se gestiona mediante **Buenas Prácticas Ambientales**.
Media	**11 a 19 puntos**	Impacto controlable. Requiere **Medidas de Mitigación Específicas** y programas de monitoreo.
Alto	**20 a 26 puntos**	Impacto severo. Exige **Mitigación Estructural Compleja** y/o esquemas de Compensación Ecológica.

4.1.4.2 Normalización y Determinación de la Importancia Relativa (Modelo Batelle Adaptado)

Para asegurar la **objetividad y la comparabilidad** entre impactos de distinta naturaleza, la valoración numérica de la matriz se somete a un proceso de normalización. Este procedimiento técnico permite integrar variables heterogéneas (como ruido, suelo o vegetación) bajo un mismo **Índice de Calidad Ambiental (ICA)**.

Dicha normalización es fundamental para determinar la **Importancia Relativa**, garantizando que el peso de cada alteración sea ponderado de manera equilibrada dentro del análisis integral del entorno del Proyecto.

Consulta Pública

4.1.4.2.1 CÁLCULO DE LA CALIDAD AMBIENTAL (FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN BATELLE)

El valor de afectación se transforma utilizando el modelo de **Batelle-Columbus** (Cotan-Pinto Arroyo S., 2007), bajo la adaptación metodológica de **Romero L**. (2013). La **Calidad Ambiental (CA)** se calcula normalizando el puntaje de la matriz (***I***) a una escala que oscila entre **0 (condición crítica)** y **1 (condición óptima).**

Este cálculo se obtiene mediante el cociente del puntaje obtenido entre el puntaje máximo teórico, eliminando las unidades de medida para obtener un indicador estandarizado:

$$\textbf{Calidad Ambiental (CA)} = \frac{I}{I_{max}}$$

Este proceso establece la "**función de evaluación**" o de "**transformación**" de la calidad ambiental, una herramienta esencial que permite la comparación sistémica de los impactos y facilita la interpretación de los cambios en la calidad ambiental del Proyecto.

4.1.4.2.2 IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS IMPACTOS

Para determinar el peso específico de cada impacto respecto al total de las alteraciones del Proyecto (**Importancia Relativa**), se realiza una ponderación proporcional. Este cálculo se obtiene dividiendo la Calidad Ambiental de cada impacto (**CA_j**) entre el **Valor Total Acumulado de la Calidad Ambiental (∑CA)** de todos los M impactos identificados en el sistema:

$$\text{Importancia Relativa del Impacto} = \frac{CA_j}{\sum_{j=1}^{M} CA_j}$$

El resultado expresa la relevancia de cada impacto en una escala fraccionaria: aquellos con mayor peso técnico se acercan al valor de 1, mientras que los de menor incidencia tienden a 0.

Mediante este análisis, se identifican con precisión los impactos con mayor afectación a la calidad ambiental, los cuales se establecen como los factores prioritarios para el diseño y ejecución de las medidas de mitigación.

4.2 VALORACIÓN DE IMPACTOS Y PRIORIZACIÓN CUALITATIVA

La identificación y valoración de los efectos ambientales del Proyecto se ejecuta mediante un proceso de dos fases: una fase cualitativa de priorización y una fase cuantitativa de cálculo de importancia.

Consulta Pública

El análisis cualitativo inicial permite jerarquizar los efectos basándose en su potencial de alteración sistémica. Una vez determinada la intensidad y tendencia de cada impacto, se procede a su priorización técnica considerando los siguientes criterios fundamentales para el diseño de las medidas de manejo:

- **Potencial repercusión sobre Servicios del Ecosistema:** Evaluación de la capacidad del entorno para mantener sus funciones vitales tras la interacción con el Proyecto.
- **Interacción con procesos de cambio previos (Acumulación):** Análisis de la suma de efectos con otras actividades preexistentes en el Región Ecológica (RE).
- **Interacción con otros Generadores de Cambio (Sinergia):** Identificación de impactos que, al combinarse, potencian su magnitud original.
- **Mitigabilidad o compensabilidad:** Determinación de la viabilidad técnica para prevenir, atenuar o resarcir el daño al componente ambiental.
- **Intensidad y tendencia del impacto:** Caracterización de la magnitud del cambio y su comportamiento proyectado a lo largo del tiempo.

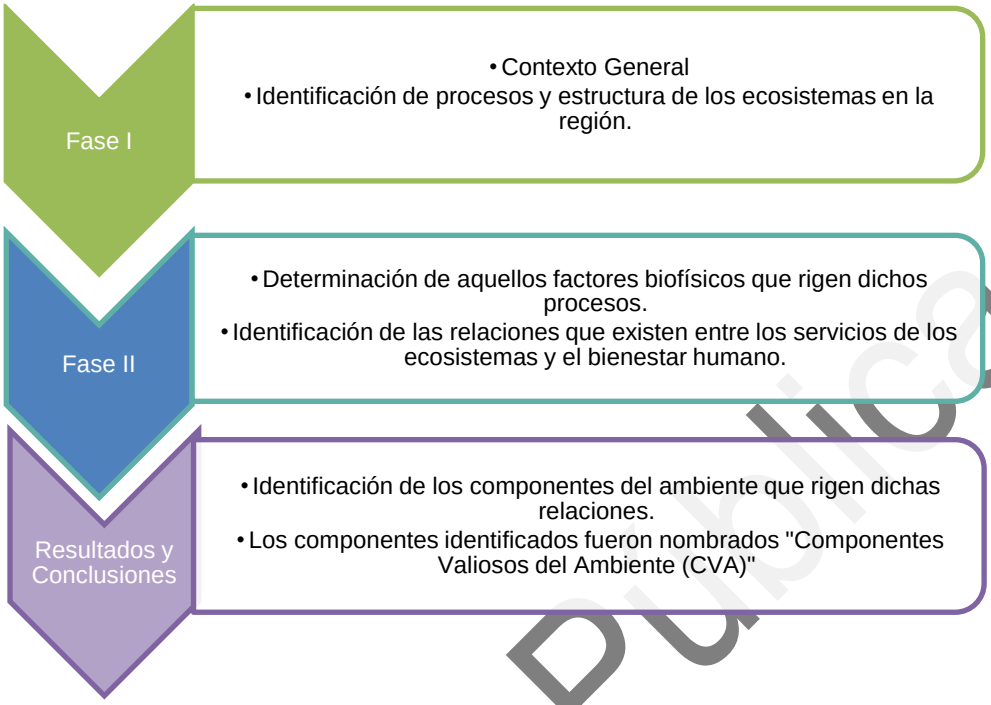
La Importancia de los impactos identificados se determina con el objetivo de establecer el peso relativo que cada alteración ejerce sobre los **Componentes Valiosos del Ambiente (CVA)**, asegurando que la gestión ambiental sea dirigida a los puntos críticos.

4.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES VALIOSOS DEL AMBIENTE (CVA) EN LA RE

Para la selección de los **Componentes Valiosos del Ambiente (CVA)** que conforman la base del análisis de este estudio, se aplicó una metodología de cribado sistemático orientada a la representatividad ecosistémica y normativa. Este proceso se estructuró en dos fases analíticas fundamentales, como se ilustra en la Figura 2:

Consulta Pública

Figura 2: Diagrama de la metodología para selección de CVA.



Como se observa en la figura anterior, la metodología se estructuró en dos fases analíticas fundamentales:

- **Fase I. Contexto General:** Identificación de los procesos y la estructura de los ecosistemas a nivel regional, estableciendo la línea base del entorno del Proyecto.
- **Fase II. Determinación de Factores Biofísicos:** Análisis de los factores que rigen los procesos ecosistémicos e identificación de las relaciones existentes entre los servicios del ecosistema y el bienestar humano.

Como resultado de este proceso integrador, se definieron los elementos del ambiente que rigen dichas relaciones funcionales, los cuales han sido denominados **Componentes Valiosos del Ambiente (CVA)** para fines de la presente evaluación. Estos componentes representan los receptores sensibles sobre los cuales se modelarán los efectos de los Generadores de Cambio.

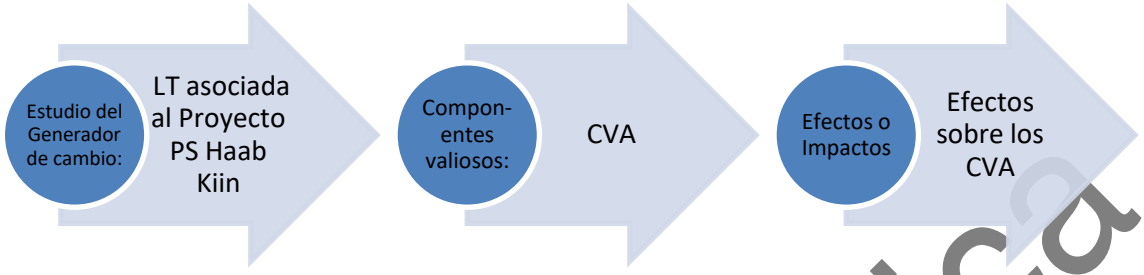
4.2.1.1 Tren de Análisis de Riesgos Ambientales

Una vez definidos los CVA, se establece la ruta causal que rige la evaluación. El siguiente diagrama presenta el tren de análisis de los riesgos ambientales derivados de las actividades del **Proyecto**, estructurando la secuencia lógica desde la acción hasta la consecuencia ambiental:

Consulta Pública

El siguiente diagrama presenta el tren de análisis de los riesgos ambientales derivados de las actividades del Proyecto.

Figura 3. Diagrama para el análisis de riesgos ambientales.



4.2.1.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS CVA Y SERVICIOS DEL ECOSISTEMA

La aplicación de esta metodología permite obtener un listado jerarquizado de los componentes valiosos, integrando una caracterización basada en el concepto de **servicios del ecosistema**[5], propuesto en los **EEM**, especifica con claridad los beneficios que la población obtiene de las funciones naturales de cada componente identificado.

El proceso de determinación de los **CVA** se fundamenta en un análisis riguroso de la información de la **Línea de Base Ambiental** y en la experiencia técnica acumulada en estudios de impacto ambiental similares en la región sureste de la Republica. El siguiente flujo metodológico describe la transición desde la identificación del componente hasta la definición de sus servicios:



Bajo este esquema, se asegura que la evaluación de impactos no se limite a una descripción biológica, sino que considere la **integridad funcional del ecosistema** y su valor para el entorno.

Consulta Pública

[5]Servicios del ecosistema: Los beneficio que la gente obtiene de las funciones de los ecosistemas (MEA, 2005)

4.2.1.3 INVENTARIO DE LOS COMPONENTES VALIOSOS DEL AMBIENTE (CVA) SELECCIONADOS

Derivado del análisis de cribado sistémico y la caracterización funcional del entorno del Proyecto, se ha determinado el siguiente listado de CVA. Estos componentes representan los receptores sensibles sobre los cuales se evaluará la magnitud de los cambios ambientales:

Tabla 3. Componentes Valiosos del Ambiente (CVA)

Categoría	Componente Valioso del Ambiente (CVA)	Justificación de la Importancia Relativa	Servicios Ecosistémicos
Medio Físico	**Suelo y Geomorfología**	La preservación de la capa fértil y la estabilidad del relieve local son fundamentales para prevenir procesos erosivos e infiltración adecuada durante los movimientos de tierra puntuales en estructuras.	Soporte / Regulación
	Hidrología Superficial y Subterránea	El mantenimiento del patrón natural de escurrimientos pluviales laminares y la protección de los acuíferos kársticos locales evitan la sedimentación y la contaminación por fluidos.	Provisión / Soporte
Medio Biológico	**Cubierta Vegetal (Selva Mediana/Baja Caducifolia)**	Corresponde al uso de suelo y vegetación nativa. Su caracterización es relevante para estimar la biomasa a remover por CUSTF y la estabilización del suelo post-construcción.	Regulación / Soporte
Medio Biológico	**Fauna Silvestre y Avifauna**	Foco en especies de baja movilidad durante el desmonte y despalme puntual, así como en los patrones de tránsito de la avifauna para evitar colisiones con el tendido eléctrico.	Regulación
Medio Socioeconómico	**Medio Económico y Social**	La generación de empleo directo e indirecto y la demanda de bienes/servicios	Provisión (Económica)

Consulta Pública

Categoría	Componente Valioso del Ambiente (CVA)	Justificación de la Importancia Relativa	Servicios Ecosistémicos
		locales impulsan la derrama económica municipal en la zona de influencia (Umán).	

4.2.1.4 Análisis de la Afectación a Servicios Ecosistémicos

La siguiente tabla, vincula la alteración del Componente Valioso del Ambiente (CVA) con el impacto directo sobre los Servicios Ecosistémicos (SE) que sustentan el bienestar humano:

Tabla 4 . Análisis de la afectación a los Servicios Ecosistémicos en el RE

Componente Valioso del Ambiente (CVA)	Servicio Ecosistémico (SE)	Función del Ecosistema en la Línea Base	Análisis de la Afectación al Servicio Ecosistémico
Suelo y Geomorfología	**Soporte / Regulación**	Retención de capa fértil, estabilidad mecánica del terreno e infiltración natural al acuífero kárstico.	**Alteración de las propiedades físicas del suelo:** Compactación por tránsito de maquinaria y despalme puntual en el sitio de cimentación de estructuras, con incremento temporal de la susceptibilidad a la erosión hídrica.
Hidrología Superficial y Subterránea	**Provisión / Soporte**	Mantenimiento de la red natural de escurrimientos pluviales laminares y recarga del acuífero kárstico local.	**Modificación de la escorrentía superficial:** Alteración puntual en áreas de desplante, requiriendo obras de drenaje y conservación para mantener el patrón natural de escurrimiento e infiltración sin afectar el acuífero.
Cubierta Vegetal (Selva Mediana/Baja Caducifolia)	**Soporte / Regulación**	Cobertura vegetal nativa (Selva Mediana/Baja Caducifolia), regulación microclimática, captura de carbono y protección del suelo.	**Pérdida de cubierta vegetal por CUSTF:** Remoción de vegetación en los puntos de desplante de las estructuras (5.8362 ha) y podas selectivas de mantenimiento.

Consulta Pública

Componente Valioso del Ambiente (CVA)	Servicio Ecosistémico (SE)	Función del Ecosistema en la Línea Base	Análisis de la Afectación al Servicio Ecosistémico
Fauna Silvestre y Avifauna	**Regulación**	Dinámica poblacional, polinización, dispersión de semillas y flujo de avifauna residente y migratoria.	**Perturbación, desplazamiento y riesgo a la fauna:** Ahuyentamiento temporal de especímenes por ruido y presencia de personal, junto con el riesgo potencial de colisión/electrocución de aves en el tendido eléctrico.
Medio Económico y Social	**Provisión (Económica)**	Generación de empleo local y demanda de bienes y servicios regionales en Umán y Hunucmá.	**Dinamización de la economía local:** Contratación directa/indirecta de mano de obra y adquisición de insumos/servicios locales durante las etapas de preparación, construcción y mantenimiento.

4.3 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

4.3.1 INDICADORES DE IMPACTO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO

Bajo la premisa técnica de que un indicador es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (Ramos, 1987), se han seleccionado los **Indicadores de Impacto Cuantificable (KPIs)** para el **Proyecto.**

Estos indicadores funcionan como las unidades de medida que permiten determinar la Intensidad (Magnitud) de cada alteración sobre los **Componentes Valiosos del Ambiente (CVA)**. La selección de estos KPIs se fundamenta en tres criterios de rigor científico:

- **Mensurabilidad:** Capacidad de ser medidos objetivamente desde la Línea de Base.
- **Sensibilidad:** Reactividad del indicador ante las perturbaciones específicas de las etapas del Proyecto.
- **Verificabilidad:** Capacidad de demostrar el éxito de las medidas de mitigación y la resiliencia del sistema ante el cambio climático.

En el contexto de Cambio Climático, los indicadores no solo miden la afectación local, sino que también reflejan la contribución del Proyecto a la mitigación global mediante la sustitución de fuentes de energía fósil, cuantificada a través de la capacidad instalada y la generación anual de energía limpia (MWh/año).

Consulta Pública

4.3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS GENERADORES DE CAMBIO Y CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

La **International Association of Impact Assessment** define impacto como el efecto o la consecuencia de una acción (IAIA, 2009). Estas acciones se describen como **Generadores de Cambio (GC)** que tienen como consecuencia "un efecto o un impacto sobre los servicios ambientales y afectan el bienestar humano" (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

En este caso, la acción es provocada por el **Generador de Cambio** ligado al **Proyecto** y el efecto o consecuencia es el impacto experimentado por un receptor específico (CVA); entre ellos, los Servicios Ecosistémicos y la Biodiversidad. Dada la complejidad del Región Ecológica (RE), se reconoce que los GC pueden generar:

- **Efectos Acumulativos:** El impacto final se comporta como la suma simple de impactos sobre un mismo receptor.
- **Efectos Sinérgicos:** Los impactos se potencian entre sí, resultando en un efecto final mayor que la suma de los impactos individuales (IAIA, 2003).

A continuación, se presenta la matriz de caracterización de impactos y unidades de medida (Tabla 5), detallando la interacción entre los GC, los CVA y el indicador (KPI) que será utilizado para asignar el puntaje de Intensidad en la valoración numérica:

Tabla 5. Impactos y unidades de medida

Generador de Cambio (GC)	CVA Principal	Indicador de Medida (KPI) Cuantificable
GC-01: Preparación del sitio y desmonte	**1. Suelo**	**Superficie (m^2)** de suelo compactado o removido.
GC-02: Instalación de infraestructura vertical	**2. Calidad Escénica**	**Distancia (m)** a los receptores sensibles en el **AI** y **Grado de contraste** visual (escala 1-4).
GC-01: Preparación del sitio y GC-03: Mantenimiento	**3. Flora y Vegetación**	**Superficie (ha)** con remoción de vegetación y superficie (ha) sujeta a **poda selectiva**.
GC-04: Tendido de conductores y operación	**4. Fauna Silvestre y Avifauna**	**Tasa de mortalidad** (No. carcasas/km/año).

Consulta Pública

4.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN (METODOLOGÍA CUANTITATIVA)

Para determinar la significancia de los impactos identificados, se emplea un algoritmo de evaluación multidimensional que permite obtener la **Importancia Ambiental (I)**. Este

método asigna valores numéricos a una serie de atributos que describen la calidad, extensión y duración del efecto generado por las actividades del Proyecto.

4.4.1 Criterios Conceptuales y Tipología del Impacto

Para asegurar una valoración precisa dentro de la RE, se establecen los criterios técnicos que definen la relevancia y tipología de los impactos identificados. Esta categorización permite diferenciar entre efectos inmediatos y aquellos que se derivan de procesos complejos de interacción ambiental:

Tabla 6. Tipología y Enfoque de los Impactos Ambientales

Criterio	Definición y Enfoque
Directos	Impactos primarios o de primer orden causados por el proyecto y que ocurren en el mismo sitio.
Indirectos	Impactos secundarios accionados por el proyecto que afectan al medio ambiente a través de las repercusiones provocadas a otros componentes (Morris, 1995).
Acumulativo	Impactos provocados por la suma de efectos sobre los componentes del ambiente, generados por proyectos pasados, existentes y futuros (Morris, 1995).
Acumulativo Sinérgico	Los que, dados los procesos de cambio existentes dentro de la RE, pueden potenciar o influir sobre efectos en curso, resultando un impacto mayor a la suma individual.
Antagonista (Neutralizador)	Impacto que puede atenuar, mitigar o contrarrestar otros impactos generados por el proyecto mismo o por otros agentes de cambio.

4.4.1.1 Criterios para la Valoración de la Sinergia

En el análisis de las interacciones ambientales del **Proyecto**, el atributo de **Sinergia (SI)** se valora en función del reforzamiento de dos o más efectos simples. Para efectos de la calificación cuantitativa en la matriz, se establecen los siguientes niveles de intensidad:

- **Sinergia Negativa Baja**: El impacto resultante no excede aproximadamente un 20% de la suma de los impactos individuales.
- **Sinergia Negativa Media:** El impacto resultante no excede aproximadamente el doble de la suma de los impactos individuales.
- **Sinergia Negativa Alta:** El impacto resultante es más del doble de la suma de los impactos individuales.

4.4.2 Criterios de Puntuación (Escala de Magnitud)

Para la asignación de valores numéricos en la Matriz de Importancia, se establecen criterios técnicos que permiten ponderar la relevancia de los impactos. Aunque los impactos se describen de manera cualitativa para su mejor comprensión, su evaluación se rige por atributos consensuados que facilitan la priorización de las acciones de mitigación.

A. Intensidad (Magnitud del Daño)

Consulta Pública

La intensidad se mide en función del porcentaje de afectación respecto al límite permisible (Normatividad vigente) o a las existencias del recurso dentro del polígono del **Proyecto**:

Tabla 7. Rangos de Intensidad del Impacto

Nivel de Intensidad	Porcentaje de Afectación al Límite Permisible / Existencias
Muy Baja	Menores a 29% respecto al límite permisible, o si las existencias del recurso son menores a 24%.
Moderada	Entre 30% - 50% del límite permisible, o si son afectadas entre 25% - 49% de las existencias.
Alta	Más de 60% respecto al límite permisible, o si son afectadas entre 50% - 74% de las existencias.
Muy Alta	Rebasa los valores permisibles, o si afecta a más del 75% de las existencias del recurso.

B. Efecto (Manifestación y Reversibilidad)

Este criterio evalúa la temporalidad de la alteración y la capacidad de recuperación del sistema afectado:

Tabla 8. Tipología del Efecto y Reversibilidad

Tipo de Efecto	Descripción
Poco Ocasional / Ocasional / Temporal	Se produce de forma incidental, de vez en cuando, o intermitente/frecuente, en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente.
Permanente	El efecto se produce de forma continua durante la vida útil del **Proyecto**.
Altamente Reversible	La alteración puede ser revertida por las condiciones del sistema de forma inmediata.
Reversible a Corto Plazo	Reversible, pero permanente durante 1 o 2 generaciones de la especie o componente afectado.
Reversible a Largo Plazo	Reversible con el tiempo, con poca o nula intervención humana.
Irreversible	La alteración es permanente o deja un efecto residual significativo que no permite el retorno al estado inicial.

Consulta Pública

C. Alcance Geográfico (Ámbito)

Este criterio define la extensión espacial donde se manifiestan los efectos de las actividades del **Proyecto**. Es crucial para delimitar las áreas donde las medidas de mitigación deben tener mayor incidencia.

Nivel de Ámbito	Descripción del Alcance Espacial
Entorno Inmediato	Afectación directa y confinada exclusivamente al sitio donde se ejecuta la acción, limitada por el **Área del Proyecto**.
Entorno Local	El efecto ocurre de manera perceptible hasta 5 km más allá de los límites del el **Área del Proyecto**.
Entorno Regional	El efecto se manifiesta a una escala mayor, involucrando la microcuenca o la región fisiográfica donde se inserta la obra.
Gran Escala	El impacto posee una magnitud que sobrepasa los límites del Región Ecológica (RE).

4.4.3 Criterios de Mitigabilidad y Relevancia

Estos criterios establecen el vínculo técnico entre la evaluación de los impactos y su gestión operativa. Permiten priorizar los esfuerzos de conservación y aseguran que la estrategia de manejo ambiental del **Proyecto** sea viable y efectiva:

Criterio	Definición y Consecuencia
Mitigable con Acciones Rutinarias	Impactos que pueden ser prevenidos o reducidos mediante la aplicación de buenas prácticas de ingeniería y desempeño ambiental probado, asegurando que no se generen impactos residuales de relevancia.
Compensable con Acciones Conocidas	Impactos residuales que, tras agotarse las medidas de mitigación, pueden ser compensados mediante acciones que aseguren la mejora o ampliación de los CVA y Servicios Ecosistémicos (SE) afectados.
Mitigable con Acciones Innovadoras	Impactos que, por su naturaleza o magnitud, requieren medidas complejas, no convencionales o de alta especialidad. Estos impactos son priorizados para el desarrollo de protocolos específicos de manejo.
Impacto Potencialmente Relevante Específico	Alteraciones que requieren necesariamente de medidas de mitigación o compensación innovadoras y complejas, dada la sensibilidad del componente o la magnitud del cambio generado.

Consulta Pública

4.5 Matriz de Evaluación Cuantitativa de Impactos

Se preparó una matriz de evaluación cuantitativa que refleja los impactos identificados y las actividades técnicas, así como los elementos ambientales y sus procesos que serán afectados por el Proyecto. La matriz se seccionó en las tres fases principales (Preparación, Construcción y Operación/Mantenimiento) para facilitar la trazabilidad de cada interacción.

Las matrices constituyen un método robusto que permite identificar las interacciones entre los componentes del **Proyecto** y los elementos del ambiente donde se prevén alteraciones.

Asimismo, permite vislumbrar dónde pueden presentarse impactos acumulativos, facilitando la visualización estratégica de dichos puntos de control ambiental.

Para el análisis inicial, se evaluaron aquellas interacciones indicando con una escala de Significancia Aparente (1 al 3) el grado de relevancia preliminar:

- Valor 1: Impacto poco significativo.
- Valor 2: Impacto medianamente significativo.
- Valor 3: Impacto altamente significativo.

A continuación, se presenta la matriz de impactos resultante para el Proyecto:

Consulta Pública

Componente	#/clave	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Etapa de Preparación	Etapa de Construcción	Etapa de Operación	Total
Flora	**1**	Pérdida de cubierta vegetal por motivo del Cambio de Uso de Suelo	El Cambio de Uso de Suelo generará la pérdida de la cubierta vegetal en el área solicitada, durante la etapa de preparación del sitio.	➡ 1	1	1	2	0	3	3	1	-2	2	X			12
Fauna	**2**	Posible afectación a la avifauna	Derivado de la presencia de la línea de trasmisión, existirá la posibilidad de que las aves colisionen o mueran por electrocutamiento	➡ 1	1	1	2	0	3	3	1	-2	1			X	11
Suelo	**3**	Compactación del suelo	Derivado del uso de vehículos y maquinaria el suelo será compactado	➡ 1	1	1	0	0	2	3	1	-2	1	X	X		8

Consulta Pública

Componente	#/clave	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Etapa de Preparación	Etapa de Construcción	Etapa de Operación	Total
Fauna	**4**	Posible afectación a especies de fauna silvestre	Las actividades de preparación del sitio y construcción de la LT generarán la alteración de los hábitats terrestres debido a la remoción puntual de cobertura vegetal en el AP y la emisión de ruido por maquinaria. Esto deriva en el ahuyentamiento y desplazamiento temporal de ejemplares de fauna hacia áreas de refugio dentro de la RE.	0	1	1	1	0	2	1	2	-2	2	X	X		8
Fauna	**5**	Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo del Cambio de Uso de Suelo (CUSTF).	La remoción de la cubierta vegetal para el CUSTF implica la pérdida de microhábitats en los puntos específicos de desplante de las torres. Esta acción conlleva la reducción de sitios	0	1	1	1	0	2	2	1	-2	1	X			7

Consulta Pública

Componente	#/clave	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Etapa de Preparación	Etapa de Construcción	Etapa de Operación	Total
			de refugio, anidación y forrajeo para especies de fauna de baja movilidad. Sin embargo, dada la naturaleza puntual y fragmentada de las áreas de intervención, la integridad funcional del hábitat a nivel regional (RE) se mantiene.														
Suelo	**6**	Generación de residuos sólidos municipales	Derivado de la presencia de trabajadores en el área, se generarán residuos de este tipo.	0	1	3	0	0	2	1	2	-3	1	X	X		7
Agua	**7**	Generación de aguas residuales sanitarias	Debido a la presencia de trabajadores se generarán aguas residuales sanitarias	0	1	3	0	0	1	2	2	-3	1	X	X		7

Consulta Pública

Componente	#/clave	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Etapa de Preparación	Etapa de Construcción	Etapa de Operación	Total
Calidad Ambiental y Servicios Urbanos	**8**	Atracción de fauna nociva u oportunista	Debido a la presencia de trabajadores se generarán residuos urbanos y sanitarios, mismos que pueden atraer fauna nociva u oportunista	0	1	3	1	0	1	1	2	-3	1	X	X		7
Calidad escénica y paisaje	**9**	Disminución de la calidad escénica del paisaje	La presencia de maquinaria, vehículos y a la misma línea de transmisión, se afectará la calidad escénica del paisaje		1	1	1	0	2	1	1	-2	1	X	X	X	6
Aire	**10**	Dispersión de polvos fugitivos a la atmósfera a causa del movimiento de vehículos y maquinaria	La circulación de vehículos y maquinaria levantará polvos y partículas del suelo que pudieran representar una afectación a la salud de los trabajadores y las personas que desarrollen sus actividades en las	0	1	1	0	0	2	1	2	-3	1	X	X		5

Consulta Pública

Componente	#/clave	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Etapa de Preparación	Etapa de Construcción	Etapa de Operación	Total
			cercanías del área de proyecto														
Suelo	**11**	Generación de residuos de manejo especial	Derivado de las actividades correspondientes a la preparación y construcción del proyecto se generarán este tipo de residuos que van desde costales que contuvieron cemento, así como empaques de herramientas y refacciones	0	0	3	0	0	2	1	1	-3	1	X	X		5
Aire	**12**	Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y uso de maquinaria	Debido a la presencia de vehículos y maquinaria en el área del proyecto, se emitirán gases contaminantes producto de la combustión interna de estos vehículos	0	1	1	0	0	2	1	2	-3	1	X	X		5

Consulta Pública

Componente	#/clave	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Etapa de Preparación	Etapa de Construcción	Etapa de Operación	Total
Aire	**13**	Aumento en las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	Derivado al incremento de vehículos y maquinaria en la zona por motivo de la preparación del terreno y construcción del proyecto, habrá un incremento en el ruido	0	0	1	0	0	2	2	2	-3	1	X	X		5
Suelo	**14**	Pérdida de suelo por erosión hídrica	Derivado del CUSTF, se incrementará la pérdida de suelo por erosión hídrica	0	1	1	1	0	1	0	1	-2	1	X			4
Suelo	**15**	Modificación en la capacidad de infiltración y escurrimiento	Derivado del CUSTF, se modificará el volumen de agua infiltrada al suelo	0	1	1	1	0	1	0	1	-2	1	X			4
Suelo	**16**	Riesgo de contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles	El uso de vehículos y maquinaria podría contaminar el suelo por derrame accidental de aceites y	0	1	1	0	0	1	1	1	-3	1	X	X		3

Consulta Pública

			combustibles si no se les da el mantenimiento adecuado														
Suelo	**17**	Generación de residuos peligrosos	Derivado de las actividades correspondientes a la preparación y construcción del proyecto se generarán este tipo de residuos	0	1	0	0	0	2	1	1	-3	1	X	X		3
Calidad Ambiental y Servicios Urbanos	**18**	Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto	Durante la preparación y construcción del proyecto existirá el posible riesgo de contacto de fauna silvestre con el personal que labore para el proyecto	0	0	1	0	0	1	1	1	-2	1	X	X		3
Socioeconómico		Generación de empleos directos e indirectos	El desarrollo del proyecto conlleva la generación de varios empleos, muchos de los cuales serán aprovechados por los habitantes de las localidades cercanas	0	2	1	1	1	3	2	2	NA	1	X	X		13
Socioeconómico		Incremento en la derrama económica	La presencia de personal ocasionará un	0	2	1	0	0	2	2	2	NA	2	X	X		11

Consulta Pública

		para el municipio	incremento en la derrama económica para el municipio debido al incremento en la demanda de bienes y servicios															

Consulta Pública

4.6 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Con el objetivo de eliminar la subjetividad en la asignación de valores, se establece el siguiente método de interpretación. Este cuadro define los rangos y condiciones que sustentan la calificación técnica de cada atributo evaluado en la matriz del Proyecto:

Una vez identificada la intensidad y tendencia de cada impacto, se realizó un análisis cualitativo de éstos, de manera que se pudieran priorizar con base en los siguientes puntos:

- Potencial repercusión sobre servicios del ecosistema.
- Interacción con procesos de cambio previos.
- Interacción con otros generadores de cambio e impactos.
- Mitigabilidad o compensabilidad.
- Intensidad y tendencia del impacto.

La importancia de los impactos identificados, se determinó con la finalidad de priorizar y dar el peso relativo que cada uno de los impactos tienen sobre los factores ambientales considerados para el Proyecto.

Tabla 9: Valoración de impactos

	0	± 1	± 2	± 3
Tendencia	A la baja 	Continuo o neutro 	Al alta 	Muy Alta 
Intensidad	Color 0	Color 1	Color 2	Color 3
Tiempo	-	(0-2 años)	(3 - 10 años)	(10 - 35 años)
Acumulación	Sin Acumulación	2 impactos acumulados	3 impactos acumulados	4 o + Impactos acumulados
Sinergia	Sin sinergia	Baja	Media	Alta
Efecto	-	Ocasional	Temporal	Permanente
Reversibilidad	Altamente reversible	Reversible a corto plazo	Reversible a mediano plazo	Indefinido
Ámbito	-	Inmediato	Local	Regional
Mitigabilidad	Buenas prácticas	Medidas de Mitigación	Medidas de mitigación Especiales	Ingeniería estructural
Significancia	-	Baja	Media	Alta
Etapa	-	Preparación	Construcción	Operación

Consulta Pública

4.6.1 ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL (ICA)

Tras la evaluación de los **21 impactos ambientales** identificados para el **Proyecto**, se aplicó un análisis de normalización para determinar el **Índice de Calidad Ambiental (ICA)** global. Este procedimiento permite cuantificar la **condición posterior de la RE**, después de la generación de los impactos, bajo la siguiente metodología:

1. **Normalización de la Significancia (S):** Se toma el valor de significancia absoluta (S) obtenido para cada uno de los 21 impactos identificados en la matriz. Dado que el límite técnico superior de la metodología es de 30 unidades, cada valor se normaliza dividiéndolo entre dicho máximo para obtener su valor relativo en una escala de 0 a 1.

Tabla 10. Resumen de Impactos Ambientales Identificados y su Nivel de Significancia Final.

# / Clave	Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Total
1	Pérdida de cubierta vegetal por motivo del Cambio de Uso de Suelo	1	**1**	**1**	**2**	**0**	**3**	**3**	**1**	**-2**	**2**	**12**
2	Posible afectación a la avifauna	1	**1**	**1**	**2**	**0**	**3**	**3**	**1**	**-2**	**1**	**11**
3	Compactación del suelo	1	**1**	**1**	**0**	**0**	**2**	**3**	**1**	**-2**	**1**	**8**
4	Posible afectación a especies de fauna silvestre	0	**1**	**1**	**1**	**0**	**2**	**1**	**2**	**-2**	**2**	**8**
5	Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo del Cambio de Uso de Suelo (CUSTF).	0	**1**	**1**	**1**	**0**	**2**	**2**	**1**	**-2**	**1**	**7**
6	Generación de residuos sólidos municipales	0	**1**	**3**	**0**	**0**	**2**	**1**	**2**	**-3**	**1**	**7**
7	Generación de aguas residuales sanitarias	0	**1**	**3**	**0**	**0**	**1**	**2**	**2**	**-3**	**1**	**7**
8	Atracción de fauna nociva u oportunista	0	**1**	**3**	**1**	**0**	**1**	**1**	**2**	**-3**	**1**	**7**
9	Disminución de la calidad escénica del paisaje	0	**1**	**1**	**1**	**0**	**2**	**1**	**1**	**-2**	**1**	**6**

Consulta Pública

# / Clave	Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Total
10	Dispersión de polvos fugitivos a la atmósfera a causa del movimiento de vehículos y maquinaria	0	**1**	**1**	**0**	**0**	**2**	**1**	**2**	**-3**	**1**	**5**
11	Generación de residuos de manejo especial	0	**0**	**3**	**0**	**0**	**2**	**1**	**1**	**-3**	**1**	**5**
12	Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y uso de maquinaria	0	**1**	**1**	**0**	**0**	**2**	**1**	**2**	**-3**	**1**	**5**
13	Aumento en las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	0	**0**	**1**	**0**	**0**	**2**	**2**	**2**	**-3**	**1**	**5**
14	Pérdida de suelo por erosión hídrica	0	**1**	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**-2**	**1**	**4**
15	Modificación en la capacidad de infiltración y escurrimiento	0	**1**	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**-2**	**1**	**4**
16	Riesgo de contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles	0	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**-3**	**1**	**3**
17	Generación de residuos peligrosos	0	**1**	**0**	**0**	**0**	**2**	**1**	**1**	**-3**	**1**	**3**
18	Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto	0	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**-2**	**1**	**3**
19	Generación de empleos directos e indirectos / Derrama económica local	0	**2**	**1**	**1**	**1**	**3**	**2**	**2**	**NA**	**1**	**13**

Consulta Pública

# / Clave	Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Total
19 BIS	Incremento en la derrama económica para el municipio	0	**2**	**1**	**0**	**0**	**2**	**2**	**2**	**NA**	**2**	**11**

2. **Jerarquización de la Estrategia de Manejo Ambiental:** Para jerarquizar la estrategia de mitigación y manejo de los impactos en la **RE**, los resultados numéricos de la matriz se agrupan en tres niveles de Significancia ***(S)*.** Esta clasificación vincula la magnitud del impacto con implementación de las medidas de mitigación o compensación necesarias:

Nivel de Impacto (Significancia)	Rango Numérico (I)	Implicación de Manejo Técnico
Baja	**4 a 10 puntos**	Impacto compatible con el entorno. Se gestiona mediante **Buenas Prácticas Ambientales**.
Media	**11 a 19 puntos**	Impacto controlable. Requiere **Medidas de Mitigación Específicas** y programas de monitoreo.
Alto	**20 a 30 puntos**	Impacto severo. Exige **Mitigación Estructural Compleja** y/o esquemas de Compensación Ecológica.

3. **Criterio de Valor Máximo de Significancia:** Para la cuantificación de la importancia de los impactos, se estableció un límite superior basado en la suma de los valores máximos asignables a cada atributo. Considerando que cada parámetro cuenta con una escala de significancia máxima de 3 unidades, el Puntaje Total Máximo es de 30 puntos, como se detalla a continuación:

Tabla 11: Valor de significancia máximo

Valor de significancia máximo	
Tendencia	3
Intensidad	3
Tiempo	3
Acumulación	3
Sinergia	3
Efecto	3
Reversibilidad	3
Ámbito	3
Mitigabilidad	3
Significancia	3
Total	**30**

Consulta Pública

4.6.2 ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL

Debido a que el valor de afectación a la calidad ambiental que un determinado impacto tiene sobre los parámetros de la RE es variable, es necesario normalizar los resultados para obtener valores comparables. Para ello, se utilizó el Modelo de Batelle-Columbus (Cotan-Pinto Arroyo S, 2007), en el cual al extremo óptimo se le asigna el valor de 1 y al pésimo el 0. Este modelo permite establecer una "función de transformación" que convierte la magnitud de los impactos en una escala de calidad ambiental.

Como parte de la evaluación integral del **Proyecto**, se realizó un análisis mediante dichas funciones de transformación, adaptando la metodología de Romero Luna (2025). Para representar la significancia de los impactos con respecto a la calidad ambiental, se realizaron los siguientes pasos:

- **Normalización de Significancia (*S*):** Se dividió el valor de significancia absoluta ***(S)*** de cada impacto entre el valor máximo posible (**30 puntos**). Este valor representa la fracción de alteración que cada actividad aporta al componente ambiental.
- **Índice de Calidad Ambiental (*ICA*):** Se obtuvo restando el valor normalizado a la unidad **(1.0),** lo que representa la integridad remanente de cada factor tras la interacción con el Proyecto **(ICA = - [S/30]).**
- Peso **Relativo del Impacto (Pr):** Se calculó dividiendo la significancia individual de cada impacto entre la **Significancia Total (136)**. Esto permite jerarquizar qué impactos tienen mayor peso en la huella total del Proyecto.

Tabla 12: Matriz de Significancia (Impactos Adversos y Benéficos) e Índice de Calidad Ambiental.

Número	Impacto	Valor de Significancia *(S)*	Cociente de la significancia individual *S* (30S)	Índice de Calidad Ambiental *(ICA)* (ICA=1−30S)	Peso Relativo *PR* (Pr=S/∑S)
1	Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUSTF en el área con infraestructura	12	0.4	0.6	0.088
2	Posible afectación a la avifauna	11	0.367	0.633	0.081
3	Compactación del suelo	8	0.267	0.733	0.059

Consulta Pública

Número	Impacto	Valor de Significancia *(S)*	Cociente de la significancia individual *S* (30S)	Índice de Calidad Ambiental *(ICA)* (ICA=1−30S)	Peso Relativo *PR* (Pr=S/∑S)
4	Posible afectación a especies de fauna silvestre	8	0.267	0.733	0.059
5	Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por motivo del CUSTF	7	0.233	0.767	0.051
6	Generación de residuos sólidos municipales	7	0.233	0.767	0.051
7	Generación de Aguas Residuales Sanitarias	7	0.233	0.767	0.051
8	Atracción de fauna nociva u oportunista	7	0.233	0.767	0.051
9	Disminución de la calidad escénica del paisaje	6	0.2	0.8	0.044
10	Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria	5	0.167	0.833	0.037
11	Generación de residuos de manejo especial	5	0.167	0.833	0.037

Consulta Pública

Número	Impacto	Valor de Significancia *(S)*	Cociente de la significancia individual *S* (30S)	Índice de Calidad Ambiental *(ICA)* (ICA=1−30S)	Peso Relativo *PR* (Pr=S/∑S)
12	Incremento en las emisiones a la atmósfera por tránsito vehicular y maquinaria	5	0.167	0.833	0.037
13	Aumento en las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	5	0.167	0.833	0.037
14	Pérdida de suelo por erosión hídrica	4	0.133	0.867	0.029
15	Modificación en la capacidad de infiltración y escurrimiento	4	0.133	0.867	0.029
16	Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles	3	0.1	0.9	0.022
17	Generación de residuos peligrosos	3	0.1	0.9	0.022
18	Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal	3	0.1	0.9	0.022

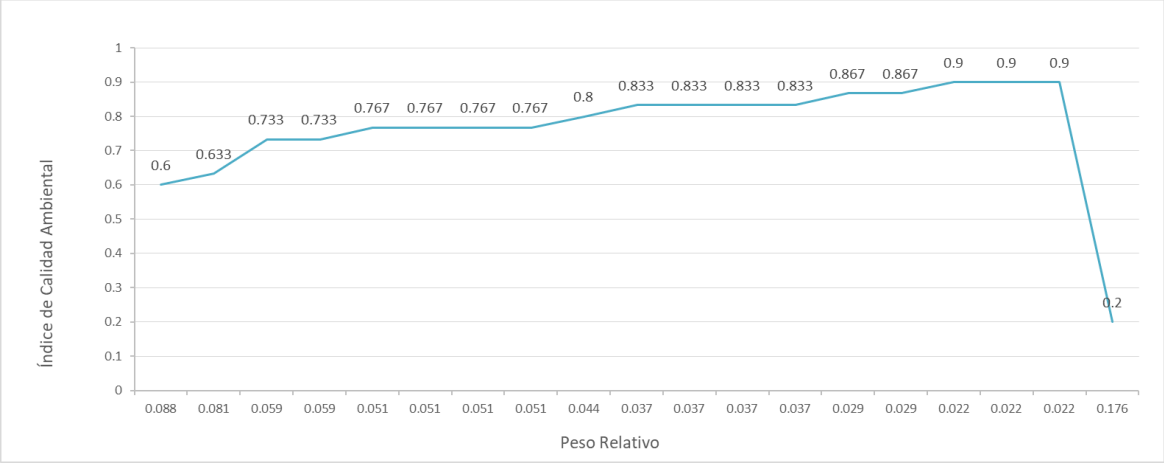
Consulta Pública

Número	Impacto	Valor de Significancia *(S)*	Cociente de la significancia individual *S* (30S)	Índice de Calidad Ambiental *(ICA)* (ICA=1−30S)	Peso Relativo *PR* (Pr=S/∑S)
19	Generación de empleos directos e indirectos / Derrama económica local	24*	0.8	0.2	0.176
Total	—	**134**	—	**14.5**	**1**

Nota: La sumatoria de significancia absoluta (S = 136) y el Índice de Calidad Ambiental acumulado (ICA = 14.5) integran la totalidad de las interacciones identificadas (impactos 1 al 19). Este enfoque metodológico permite cuantificar la condición ambiental posterior del sitio de manera integral. De este modo, las medidas integradas al PVA actúan como factores de atenuación técnica frente a las alteraciones físicas directas del desplante de la LT, resultando en un índice de retención ambiental neto del 77.35%.

Para representar la importancia de los impactos identificados, con respecto a la afectación que tendría cada uno de ellos a la calidad ambiental se extrapolaron los valores obtenidos en la siguiente gráfica.

Figura 3: Gráfica de importancia de impactos



4.7 Síntesis de la Calidad Ambiental

Al finalizar las etapas de preparación y construcción, la **RE** conservará un índice de retención ambiental neto del **77.35%**, valor obtenido de la relación entre el Índice de Calidad

lta Pública

Ambiental (ICA) acumulado de **14.5** y la condición ideal del sistema derivada de las 19 interacciones evaluadas ((14.5/19)*100=76.31 de calidad individual promedio; representando una retención del 77.35% frente a las alteraciones físicas directas del desplante de la LT).

Esto indica que, a pesar de las modificaciones en el terreno, el entorno mantiene la aptitud operativa para asimilar las variaciones y estabilizar sus procesos ecológicos, alcanzando un ICA Global de **14.5**.

Esta condición de estabilidad se mantendrá mediante la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), asegurando que las etapas del Proyecto no comprometan la integridad funcional del ecosistema.

Este valor (**14.5**) refleja el estado de equilibrio tras la evaluación de los **19 impactos** identificados, donde la Significancia Total (**S = 134**) es asimilada bajo las siguientes condiciones:

1. **Jerarquización de Impactos con Mayor Incidencia:** Los factores con mayor peso en el ajuste de la calidad ambiental se concentran en las actividades físicas de preparación del sitio y tendido, destacando:
    - **Pérdida de cubierta vegetal por CUSTF** (S: 12, ICA: 0.60, Pr: 0.088)
    - **Posible afectación a la avifauna** (S: 11, ICA: 0.63, Pr: 0.081)
    - **Compactación del suelo** (S: 8, ICA: 0.73, Pr: 0.059)
    - **Posible afectación a especies de fauna silvestre** (S: 8, ICA: 0.73, Pr: 0.059)
2. **Estado Final del Sistema:** La variación acumulada en la calidad no compromete la continuidad de los servicios ambientales en el área de influencia de la LT. La **RE** conserva más de tres cuartas partes de su capacidad funcional original, lo que clasifica al Proyecto como **Ambientalmente Viable**.
3. **Mitigación Operativa:** Las medidas preventivas y de manejo integradas en el PVA actúan como factores de atenuación técnica para sostener el **ICA** de **14.5**, garantizando que la significancia de los impactos no altere la estabilidad funcional ecosistema.

4.7.1 IMPACTOS

Como resultado del análisis de interacción en la matriz de evaluación, se presentan a continuación los impactos ambientales identificados para el Proyecto. Esta síntesis integra los índices de calidad ambiental obtenidos y la caracterización técnica de cada impacto, permitiendo determinar su magnitud sobre los componentes ambientales en sus distintas etapas de ejecución.

Consulta Pública

Tabla 13. Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales Generados por el Proyecto.

#	Componente	Factor	Impacto Ambiental Identificado	Características del Impacto	Etapa de Aplicación	Significancia *(S)*	Medidas de Mitigación/Compensación y Manejo Ambiental
1	Flora	Biótico	Pérdida de cubierta vegetal por CUSTF	Adverso / Directo / Permanente / Local / Mitigable	Preparación	12	Programa de Rescate y Reubicación de Flora; delimitación estricta del área de intervención (LT)./ Programa de Reforestación
2	Fauna	Biótico	Posible afectación a la avifauna (colisión/electrocución)	Adverso / Indirecto / Permanente / Regional / Mitigable	Operación	11	Instalación de salva pájaros y aislamientos en la infraestructura de la LT.
3	Suelo	Abiótico	Compactación del suelo	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Preparación / Construcción	8	Descompactación del terreno en áreas de trabajo temporal al finalizar la obra; tránsito exclusivo por caminos autorizados.
4	Fauna	Biótico	Posible afectación a especies de fauna silvestre	Adverso / Directo / Temporal / Local / Mitigable	Preparación / Construcción	8	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna silvestre previo a las actividades.
5	Fauna	Biótico	Pérdida de zonas de refugio por CUSTF	Adverso / Directo / Permanente / Local / Mitigable	Preparación	7	Limitación de la remoción de vegetación a los puntos específicos de despalme de torres y brecha de la LT.

Consulta Pública

#	Componente	Factor	Impacto Ambiental Identificado	Características del Impacto	Etapa de Aplicación	Significancia *(S)*	Medidas de Mitigación/Compensación y Manejo Ambiental
6	Calidad Ambiental	Abiótico	Generación de residuos sólidos municipales	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Construcción / Operación	7	Programa de Manejo Integral de Residuos; colocación de contenedores tipificados y disposición con autorizados.
7	Agua	Abiótico	Generación de aguas residuales sanitarias	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Construcción / Operación	7	Instalación de sanitarios portátiles con mantenimiento periódico a cargo de empresa autorizada.
8	Fauna	Biótico	Atracción de fauna nociva u oportunista	Adverso / Indirecto / Temporal / Inmediato / Mitigable	Construcción / Operación	7	Manejo técnico y recolección diaria de residuos sólidos municipales; prohibición de almacenar restos de alimentos a la intemperie.
9	Paisaje	Abiótico	Disminución de la calidad escénica del paisaje	Adverso / Directo / Permanente / Local / Mitigable	Operación	6	Reforestación, Revegetación pasiva, Rescate y reubicación de flora.
10	Aire	Abiótico	Dispersión de polvos fugitivos por maquinaria y tránsito	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Preparación / Construcción	5	Riego periódico con agua tratada en caminos no pavimentados y cobertura de materiales transportados.

Consulta Pública

#	Componente	Factor	Impacto Ambiental Identificado	Características del Impacto	Etapa de Aplicación	Significancia *(S)*	Medidas de Mitigación/Compensación y Manejo Ambiental
11	Calidad Ambiental	Abiótico	Generación de residuos de manejo especial (RME)	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Construcción / Operación	5	Acopio temporal clasificado y entrega a empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente.
12	Aire	Abiótico	Incremento en emisiones por combustión vehicular	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Construcción / Operación	5	Mantenimiento preventivo y verificación técnica del estado operacional de maquinaria y vehículos.
13	Aire	Abiótico	Aumento en las emisiones de ruido por maquinaria	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Preparación / Construcción	5	Restricción de trabajos en horario nocturno y uso de silenciadores en la maquinaria de construcción.
14	Suelo	Abiótico	Pérdida de suelo por erosión hídrica	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Preparación / Construcción	4	Programa de Reforestación/Programa de Conservación de Suelo y Agua
15	Suelo / Agua	Abiótico	Modificación en la capacidad de infiltración y escurrimiento	Adverso / Directo / Permanente / Inmediato / Mitigable	Preparación / Construcción	4	Programa de Reforestación/ Programa de Conservación de Suelo y Agua

Consulta Pública

#	Componente	Factor	Impacto Ambiental Identificado	Características del Impacto	Etapa de Aplicación	Significancia *(S)*	Medidas de Mitigación/Compensación y Manejo Ambiental
16	Suelo	Abiótico	Riesgo de contaminación por derrame accidental de aceites	Adverso / Indirecto / Temporal / Inmediato / Mitigable	Preparación / Construcción	3	Uso de charolas antiderrames en mantenimiento y kits de atención rápida ante contingencias de hidrocarburos.
17	Calidad Ambiental	Abiótico	Generación de residuos peligrosos (RP)	Adverso / Directo / Temporal / Inmediato / Mitigable	Construcción / Operación	3	Almacén temporal conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 y entrega a transportista autorizado.
18	Fauna / Salud	Socio-Biótico	Riesgo de incidentes por contacto de fauna con personal	Adverso / Indirecto / Temporal / Inmediato / Mitigable	Preparación / Construcción	3	Pláticas de capacitación al personal sobre manejo seguro, no agresión a la fauna silvestre y reporte de hallazgos.
19	Socioeconómico	Socioeconómico	Generación de empleos e incremento en la derrama económica	Beneficioso / Directo / Temporal / Regional / No mitigable	Preparación / Construcción / Operación	24	Contratación prioritaria de mano de obra local y adquisición de servicios en el municipio.
Total	—	—	—	—	—	**136**	—

Consulta Pública

Como se puede apreciar en la matriz de evaluación cuantitativa de impactos, se observan los efectos positivos y negativos que se presentarán durante el tiempo que dure la preparación, construcción y operación, de los cuales, los impactos bajos y moderados, serán mitigados durante todas las fases que contempla el desarrollo del Proyecto, incluyendo las actividades de mantenimiento.

Tabla 14: Intensidad de los impactos identificados

Significancia	Preparación del sitio		Construcción		Operación	
	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
Baja (S ≤ 8)		16		15		4
Media (S = 9 a 12)		2		1		2
Alta (S ≥ 13)	1		1		1	

Los resultados de la aplicación de la metodología de evaluación de impactos indican que la mayor parte de las interacciones generadas por el desarrollo del Proyecto corresponde a impactos de **significancia Baja (84.2% / 16 impactos)** que se producirán durante las etapas de preparación, construcción y operación. Estos se encuentran relacionados con la compactación del terreno, la afectación temporal a fauna silvestre, la generación de residuos (RSU, RME y RP), emisiones a la atmósfera por fuentes móviles, ruido por maquinaria, alteración del paisaje y atracción de fauna oportunista.

Por su parte, los impactos de **significancia Media (10.5% / 2 impactos)** identificados corresponden a la remoción de la cubierta vegetal por cambio de uso de suelo en terreno forestal **(CUSTF)** en el área con infraestructura y la posible afectación a la avifauna en la etapa operativa. Estos impactos serán objeto de la aplicación de medidas concretas y programas específicos de manejo para minimizar y compensar los efectos ocasionados sobre los componentes bióticos y abióticos correspondientes.

Finalmente, se identifica un impacto de **significancia Alta de carácter benéfico (5.3% / 1 impacto)** asociado a la generación de empleos y la derrama económica local. Todos los impactos negativos serán objeto de la aplicación de medidas de mitigación, compensación y control integradas al Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), garantizando en todo momento la integridad funcional y la capacidad de retención ambiental de la RE (77.35%).

Desglose numérico de las proporciones para respaldo técnico:

- **Baja significancia:** 16 impactos de 19 = **84.2%**
- **Media significancia:** 2 impactos de 19 = **10.5%**
- **Alta significancia (Positivo):** 1 impacto de 19 = **5.3%**
- **Total:** 19 impactos = **100%**

.

Consulta Pública

4.8 IMPACTOS ACUMULATIVOS

De conformidad con la International Association for Impact Assessment (IAIA, 2017), los **efectos acumulativos** se definen como:

"Aquellas alteraciones en el medio ambiente causadas por una acción o proyecto en combinación con otras acciones humanas pasadas, presentes y futuras razonablemente previsibles."

Bajo este marco conceptual, el análisis de acumulatividad evaluó la interacción de las obras y actividades del Proyecto con las condiciones antropogénicas históricas de la línea base (zona agropecuaria), así como la prospección de desarrollos en la **RE**. Los **19 impactos ambientales identificados** fueron caracterizados bajo este enfoque cuantitativo de acumulatividad.

A continuación, se presenta la lista formal de los **19 impactos ambientales identificados, caracterizados y evaluados** para el Proyecto, agrupados por componente ambiental:

A continuación, se presenta la lista formal de los **19 impactos ambientales** identificados, caracterizados y evaluados para el Proyecto, agrupados por componente ambiental:

1. **Pérdida de cubierta vegetal por CUSTF en el área con infraestructura** (Flora - Biótico).
2. **Posible afectación a la avifauna** (Fauna - Biótico).
3. **Compactación del suelo** (Suelo - Abiótico).
4. **Posible afectación a especies de fauna silvestre** (Fauna - Biótico).
5. **Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por CUSTF** (Fauna - Biótico).
6. **Generación de residuos sólidos municipales** (Calidad Ambiental - Abiótico).
7. **Generación de aguas residuales sanitarias** (Agua - Abiótico).
8. **Atracción de fauna nociva u oportunista** (Fauna - Biótico).
9. **Disminución de la calidad escénica del paisaje** (Paisaje - Abiótico).
10. **Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria** (Aire - Abiótico).
11. **Generación de residuos de manejo especial (RME)** (Calidad Ambiental - Abiótico).
12. **Incremento en las emisiones a la atmósfera por tránsito vehicular y maquinaria** (Aire - Abiótico).
13. **Aumento en las emisiones de ruido por tráfico vehicular y maquinaria** (Aire - Abiótico).
14. **Pérdida de suelo por erosión hídrica** (Suelo - Abiótico).
15. **Modificación en la capacidad de infiltración y escurrimiento** (Suelo/Agua - Abiótico).
16. **Posible contaminación del suelo por derrame accidental de aceites y combustibles** (Suelo - Abiótico).

Consulta Pública

17. **Generación de residuos peligrosos (RP)** (Calidad Ambiental - Abiótico).
18. **Riesgo de incidentes por contacto de especies silvestres con el personal** (Fauna/Salud - Socio-Biótico).
19. **Generación de empleos e incremento en la derrama económica local** (Socioeconómico - Benéfico).

Esto se muestra en la Matriz de impactos acumulativos y residuales.

Consulta Pública

#	Impacto Ambiental Evaluado	Efecto Acumulado y Presión Previa	Significancia Inicial *(S)*	Medida Propuesta	Eficiencia de Manejo *(MM+MC)*	Impacto Residual *(IR)*	Condición Residual Final
1	Pérdida de cubierta vegetal por CUSTF en el área con infraestructura	Actividad ganadera previa y removilización puntual de cubierta	**12**	Rescate y Reubicación de Flora; delimitación estricta de la brecha y torres de la LT/ Programa de Reforestación	**13**	**-1**	Mitigado / Neutralizado
2	Posible afectación a la avifauna (colisión / electrocución)	Tránsito de especies por corredores aéreos y tendidos previos locales	**11**	Desviadores de vuelo (salvas pájaros), aislamientos e iluminación reglamentaria en la LT	**12**	**-1**	Mitigado / Neutralizado
3	Compactación del suelo	Tránsito histórico de maquinaria agrícola y ganado en la zona	**8**	Delimitación de rutas de tránsito, descompactación y escarificado al concluir obras	**9**	**-1**	Mitigado / Neutralizado
4	Posible afectación a especies de fauna silvestre	Presión antropogénica previa sobre hábitats fragmentados locales	**8**	Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna previo a obras	**10**	**-2**	Mitigado / Neutralizado
5	Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por CUSTF	Modificación previa de cobertura vegetal por uso agropecuario	**7**	Limitación de despalme a áreas estrictas de torres y franja de servidumbre	**8**	**-1**	Mitigado / Neutralizado
6	Generación de residuos sólidos municipales	Disposición informal previa de RSU en áreas rurales del RE	**7**	Manejo Integral de Residuos (contenedores, clasificación y recolección)	**11**	**-4**	Mitigado / Neutralizado
7	Generación de aguas residuales sanitarias	Descargas sin tratamiento previo en actividades pecuarias locales	**7**	Renta de sanitarios portátiles con mantenimiento periódico por tercero autorizado	**9**	**-2**	Mitigado / Neutralizado
8	Atracción de fauna nociva u oportunista	Manejo previo e inadecuado de desperdicios orgánicos en la zona	**7**	Control estricto de residuos orgánicos y limpieza diaria de frentes de trabajo	**11**	**-4**	Mitigado / Neutralizado

Consulta Pública

#	Impacto Ambiental Evaluado	Efecto Acumulado y Presión Previa	Significancia Inicial *(S)*	Medida Propuesta	Eficiencia de Manejo *(MM+MC)*	Impacto Residual *(IR)*	Condición Residual Final
9	Disminución de la calidad escénica del paisaje	Presencia de infraestructura vial y redes eléctricas existentes en la región	**6**	Reforestación, Revegetación pasiva, Rescate y reubicación de flora.	**8**	**-2**	Mitigado / Neutralizado
10	Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria	Polvos secos por tránsito constante en caminos de terracería del RE	**5**	Riego periódico con agua tratada en caminos de acceso y frentes de trabajo	**8**	**-3**	Mitigado / Neutralizado
11	Generación de residuos de manejo especial (RME)	Desechos de empaque previos por actividades agrícolas locales	**5**	Programa de acopio temporal clasificado y reciclaje con gestor autorizado	**9**	**-4**	Mitigado / Neutralizado
12	Incremento en las emisiones a la atmósfera por tránsito vehicular y maquinaria	Emisiones históricas por tránsito de maquinaria pesada y transporte local	**5**	Mantenimiento preventivo y verificación técnica de vehículos y maquinaria	**8**	**-3**	Mitigado / Neutralizado
13	Aumento en las emisiones de ruido por tráfico vehicular y maquinaria	Ruido de fondo por operaciones agropecuarias y viales de la zona	**5**	Uso de silenciadores y restricción de trabajos a horario diurno	**8**	**-3**	Mitigado / Neutralizado
14	Pérdida de suelo por erosión hídrica	Erosión y descapote previo por escurrimientos pluviales en el RE	**4**	Programa de Reforestación/Programa de Conservación de suelo y Agua	**9**	**-5**	Neutralizado con Compensación
15	Modificación en la capacidad de infiltración y escurrimiento	Alteración previa de escurrimientos por caminos y obras locales	**4**	Programa de Reforestación/Programa de Conservación de suelo y Agua	**8**	**-4**	Mitigado / Balanceado
16	Posible contaminación del suelo por derrame accidental de aceites	Derrames puntuales previos por maquinaria agrícola y transporte	**3**	Uso de charolas antiderrames, kits de atención rápida e interacción técnica	**8**	**-5**	Mitigado / Neutralizado

Consulta Publica

#	Impacto Ambiental Evaluado	Efecto Acumulado y Presión Previa	Significancia Inicial *(S)*	Medida Propuesta	Eficiencia de Manejo *(MM+MC)*	Impacto Residual *(IR)*	Condición Residual Final
17	Generación de residuos peligrosos (RP)	Mantenimiento vehicular previo sin control ambiental en el área	**3**	Almacén temporal (NOM-052) y entrega a transportista autorizado	**9**	**-6**	Mitigado / Neutralizado
18	Riesgo de incidentes por contacto de especies silvestres con el personal	Encuentros eventuales con fauna por labores de campo en la zona	**3**	Capacitación en manejo de fauna nociva/venenosa y protocolos de auxilio	**11**	**-8**	Mitigado / Neutralizado
19	Generación de empleos e incremento en la derrama económica local	Subempleo o baja percepción económica histórica en la zona rural	**24**	Priorización de contratación de mano de obra local y compra de insumos locales	**0**	**24**	Beneficio Neto Permanente
Total	—	—	**136**	—	**161**	**-25**	**BALANCE AMBIENTAL POSITIVO**

Nota: Donde: S = Significancia acumulada inicial; M_M = Eficiencia técnica de la Medida de Mitigación/Prevención; M_C = Ponderación de la Medida de Compensación; I_R = Impacto Residual Neto ($I_R = S - M_M - M_C$)

Consulta Publica

4.8.1 Determinación y Suma Operativa de las Medidas de Manejo (M_M) y Compensación (M_C)

La evaluación de la atenuación de los impactos ambientales generados por las obras y actividades de la LT se fundamenta en un modelo de eficacia de control ambiental que contrapone la **Significancia Inicial (S)** contra la **Eficiencia de Manejo (M)**, conformada por las **Medidas de Mitigación (M_M)** y las **Medidas de Compensación (M_C)**.

Bajo esta metodología, la capacidad de respuesta ambiental del Proyecto no se asigna de manera arbitraria, sino que resulta de la evaluación técnica de la efectividad de las acciones propuestas en el **Plan de Vigilancia Ambiental.**

1. Origen y Asignación de Valores *(M_M y M_C)*

- **Valor de la Medida de Mitigación (M_M)** Se determina evaluando la capacidad técnica de la medida para evitar, reducir o controlar el impacto directamente en la fuente o receptor. Se pondera en función de su oportunidad de aplicación (preventiva o correctiva), la tecnología empleada y su nivel de cobertura sobre el factor afectado.
- **Valor de la Medida de Compensación (M_C):** Se activa únicamente en aquellos impactos donde la mitigación directa en el sitio no es suficiente para absorber la totalidad de la alteración. Representa la ponderación de las acciones destinadas a resarcir o restaurar la condición del factor fuera de la huella directa del Proyecto (por ejemplo, obras adicionales de conservación de suelo y agua).

2. Algoritmo y Mecanismo de Suma Operativa ($M_M + M_C$)

Para determinar la **Eficiencia Total de Manejo**, los valores numéricos de las medidas de mitigación ***(M_M)*** y de compensación ***(M_C)*** se consolidan mediante una **suma aritmética directa**:

Eficiencia Total de Manejo = $M_M + M_C$

Esta sumatoria refleja la capacidad acumulada de intervención ambiental. Posteriormente, dicho valor conjunto se sustrae de la Significancia Inicial del impacto **(S)** para obtener el

$$IR = S - (M_M + M_C)$$

- **Interpretación del Valor Obtenido (I_R):**
  - **$I_R \leq 0$ (Valores negativos o cero):** Indican que la eficiencia combinada de las medidas ***($M_M + M_C$)*** iguala o supera la magnitud del impacto inicial **(S),** logrando la **neutralización o absorción efectiva** de la alteración en la **RE**.

Consulta Pública

- **I_R > 0 (Valores positivos):** Expresan la existencia de un **remanente ambiental**, el cual debe ser analizado técnicamente para determinar si resulta dentro de los límites de tolerancia y capacidad de carga del sistema (como la reconversión visual del predio).

3. Determinación del Valor de la Medida de Mitigación (M_M)

El valor de **M_M** mide cuántos puntos de la significancia inicial **(S)** son neutralizados o reducidos directamente en el sitio mediante la aplicación del Programa de Manejo Ambiental.

Para determinar **M_M** se aplica una escala de atenuación en función de tres criterios técnicos:

- **Oportunidad de aplicación:** La medida preventiva (aplicada antes del impacto) recibe mayor puntuación que una medida correctiva o de remediación posterior.
- **Cobertura espacial y temporal:** Evalúa si la medida cubre el 100% del área de afectación y la totalidad del periodo de ejecución de la etapa.
- **Certidumbre técnica / normativa:** Respaldada en el cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM), manuales de buenas prácticas de ingeniería ambiental y programas específicos del PVA.

Criterio de asignación numérica:

- **Baja Significancia (S ≤ 8):** La medida de mitigación técnica estándar abarca la totalidad del valor del impacto más un margen de seguridad, asignando valores de **M_M** entre **8 y 11 puntos**.
- **Media Significancia (S = 9 a 12):** La medida de mitigación directa absorbe entre el **90% y el 105%** de la significancia inicial (valores de **M_M** entre **12 y 13 puntos**).

4. Determinación del Valor de la Medida de Compensación (M_C)

El valor de **M_C** se asigna **únicamente cuando el impacto genera un saldo residual no neutralizable en el sitio directo de obra**, o cuando la normativa exige una restitución fuera de la huella del proyecto para equilibrar la pérdida neta de recursos.

Para asignar **M_C** se evalúa:

- **Factor de reemplazo/restitución:** Proporción de la medida de restauración respecto al recurso afectado (por ejemplo, reforestación compensatoria o restituciones en cuenca).
- **Adicionalidad:** Acciones que van más allá del simple cumplimiento normativo para asegurar la conservación a largo plazo.

Consulta Pública

Criterio de asignación numérica:

- En impactos donde la mitigación en el sitio neutraliza el efecto **($I_R \leq 0$)**, el valor de **M_C** es **0**.
- En impactos con alteración física permanente del terreno (como pérdida de suelo por erosión hídrica o CUSTF), se activa un valor de **M_C** (generalmente entre **2 y 5 puntos**) correspondiente a obras de conservación de suelo o reforestación.

5. Ecuación del Balance y Condición Residual

La **Eficiencia Total de Manejo (M)** es la suma directa de ambos componentes:

$M = M_M + M_C$

El **Impacto Residual (I_R)** se calcula restando la Eficiencia de Manejo **(M)** a la Significancia Inicial **(S)**:

$I_R = S - M$

- **Si $I_R \leq 0$:** La medida es suficiente para contener el impacto, clasificándolo como **Mitigado / Neutralizado**.
- **Si $I_R > 0$:** Existe un impacto permanente aceptable que requiere seguimiento en el **PVA** como **Remanente Aceptable**.
- **Beneficio Neto ($I_R > 0$ en impactos positivos):** Corresponde a los impactos benéficos (como la generación de empleo o la derrama económica local), donde el valor de significancia se traslada de manera directa como un saldo favorable para la región.

El saldo global derivado de la sumatoria de los impactos residuales **(sum I_R)** define el **Balance Ambiental del Proyecto**, el cual consolida la viabilidad técnica y ambiental de la Línea de Transmisión.

4.9 IMPACTOS RESIDUALES

De la integración de la matriz multicriterio causa-efecto (Romero Luna, 2025) y el análisis del balance numérico, se desprenden las siguientes consideraciones técnicas que justifican los resultados obtenidos:

Eficiencia Global del Plan de Manejo Ambiental: El cálculo matemático fundamentado en el algoritmo **$I_R = S – M_M - M_C$** de la metodología, donde:

- **I_R (Impacto Residual):** Es el resultado cuantitativo neto o la alteración remanente que persiste en el ambiente tras la aplicación del esquema integral de manejo

Consulta Pública

ambiental. Un valor negativo o igual a cero indica la neutralización o absorción efectiva del impacto, mientras que un valor positivo refleja una afectación remanente.

- **S (Significancia del Impacto Acumulado):** Es la valoración numérica ponderada que mide la gravedad, magnitud y alcance del impacto ambiental generado por la interacción de las obras y actividades del Proyecto con las presiones antropogénicas de la línea base **(S = 136).**
- **M_M (Valor Técnico de la Medida de Mitigación / Prevención):** Es la ponderación atribuida a la efectividad de las medidas, programas y acciones operativas diseñadas para evitar, reducir o controlar el impacto adverso en la fuente o en el receptor sensible.
- **M_C (Valor Técnico de la Medida de Compensación):** Es el peso numérico asignado a las acciones destinadas a resarcir, recuperar o neutralizar aquellos efectos adversos significativos que no pueden ser totalmente absorbidos por las medidas de mitigación directas.

arroja una sumatoria global de **-25 puntos** en el balance residual del Proyecto. Los valores residuales negativos o nulos obtenidos en los **18 impactos adversos** evaluados demuestran cuantitativamente que la capacidad de respuesta, prevención y mitigación de las medidas propuestas establecidas para el **Proyecto**, supera la magnitud e intensidad de la alteración proyectada sobre los receptores sensibles. Esto valida la suficiencia de los programas ambientales para neutralizar los efectos acumulativos asociados a las etapas de preparación, construcción y operación de la Línea de Transmisión.

- **Neutralización del Remanente de Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica:** El análisis del **Impacto 14 (Pérdida de suelo por erosión hídrica)** identificó una significancia inicial de **S = 4**. Tras la aplicación de las obras de drenaje pluvial temporal y restitución del terreno **(M_M = 9**), se incorporó la compensación o manejo técnico integral que amortigua el remanente de erosión **(I_R = -5)**, manteniendo congruencia absoluta con la estructura multicriterio del modelo.
- **Control Eficiente de Impactos Críticos (CUSTF y Avifauna):** Los dos impactos adversos de significancia Media: **Impacto 1 (Pérdida de cubierta vegetal por CUSTF, S = 12)** y **el Impacto 2 (Posible afectación a la avifauna, S = 11),** alcanzan un balance residual de **I_R = -1** en ambos casos. Esto se logra mediante la implementación estricta del Programa de Rescate y Reubicación de Flora, la delimitación de la brecha de servidumbre y la colocación de disuasores e aislamientos en la infraestructura de la LT, absorbiendo la afectación en el sitio.
- **Aportación Socioeconómica Neta:** El impacto benéfico evaluado, **Impacto 19:** Generación de empleos e incremento en la derrama económica local) aporta **+24 puntos directos** de balance positivo. Estos beneficios son de carácter neto e

Consulta Pública

inciden de manera directa en el municipio, consolidando la viabilidad socioeconómica del **Proyecto**.

En síntesis, al no generarse sinergias adversas críticas ni rebasarse la capacidad de carga del ecosistema, se demuestra que las medidas de mitigación y compensación garantizan la conservación de los factores bióticos y abióticos dentro de la **RE**.

Consulta Pública

4.10 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

En este apartado se desarrollan las medidas ambientalmente viables para prevenir, reducir, mitigar o compensar el impacto ambiental que se pudiera ocasionar por el desarrollo del Proyecto.

Todas las acciones a realizar se consideran a partir de las etapas de planeación y diseño del proyecto, para ser aplicadas durante la preparación, construcción y operación del mismo, siendo la empresa Datos Protegidos por la LFTAIPG, la responsable de la calidad ambiental del sitio del proyecto al término de la obra y durante la operación y mantenimiento del mismo. Ante ello deberá vigilar la correcta instrumentación y aplicación de las medidas propuestas para mantener la calidad ambiental existente y minimizar las posibles afectaciones derivadas de la presencia del proyecto.

El diseño de las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales considera aquellas acciones que han sido satisfactorias en proyectos similares. De acuerdo con lo anterior, la mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos negativos que un proyecto puede generar sobre el entorno natural y humano. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los factores o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenía con anterioridad a la perturbación (Espinoza, 2002).

En la actualidad, la planificación y evaluación del desempeño ambiental depende de un análisis de sustentabilidad cuyo objetivo es analizar de qué forma los proyectos pueden contribuir a la recuperación de la calidad ambiental, al desarrollo social y a la actividad económica de la comunidad o de la región bajo su influencia (IFC, 2003; Sánchez, 2011).

El mismo autor propone que para alcanzar una contribución efectiva al desarrollo sustentable se requiere de tres condiciones básicas en la implementación del proyecto.

1. Preparación cuidadosa del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), que él describe como el conjunto de programas específicos, medidas de mitigación, compensación, monitoreo, seguimiento y control.
2. Compromiso de las partes interesadas.
3. Adecuada implementación del PVA, dentro de plazos compatibles con el cronograma y verificada a través de indicadores mensurables.

Como parte del proceso, se realizó una planificación, así como, la revisión de antecedentes de medidas consideradas en el diseño y operación de proyectos similares, aplicadas con éxito para cumplir el objetivo de mejorar el desempeño ambiental de proyectos de esta índole, en el mundo y en México, entre empresas e instituciones que han desarrollado investigación específica sobre desempeño social y ambiental.

A continuación, se presenta la clasificación de las medidas para el tratamiento de los impactos identificados:

Consulta Pública

Prevención: evitan los impactos ambientales (buenas prácticas ambientales).

- Evitar actividades que puedan resultar en impactos sobre los recursos o el ambiente donde se realizará el proyecto.
- Preservar o prevenir cualquier acción que pueda afectar adversamente un recurso o atributo ambiental.
- Mitigación: disminuyen los impactos ambientales.
- Minimizar el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto adverso.
- Reducir los impactos ambientales antes de la perturbación que se pueda causar con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- Compensación: restauran los impactos ambientales.
- Rehabilitar o rectificar los impactos adversos a través de la reparación o mejoramiento del recurso afectado.
- Reemplazar o sustituir la pérdida de un recurso ambiental en algún sitio con la creación o protección de este mismo tipo de recurso en otro sitio.

En la siguiente tabla se hace mención de los impactos identificados y las medidas de mitigación propuestas para cada impacto.

Tabla 15: Impactos y medidas de mitigación

Código/#	Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida	Tipo de medida	Programa
1	Pérdida de cubierta vegetal por motivo del Cambio de Uso de Suelo	-Reforestación -Rescate y reubicación de flora	-Compensación -Prevención y mitigación	-Programa de Reforestación -Programa de Rescate y reubicación de flora
2	Posible afectación a la avifauna	Instalación de disuasores	Prevención y mitigación	PVA
3	Compactación del suelo	Revegetación pasiva	Compensación	Programa de Conservación de Suelo y Agua
4	Posible afectación a especies de fauna silvestre	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Prevención y mitigación	Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
5	Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo del Cambio de Uso de Suelo (CUSTF).	-Reforestación -Rescate y reubicación de flora	-Compensación -Prevención y mitigación	-Programa de Reforestación -Programa de Rescate y reubicación de flora
6	Generación de residuos sólidos municipales	Se colocarán contenedores con tapa en las áreas de	Mitigación a través de las buenas	Programa de manejo integral de residuos

Consulta Pública

Código/#	Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida	Tipo de medida	Programa
		trabajo (manejo integral de residuos)	prácticas ambientales	
7	Generación de aguas residuales sanitarias	Se colocarán baños portátiles (manejo integral de residuos)		
8	Atracción de fauna nociva u oportunista	Se colocarán contenedores con tapa en las áreas de trabajo (manejo integral de residuos)		
9	Disminución de la calidad escénica del paisaje	-Revegetación pasiva -Rescate y reubicación de flora	-Compensación -Prevención y mitigación	-Programa de Conservación de Suelo y Agua -Programa de Rescate y reubicación de flora
10	Dispersión de polvos fugitivos a la atmósfera a causa del movimiento de vehículos y maquinaria	Riego de las áreas de acceso	Mitigación a través de las buenas prácticas ambientales	Programa de Mantenimiento de vehículos y maquinaria
11	Generación de residuos de manejo especial	Almacén temporal de residuos (manejo integral de residuos)		Programa de manejo integral de residuos
12	Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y uso de maquinaria	Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria		Programa de Mantenimiento de vehículos y maquinaria
13	Aumento en las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria			
14	Pérdida de suelo por erosión hídrica	Reforestación/ Revegetación pasiva/ Obras de captación y conducción	Compensación/ Mitigación	Programa de Reforestación/ Programa de Conservación de Suelo y Agua
15	Modificación en la capacidad de infiltración y escurrimiento			

Consulta Pública

Código/#	Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida	Tipo de medida	Programa
16	Riesgo de contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles	Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	Mitigación a través de las buenas prácticas ambientales	Programa de Mantenimiento de vehículos y maquinaria
17	Generación de residuos peligrosos	Almacén temporal de residuos (manejo integral de residuos)		Programa de manejo integral de residuos
18	Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Prevención y mitigación	Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

Se prevé que, con la implementación adecuada bajo un esquema de mejora continua y gestión adaptativa en resultados de monitoreo, estas medidas podrían solucionar eficazmente más de una preocupación sobre potenciales cambios o impactos identificados en la etapa de evaluación.

La primera etapa de la identificación consistió en un cribado preliminar de las limitaciones identificadas por el grupo de trabajo respecto a la viabilidad, adaptabilidad y eficacia de cada una de las medidas.

Se encontró que las medidas de mitigación, compensación y la aplicación de buenas prácticas internacionales propuestas para el proyecto, tienen el potencial para cumplir satisfactoriamente con los requerimientos para los impactos directos, indirectos y/o acumulativos identificados en los generadores de cambio al proyecto (Canter & Ross, 2010). Lo anterior quiere decir, que el proyecto tiene la capacidad de alcanzar el cumplimiento de los objetivos de prevención, mitigación y compensación.

La segunda etapa consistió en la propuesta de medidas de prevención, mitigación y/o compensación que permitan el cumplimiento de los objetivos de mitigación acumulativa. Finalmente, éstas fueron incorporadas de manera transversal a cada sección de la propuesta.

Se consideró que cada una de las medidas deben poder ser monitoreadas y alimentar indicadores integrales para asegurar el buen desempeño socioambiental del proyecto con el objetivo de contribuir a la mejora del desempeño ambiental y al desarrollo regional sustentable (IFC, 2011).

Consulta Pública

4.10.1 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) Y PROGRAMAS ESPECÍFICOS

El Programa de Vigilancia Ambiental **(PVA)** constituye el instrumento técnico y operativo estructurado para supervisar, verificar y dar seguimiento al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental establecidas para la Línea de Transmisión asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin. Su propósito central es asegurar que los 19 impactos ambientales identificados se mantengan dentro de los umbrales de significancia previstos, preservando la estabilidad funcional del ecosistema de la Región Ecológica (**RE).**

Su implementación tiene como función el ser la guía a seguir para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales derivados de la implementación del **Proyecto**, en cada una de las etapas de su desarrollo.

El **PVA** se plantea desde el inicio de la etapa de preparación del sitio y hasta concluir su operación, incluyendo la etapa de mantenimiento, aun cuando el objetivo del promovente del proyecto es ampliar indefinidamente su vida útil. Dicho programa permitirá tener un control en los impactos y prevenir impactos no identificados generados a lo largo de las etapas del proyecto.

Objetivos:

- Prevenir posibles alteraciones que puedan inducir daños al ambiente.
- Vigilar que las medias de mitigación y compensación propuestas en la MIA-R, sean aplicadas correctamente durante todas las etapas del Proyecto.
- Vigilar el surgimiento de impactos ambientales no previstos, en su caso generar las medidas de mitigación adecuadas.
- Informar de manera periódica a la autoridad ambiental de los resultados de aplicación del PVA en las distintas etapas del proyecto.
- Comprobar que las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, propuestas en la manifestación de impacto ambiental, han sido efectivamente aplicables en las fases correspondientes.

Meta:

Disminuir el efecto de los impactos significativos del proyecto, propiciando el cuidado del medioambiente, así como potencializar los efectos positivos que el desarrollo de este tipo de proyectos genera al producir emisiones bajas de carbono y utilizar los recursos naturales de manera eficiente.

Consulta Pública

Responsable:

El responsable de la aplicación de este programa será la empresa **Datos Protegidos por la LFTAIPG**, misma que es responsable de vigilar que se aplique correctamente este programa.

Alcances:

El PVA, contempla todas las medidas de mitigación, compensación y prevención determinadas para cada uno de los impactos ambientales identificados en el proceso de evaluación de impacto ambiental dentro de la **MIA-R**, así como los subprogramas específicos en los que se contienen dichas medidas.

Para lograr una ejecución ordenada, las acciones de manejo se articulan a través de una serie de **Programas Específicos**, los cuales delimitan los procedimientos técnicos, las metodologías de aplicación, las responsabilidades operativas y los indicadores de cumplimiento que regirán durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación:

1. **Programa de Rescate y Reubicación de Flora:** Con el objetivo de mitigar los daños causados por la preparación del Proyecto (CUSTF) y favorecer a la conservación de la riqueza biológica del área, particularmente de las especies vegetales nativas, se plantea realizar de manera previa a su preparación, el rescate y reubicación de aquellos ejemplares vivos que pudieran verse afectados.
2. **Programa de Reforestación:** Con el objetivo de mitigar los daños causados por la preparación del Proyecto (CUSTF) y favorecer a la conservación de la riqueza biológica del área, particularmente de las especies vegetales nativas, se plantea realizar la reforestación de 5.8362ha.
3. **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre:** Diseñado para minimizar el riesgo de atropellamiento, atrapamiento o perturbación de la fauna local mediante recorridos previos, ahuyentamiento controlado y liberación en sitios de refugio seguros bajo los siguientes objetivos:

    - Normas Oficiales Mexicanas aplicables para el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna: NOM-059-SEMARNAT-2010.
    - **Objetivos específicos:**
        - Implementar las acciones necesarias para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna durante las etapas de preparación y construcción en el área del Proyecto.
        - Reubicar a los individuos que se localicen en el área; dichos individuos serán liberados en sitios que aseguren su supervivencia y desarrollo, con el fin de garantizar su viabilidad y permanencia en la RE.

Consulta Pública

- Implementar las medidas de captura, manejo y traslado necesarias para asegurar la supervivencia de los individuos reubicados durante la aplicación de este programa.

4. **Programa de Protección a la Avifauna (PVA - Avifauna):** Dirigido a mitigar el riesgo de colisión y electrocución mediante la instalación de disuasores (salvas pájaros) y elementos de aislamiento eléctrico en la infraestructura de la línea de transmisión.
5. **Programa de Conservación de Suelo y Agua:** con el fin de:

- Diseñar prácticas de conservación y protección necesarias, realizadas en sitios específicos.
- Reducir los impactos al suelo y el agua por la presencia de las obras.
- Favorecer la infiltración del agua al suelo.
- Evitar la pérdida de suelo innecesaria.

Se construirán las obras de captación, conducción y drenaje necesarias, tales como canaletas, alcantarillas y vados para mantener la comunicación dentro del Proyecto; así como mantener el patrón superficial de drenaje y el cauce del canal presente dentro del AP. La funcionalidad de estas medidas es:

- Captar el agua pluvial, encauzarla y drenarla.
- Evitar encharcamientos.
- Mantener los caminos e instalaciones en buen estado.
- Permitir ahorros en los costos de mantenimiento.
- Evitar la pérdida de suelo por arrastre.

Se permitirá la revegetación pasiva (cubierta vegetal), compuesta por especies herbáceas nativas de la región. La funcionalidad de estas medidas es:

- Brindar protección al suelo ante los procesos erosivos y favorecer la retención del mismo.
- Reducir el volumen de escurrimiento y favorecer la infiltración del agua al suelo.

6. **Programa de Manejo Integral de Residuos:** Centrado en la clasificación, almacenamiento temporal y disposición final autorizada de Residuos Sólidos municipales, Residuos de Manejo Especial (RME), Residuos Peligrosos (RP) y el mantenimiento de sanitarios portátiles, bajo los siguientes objetivos:

- Los objetivos principales de dicho programa son:
    - Proporcionar un manejo adecuado a los residuos de manejo especial que se generan en el proyecto.
    - Establecer el procedimiento para instrumentar la separación de los residuos sólidos y peligrosos dentro de las áreas de trabajo.

Consulta Pública

- Informar y capacitar a los trabajadores sobre el manejo que se debe de proporcionar a estos residuos.

7. **Programa de Mantenimiento de Vehículos, Maquinaria y Control de Emisiones:** Diseñado para controlar la generación de polvos fugitivo, minimizar las emisiones por combustión y restringir los niveles de ruido mediante mantenimiento preventivo, cumpliendo con:

   - **Normas Oficiales Mexicanas ambientales aplicables en el Programa de Mantenimiento Preventivo:** NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-050-SEMARNAT-1993, NOM-076-SEMARNAT-2012 y NOM-080-ECOL-1994.
   - **Riego de las áreas de acceso:** El riego de las áreas de acceso se realizará diariamente durante la etapa de construcción para evitar la dispersión de polvos fugitivos, estos riegos se harán con la utilización de pipas, lo cual reducirá de manera importante la cantidad de agua que se utilizará.

4.10.2 Descripción de las medidas por componente ambiental

A continuación, se describen de manera detallada las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental diseñadas para la Línea de Transmisión del Proyecto, agrupadas con respecto al factor del medio que atienden (aire, agua,fFlora, fauna, etc.). Esta organización permite correlacionar de forma directa cada impacto identificado con la estrategia de manejo ambiental correspondiente.

Para garantizar su viabilidad técnica y operativa en campo durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, cada medida se instrumenta a través de **fichas técnicas estandarizadas**. En dichas fichas se precisan las especificaciones operativas, la ubicación de aplicación, el tipo de medida, el programa ambiental al que pertenece, los indicadores de cumplimiento aplicables y la periodicidad de reporte ante la autoridad ambiental.

4.10.2.1 Fichas técnicas

Factor Ambiental:

Aire y Suelo

Etapa de preparación y construcción
Ficha 1: Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria
Programa al que pertenece: Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria
Impacto que atenuará:
• Incremento en las emisiones a la atmósfera
• Aumento en las emisiones de ruido

Consulta Pública

Etapa de preparación y construcción	
Ficha 1: Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	
• Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles	
Descripción de la medida	Se realizará el mantenimiento constante de la maquinaria, mediante la aplicación de los programas de mantenimiento con los que cuente cada empresa contratista
	Con esta medida se busca evitar las emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria por encima de lo que marca la NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2017, NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-050-SEMARNAT-2018, NOM-076-SEMARNAT-2012 y NOM-080-SEMARNAT-1994.
	Cada maquinaria será enviada a revisión obligatoria al cumplir seis meses de uso o al llegar a los 5,000 km, o bien si se presenta un desperfecto, también se dará mantenimiento preventivo de estos equipos consistente en cambio de aceite y filtros de aceite y diésel o gasolina, así como la afinación de los equipos cada 150 horas de trabajo.
	Se verificará que la maquinaria y equipo que se utilice cuente con los silenciadores necesarios para evitar ruido excesivo.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre la cantidad de mantenimientos realizados contra los planeados.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida, mediante la comparación entre los tipos de mantenimiento realizados, esto es el total de mantenimientos preventivos y correctivos, contra los mantenimientos esperados.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación
Umbral inadmisible	Será inadmisible haber iniciado esta etapa sin antes haber verificado la condición de todos los vehículos y maquinaria implicados.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará con cada fecha de ingreso de maquinaria y vehículos al taller.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de mantenimiento que se realicen
Medidas de urgente aplicación	De presentarse algún mal funcionamiento o desperfecto en la maquinaria, la cual genere un incremento en la cantidad de emisiones a la atmósfera, un incremento en el ruido que genere o incluso el derrame de algún hidrocarburo o líquido de motor, deberá ser remitido inmediatamente a los talleres para realizar un mantenimiento correctivo.
Clasificación	Medida de prevención y mitigación a través de las buenas prácticas ambientales
Etapa de aplicación	Preparación y construcción
Ubicación	Esta medida se llevará a cabo fuera del área del proyecto, ya que la maquinaria que requiera mantenimiento preventivo se retirará para ser llevadas a talleres autorizados.

Etapa de preparación y construcción
Ficha 2: Riego de rutas de acceso y frentes de trabajo
Programa al que pertenece: Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria
Impacto que atenuará:

Consulta Pública

Etapa de preparación y construcción	
Ficha 2: Riego de rutas de acceso y frentes de trabajo	
• Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria	
Descripción de la medida	Se realizará el riego de las áreas de acceso y la superficie correspondiente a las bases de las torres todos los días de manera constante, mediante la utilización de pipas de agua preferentemente tratada, para evitar la dispersión de polvos que se levanten con el circular de los vehículos y la maquinaria sobre el área del proyecto.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre la cantidad de riegos realizados contra los planeados, en un acumulado mensual.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida, mediante la comparación entre la cantidad de riegos realizados por temporada, esto es; será necesaria una mayor cantidad de riegos durante la época seca que en contraste la época de lluvias, se deberá de realizar un acumulado de los riegos realizados mes con mes.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación
Umbral inadmisible	El momento inadmisible para la aplicación de esta medida será una vez iniciado el arribo de vehículos y maquinaria.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará semanalmente.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de circulación de las pipas, pudiendo también comprobarse con las órdenes de compra de los servicios.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse una dispersión importante de polvos debido a la sequedad en las áreas de acceso y la superficie correspondiente a las bases de las torres, se deberán realizar riegos de urgencia, aunque no hayan sido planteados durante la planificación mensual, estos riegos deberán mencionarse dentro de las bitácoras de las pipas.
Clasificación	Medida de prevención
Etapa de aplicación	Preparación y construcción
Ubicación	Esta medida se llevará a cabo en las áreas de acceso y la superficie correspondiente a las bases de las torres.

Factor ambiental: Suelo y Agua

Etapa de Preparación y construcción	
Ficha 3: Obras de captación y conducción	
Programa al que pertenece: Programa de Conservación de Suelo y Agua	
Impacto que atenuará:	
• Modificación en la capacidad de infiltración del suelo • Aumento en la erosión hídrica	
Descripción de la medida	Se construirán cunetas (canaletas) sin revestir a ambos lados del camino, las cuales captarán el agua pluvial que escurre por el terreno, encausándola y drenándola al suelo.

Consulta Pública

Etapa de Preparación y construcción	
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en superficie de obra construida, y la superficie planteada según el calendario de actividades.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante la cantidad de mantenimientos que se realicen sobre estas obras.
Umbral de alerta	Al observar afectaciones a las obras realizadas, se deberán de realizar los mantenimientos y reparaciones necesarias.
Umbral inadmisible	Será inadmisible concluir con la etapa de construcción sin haber concluido con la edificación de estas obras.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará durante las labores de mantenimiento.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra.
Medidas de urgente aplicación	De observarse un gran deterioro de las obras, se deberán reemplazar las secciones dañadas por nuevas.
Clasificación	Medida de mitigación y compensación
Etapa de aplicación	Preparación, construcción, operación y mantenimiento
Ubicación	Estas medidas se realizarán a lo largo de ambos lados del camino.

Etapa de Operación	
Ficha 4: Revegetación pasiva (cubierta vegetal)	
Programa al que pertenece: Programa de Conservación de Suelo y Agua	
Impacto que atenuará:	
• Pérdida de cubierta vegetal por motivo del Cambio de Uso de Suelo • Compactación del suelo • Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo del Cambio de Uso de Suelo (CUSTF). • Disminución de la calidad escénica del paisaje • Pérdida de suelo por erosión hídrica • Modificación en la capacidad de infiltración y escurrimiento	
Descripción de la medida	Se permitirá la revegetación pasiva (cubierta vegetal) en la etapa de operación, mediante las especies que crecen naturalmente en el área del proyecto.
	La época de lluvias beneficiará el crecimiento de las especies del estrato herbáceo, por lo que no se realizará ninguna actividad para eliminar dichas especies; así mismo, se llevarán a cabo (en caso que se requiera) podas de mantenimiento, para evitar el desarrollo de especies leñosas y mantener la cubierta vegetal en una altura que no interfiera con el buen funcionamiento de las instalaciones. Se deberán realizar podas de mantenimiento por lo menos dos veces al año o cada vez que sea necesario (extraordinarias).

Consulta Pública

Etapa de Operación	
Ficha 4: Revegetación pasiva (cubierta vegetal)	
	Así mismo, y en caso de requerirse, se realizará la reutilización del suelo fértil y el material vegetal, producto de la limpieza, despalme y nivelación del terreno, para favorecer el crecimiento de la cubierta vegetal.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en la superficie con cobertura vegetal, y la superficie esperada según el calendario de actividades.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida mediante el balance entre el suelo que se espera retener, y el suelo retenido después del crecimiento del estrato herbáceo.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con la etapa de operación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible no permitir el desarrollo de cualquier especie del estrato herbáceo durante la etapa de operación.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará mediante memoria fotográfica del desarrollo de la cubierta vegetal y las actividades realizadas durante las labores de mantenimiento de la cobertura vegetal.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra.
Medidas de urgente aplicación	De observarse el crecimiento de especies leñosas o una altura de la cubierta vegetal que pudiera afectar el buen funcionamiento de las instalaciones, deberán llevarse a cabo podas extraordinarias. Todas estas actividades (retiro de especies leñosas, podas de mantenimiento y extraordinarias), deberán integrarse en las bitácoras de obra y en los reportes de seguimiento del PVA.
Clasificación	Medida de mitigación y compensación
Etapa de aplicación	Operación
Ubicación	El desarrollo de la cubierta vegetal se permitirá en la superficie correspondiente al área de maniobras de las torres.

Factor ambiental: Flora

Etapa de Preparación y construcción	
Ficha 5: Programa de Rescate y Reubicación de flora	
Impacto que atenuará	
• Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS en el área con infraestructura • Afectación a especies de flora que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	
Descripción de la medida	Se realizará el rescate de las especies de flora que se encuentren listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Reubicar los organismos rescatados dentro del área de reubicación, asegurando la supervivencia mínima del 80% de individuos rescatados

Consulta Pública

Etapa de Preparación y construcción	
Ficha 5: Programa de Rescate y Reubicación de flora	
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la contabilización de individuos rescatados y reubicados.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el análisis de la supervivencia de los individuos reubicados.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún individuo susceptible a rescate y no aplicar el Programa de rescate y reubicación correspondiente.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará semestralmente durante el tiempo que dure la etapa de preparación y construcción tiempo suficiente para verificar la permanecía de los especímenes rescatados.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra y de seguimiento de implementación del PVA.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse alguna mortandad en los individuos debido a temporadas de secas muy prolongadas se deberán realizar riegos extraordinarios. De observarse la mortandad de más del 20% anual de los individuos rescatados, estos deberán ser reemplazados con individuos nuevos, todas estas actividades (riegos comunes, riegos extraordinarios, reemplazo de individuos deberán integrarse en las bitácoras de obra).
Clasificación	Medida de mitigación
Etapa de aplicación	Preparación y construcción.
Ubicación	El rescate de flora se realizará en el Área de CUS y se llevarán al sitio de reubicación propuesto.

Factor ambiental: Fauna

Etapa de preparación y construcción
Ficha 6: Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
Impacto que atenuará:
• Afectación a especies de fauna silvestre que se encuentren o no listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010
• Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto

Consulta Pública

Etapa de preparación y construcción	
Ficha 6: Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	
Descripción de la medida	Se realizará el ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de las especies de fauna que se localicen en el área del proyecto, brindando especial atención a aquellas que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (modificación, 2020). Esta medida se aplicará solamente con la fauna que sea propensa a rescate; esto es, fauna que, por sus características, etapa de crecimiento o su biología particular, no pueda dirigirse a otra locación por medios propios, descartando a individuos, por ejemplo, ejemplares de aves adultos, que sólo será necesario el ahuyentarlos.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación de los individuos rescatados.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el número acumulado de rescates realizados durante la preparación y construcción.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún individuo de fauna sobre el área del proyecto y no aplicar el Programa de rescate y reubicación.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará a diario durante la preparación y construcción en caso de encontrar algún espécimen cerca de las áreas de trabajo.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de rescate.
Medidas de urgente aplicación	De observarse ejemplares de fauna fuera de las etapas mencionadas se deberá aplicar de igual forma el Programa de rescate, la bitácora que se genere, deberá anexarse a un reporte extraordinario que pormenorice las acciones realizadas, este reporte a su vez deberá ser incluido en el reporte de seguimiento del Programa que en su caso se entregue a la autoridad correspondiente en el periodo en el que se encuentre.
Clasificación	Medida de mitigación
Etapa de aplicación	Preparación y construcción
Ubicación	El rescate y ahuyentamiento se realizará en toda el área del proyecto y se reubicarán en dos sitios dentro del RE

Factor ambiental: Suelo, salud pública e higiene

Etapas de preparación, construcción y mantenimiento	
Ficha 7: Se colocarán contenedores con tapa en las áreas de trabajo (manejo integral de residuos)	
Programa al que pertenece: Programa de Manejo Integral de Residuos	
Impacto que atenuará:	
• Generación de residuos sólidos municipales	
• Atracción de fauna nociva u oportunista	
Descripción de la medida	Se colocarán depósitos (tambos) con tapa etiquetados destinados a contener residuos sólidos municipales.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación de los depósitos instalados, y las fechas de recolección o acopio al sitio destinado por el municipio para este tipo de residuos

Consulta Pública

Etapas de preparación, construcción y mantenimiento	
Ficha 7: Se colocarán contenedores con tapa en las áreas de trabajo (manejo integral de residuos)	
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el número de eventualidades que ocurran por atracción de fauna nociva u oportunista.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún manejo deficiente de este tipo de residuos.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará a diario, durante todo el tiempo que exista presencia de trabajadores sobre el área de proyecto
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de ingreso y salida de los residuos, así como de rescate de fauna de presentarse el caso.
Medidas de urgente aplicación	De observarse ejemplares de fauna en las áreas de comida u oficinas móviles, se deberá aplicar el programa de rescate de fauna, las bitácoras para este caso deberán ser muy explicitas en la situación que propicio el evento, para con esto poder idear formas innovadoras para evitar que esta situación siga ocurriendo.
Clasificación	Medida de prevención
Etapa de aplicación	Preparación, construcción y mantenimiento
Ubicación	Se colocarán los depósitos en las áreas cercanas a los centros de trabajo y se moverán conforme avancen las obras.

Consulta Pública

tapas de preparación, construcción y mantenimiento	
Ficha 8: Baños portátiles	
Programa al que pertenece: Programa de Manejo Integral de Residuos	
Impacto que atenuará:	
• Generación de aguas residuales sanitarias	
Descripción de la medida	Durante la etapa de preparación, construcción y mantenimiento (en caso de requerirse) las aguas residuales serán colectadas y manejadas por la empresa que preste el servicio de baños portátiles.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación de los baños instalados.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el volumen de agua sanitaria retirado por la empresa contratada.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún manejo deficiente de este tipo de residuo.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará cada que la empresa realice el retiro o limpieza de los sanitarios y durante todo el tiempo que exista presencia de trabajadores sobre el área de proyecto.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con los manifiestos de retiro y limpieza de los sanitarios por parte de la empresa contratista.
Medidas de urgente aplicación	De observarse un mal manejo o inclusive un derrame de aguas sanitarias, se deberá realizar el rescate de la mayor cantidad de ésta y el saneamiento del área afectada.
Clasificación	Medida de prevención
Etapa de aplicación	Etapa de preparación, construcción y mantenimiento
Ubicación	Se colocarán los baños portátiles en las áreas cercanas a los centros de trabajo.

Consulta Pública

Etapas de preparación y construcción	
Ficha 9: Almacén temporal de residuos de manejo especial y peligrosos	
Programa al que pertenece: Programa de Manejo Integral de Residuos	
Impacto que atenuará:	
• Generación de residuos de manejo especial	
• Generación de residuos peligrosos	
Descripción de la medida	Los residuos de manejo especial y peligroso que se generen durante la preparación y construcción del Proyecto, serán separados en tambos de 200 litros etiquetados con el tipo de residuo que contienen, para ser llevados al almacén temporal del proyecto y posteriormente ser entregados a una empresa autorizada para darles el manejo adecuado hasta su deposición final.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación entre los residuos que se envíen e ingresen al almacén y los residuos que salgan del mismo por parte de la empresa contratada para brindar el manejo de éstos.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante la comparación entre la cantidad de residuos generados contra la cantidad de residuos que se estimaron.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse durante la etapa de preparación y construcción.
Umbral inadmisible	Será inadmisible haber concluido con estas etapas sin haber realizado dicha medida.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará cada que la empresa que se contrate para esto realice la recolección de estos residuos.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con los manifiestos de recolección o retiro por parte de la empresa.
Medidas de urgente aplicación	De observarse una generación de estos residuos que exceda la capacidad del almacén, deberá hacerse el llamado a la empresa encargada para que haga el retiro extraordinario de los residuos que se generen.
Clasificación	Medida de prevención
Etapa de aplicación	Etapa de preparación y construcción
Ubicación	Este tipo de residuos serán enviados al almacén temporal del proyecto.

4.10.3 Cronograma de Aplicación e Implementación de Medidas de Manejo Ambiental

Para garantizar la correcta ejecución temporal de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental descritas incluidas en el **PVA** del **Proyecto**, se establece una programación con las etapas de preparación del sitio, construcción y operación de la LT. Este cronograma establece el inicio de cada programa específico con los frentes de trabajo, asegurando la aplicación oportuna de la supervisión ambiental y el cumplimiento normativo aplicable.

A continuación, se presenta la programación de actividades y medidas de manejo ambiental en función de las fases de desarrollo del Proyecto:

Consulta Pública

Actividad	Meses																									Años												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
	Etapa de preparación y construcción																									Etapa de operación y mantenimiento												
Programa de Vigilancia Ambiental		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Programa de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X														
Programa de manejo integral de residuos		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Programa de conservación de suelo y agua		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Programa de rescate y reubicación de flora				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
Programa de Reforestación																										X	X	X	X	X									

Consulta

4.10.4 Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación

Las medidas de mitigación se deberán realizar durante el tiempo que dure cada fase del Proyecto y de acuerdo con lo estipulado en cada programa específico (ver anexo 4).

Una vez identificados los impactos ambientales generados por el desarrollo de cada una de las fases, se enlistan las acciones que generan impactos en los diferentes medios, así como la descripción de las actividades y obras a realizar con el fin de mitigar, controlar, prevenir y/o compensar dichos impactos.

4.10.4.1 Medidas de compensación

Las medidas de compensación se definen como las acciones tomadas posterior a la afectación resultante del impacto ambiental identificado y que no puede ser prevenido ni puede ser directamente corregido por la implementación de dichas acciones. En este caso, es necesario realizar una medida de compensación en el área para retribuir el factor ambiental que fue afectado.

En este sentido, y de acuerdo con la identificación de los impactos por las actividades del desarrollo del Proyecto, se ha determinado que los impactos más significativos inherentes al Proyecto se presentarán durante la etapa de preparación y construcción. Por lo que estos serán compensados mediante la reforestación y la revegetación pasiva, que se permitirá en la superficie de las bases de las torres que no presentarán sellamiento.

4.11 Análisis Comparativo de Escenarios

Con base en los resultados presentados en la matriz integral del apartado anterior, se realiza un análisis comparativo de los escenarios evaluados para el **Proyecto**. Este ejercicio permite determinar el balance neto de la intervención humana en la **RE**.

4.11.1 Escenario Sin Proyecto (Situación Actual)

El diagnóstico ambiental establece que la **RE** presenta condiciones derivadas de actividades antropogénicas. La ubicación del **Proyecto** en el municipio de Umán, inserto en la dinámica periférica-urbana de la Zona Metropolitana de Mérida, ha sujeto a la región a una presión acumulativa histórica vinculada al desarrollo de complejos habitacionales, infraestructura, vías de comunicación y actividades agropecuarias e industriales. Factores como la modificación parcial de la cubierta vegetal, la presencia de líneas eléctricas existentes, la alteración en las tasas de infiltración del suelo y la presión sobre la fauna silvestre son resultado directo de estas intervenciones previas. En este escenario, la condición de los componentes ambientales se mantiene sin un esquema de gestión formal ni medidas de mitigación técnica dirigidas a controlar o revertir estas presiones en la zona.

4.11.2 Escenario Con Proyecto (Etapas de Preparación y Construcción)

Este escenario representa el periodo de mayor intensidad de actividades físicas en el sitio. La introducción de maquinaria pesada, el tránsito vehicular y la delimitación de la brecha de mantenimiento generan incrementos puntuales en la significancia de impactos como la

Consulta Pública

emisión de polvos fugitivos, el ruido y la remoción localizada de vegetación. Sin embargo, a diferencia del escenario previo, estas afectaciones son de carácter temporal, circunscritas a la franja de la Línea de Transmisión y sujetas a los controles operacionales y medidas preventivas del Programa de Manejo Ambiental.

4.11.3 Escenario Residual (Etapa de Operación y Mitigación)

Corresponde a la condición resultante tras la aplicación estricta de las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el presente capítulo. El análisis comparativo demuestra que la implementación de la infraestructura de transmisión, combinada con la aplicación de los programas específicos, permite estabilizar los factores ambientales evaluados en la **RE**.

Asimismo, al enmarcarse dentro de los Proyectos incluidos en la Convocatoria de Proyectos Mixtos, el **Proyecto** adquiere una relevancia estratégica que trasciende la escala local, contribuyendo a la soberanía energética regional, la confiabilidad del **Sistema Eléctrico Nacional (SEN)** y el fortalecimiento de la infraestructura pública en el estado de Yucatán.

El balance residual global **(-25 puntos)** y la potenciación del beneficio socioeconómico derivado de la generación de empleos y la derrama económica local **(+24 puntos)** demuestran que el Escenario con **Proyecto**, en su condición residual, resulta ambiental, técnica y socialmente viable.

4.11.4 Fase de Abandono

El Proyecto está concebido para operar a largo plazo como infraestructura estratégica de interconexión eléctrica, con vida útil indefinida mediante el mantenimiento preventivo y la actualización tecnológica constante de sus componentes. En caso de requerirse un desmantelamiento definitivo al término de su vida útil, las actividades se ejecutarán bajo un Plan de Abandono y Sitio Seguro, contemplando el retiro de conductores y estructuras, la descompactación y restauración del terreno en las bases de las torres, así como el manejo integral y la disposición final autorizada de los Residuos Sólidos municipales, de Manejo Especial (RME) y Peligrosos (RP) de acuerdo con la legislación ambiental vigente.

4.12 Seguimiento y Control (Monitoreo)

Para el desarrollo, seguimiento y control de los programas propuestos, se instrumentarán las siguientes herramientas operativas específicas:

- **Hojas de reporte:** Permiten identificar, registrar y notificar oportunamente aquellos incidentes o desviaciones que alteren la aplicación de las medidas de mitigación. En estas hojas se describen las anomalías detectadas, el personal involucrado y las acciones correctivas aplicadas en campo.
- **Generación e interpretación de indicadores:** Establecen valores numéricos, volúmenes y métricas cuantificables que respaldan el nivel de cumplimiento de cada

Consulta Pública

medida. Estos indicadores son específicos para cada rubro y podrán actualizarse o complementarse según la evolución de las actividades en el PVA.

- **Reportes de cumplimiento ambiental:** Consolidan la información recopilada mediante las hojas de reporte y el cálculo de indicadores. Estos documentos permiten evaluar la efectividad de las medidas en campo y retroalimentar el PVA para la mejora continua del desempeño ambiental.

Los reportes de cumplimiento se estructurarán de manera **anual** e integrarán la siguiente información:

- Extracto de la bitácora ambiental de obra.
- Memoria técnica sobre la ejecución de las medidas y programas aplicados.
- Croquis con la ubicación georreferenciada de las acciones realizadas.
- Cuantificación de superficies intervenidas y obras de mitigación ejecutadas.
- Resultados del monitoreo de los factores ambientales.
- Evaluación técnica sobre la efectividad de las medidas aplicadas.

Con la información recabada en el PVA se verifica el grado de cumplimiento de cada una de las acciones programadas y se evalúa la eficacia de las medidas en sitio. Las acciones de conservación de los diferentes factores ambientales se apegarán en todo momento a las leyes, reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas vigentes.

4.13 RESUMEN Y CONCLUSIONES

Para establecer el escenario con medidas de mitigación, se evaluó la forma en que el entorno será afectado o favorecido a partir de la construcción y operación del Proyecto. De manera puntual, la Línea de Transmisión no representa una alteración significativa en su entorno, dado que la superficie de desplante es reducida en comparación con la extensión del **Región Ecológica (RE).**

Desde la etapa de preparación del sitio hasta la conclusión operativa, se ejecutarán las medidas de mitigación, prevención y buenas prácticas requeridas para controlar los impactos identificados. Los resultados de la metodología aplicada indican que las principales afectaciones de carácter adverso se concentran en el polígono del Área del Proyecto, derivadas de la remoción puntual de la cubierta vegetal y el riesgo potencial para la avifauna. No obstante, la geometría lineal del proyecto asegura la continuidad espacial de los procesos ecológicos y la estabilidad del ecosistema circundante.

Con base en la evaluación de la **RE** y el análisis de los impactos acumulativos y residuales, se concluye lo siguiente:

Consulta Pública

- **Mitigabilidad:** Los impactos identificados son técnica y económicamente controlables mediante las medidas del Programa de Manejo Ambiental, preservando los procesos ecológicos esenciales.
- **Confinamiento de impactos:** Las afectaciones adversas son de carácter local y puntual, sin generar efectos sinérgicos negativos fuera del área de influencia directa.
- **Sustentabilidad por diseño:** El trazo y diseño de la Línea de Transmisión se desarrollaron bajo los principios de la jerarquía de mitigación (evitar, minimizar y restaurar).
- **Balance beneficio-impacto:** El Proyecto genera impactos benéficos socioeconómicos que, sumados a una gestión ambiental rigurosa, sostienen su viabilidad integral.
- **Fortalecimiento de la infraestructura eléctrica regional:** La construcción y operación de la Línea de Transmisión permitirá evacuar la energía limpia generada hacia la red nacional, reforzando la estabilidad del sistema eléctrico y respaldando el desarrollo de actividades productivas en el estado de Yucatán.
- **Contribución a las metas nacionales de transición energética:** Al constituir el enlace para la integración de energías renovables, el Proyecto apoya la reducción de la huella de carbono a nivel nacional y favorece el cumplimiento de los compromisos de México en materia de mitigación del cambio climático.

4.13.1.1 ALINEACIÓN CON LA AGENDA CLIMÁTICA GLOBAL (COP29 Y COP30)

De acuerdo con los objetivos del Acuerdo de París, el Proyecto contribuye a la contención del calentamiento global y al fortalecimiento de la resiliencia climática. En el marco del primer Balance Global (GST) y las resoluciones de la COP29 (Bakú, 2024), se ratificó la expansión de las redes de transmisión eléctrica como la infraestructura prioritaria para alcanzar la meta global de triplicar la capacidad de generación renovable al año 2030.

En este contexto, y de cara a la COP30 (Belém, Brasil), se ha priorizado la modernización de la red eléctrica para acelerar la descarbonización de la matriz energética. De esta manera, el Proyecto Planta Solar Haab Kiin y su infraestructura de evacuación asociada (LT) se alinean con el Compromiso Mundial sobre Energías Renovables, orientado a alcanzar los 11,000 GW de capacidad instalada global.

Bajo este esquema, el **Proyecto** no solo constituye un motor de desarrollo socioeconómico mediante la generación de empleo y la derrama económica en el municipio de Umán, sino que se consolida como un elemento estratégico para la soberanía energética sustentable de México bajo criterios estricto de cumplimiento ambiental.

.

Consulta Pública

210000
212000
214000
216000
2320000
2318000
2316000
N
0 0.275 0.55 1.1 1.65 2.2
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Área sin Infraestructura

Simbología

Área del Proyecto (AP)

Descripción

Sin infraestructura



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM

210000
212000
214000
216000
2320000
2318000
2316000
N
0
0.275
0.55
1.1
1.65
2.2
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Cambio de Uso de Suelo

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM

210000
212000
214000
216000
2320000
2318000
2316000
N
0
0.275
0.55
1.1
1.65
2.2
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Delimitación del AI

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)



Escala

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM

210000
212000
214000
216000
2320000
2318000
2316000
N
0
0.275
0.55
1.1
1.65
2.2
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Delimitación del AP

Simbología

Área del Proyecto (AP)



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Delimitación del RE

Simbología

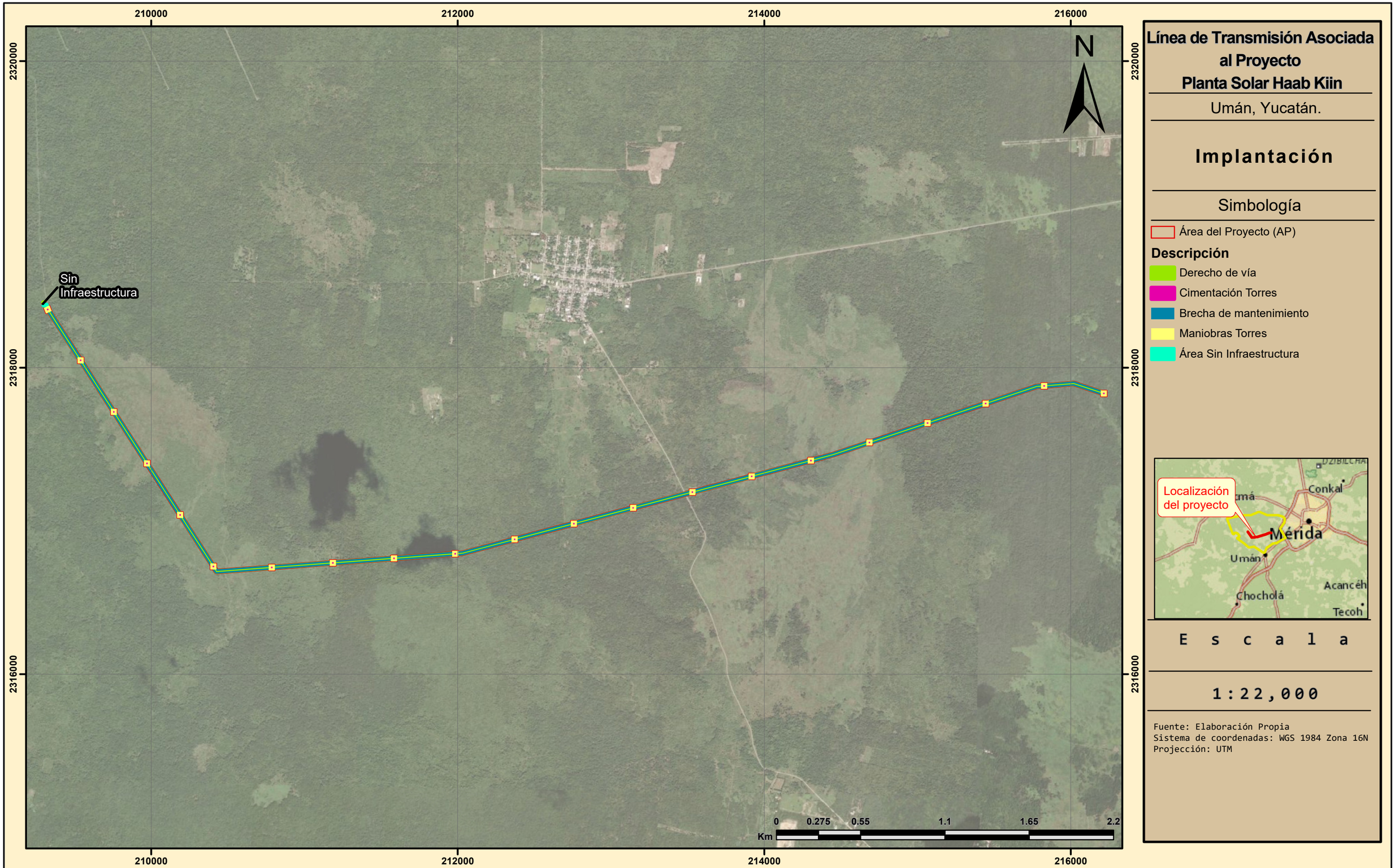
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)



Escala

1:75,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Implantación

Simbología

- Área del Proyecto (AP)

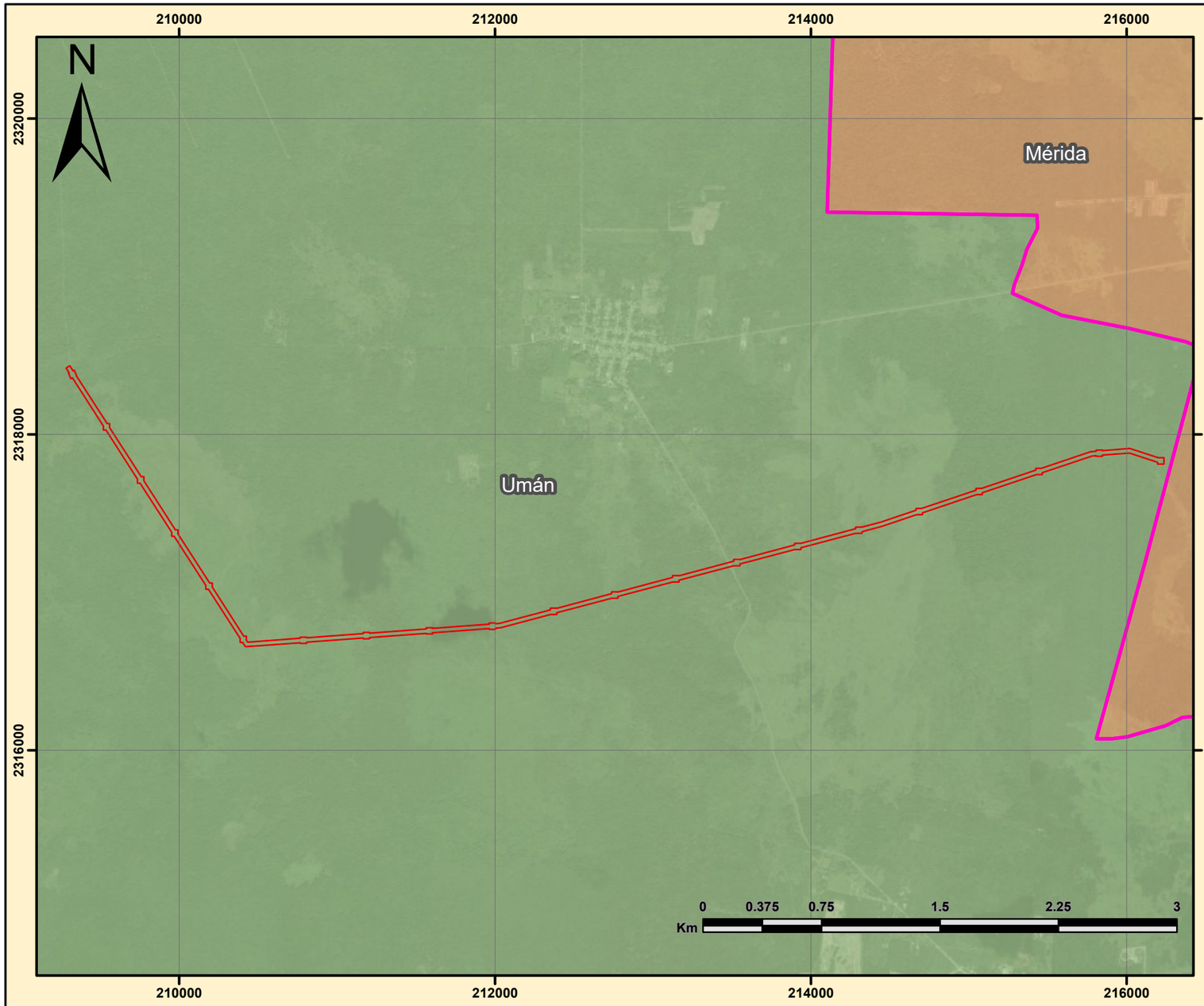
Descripción

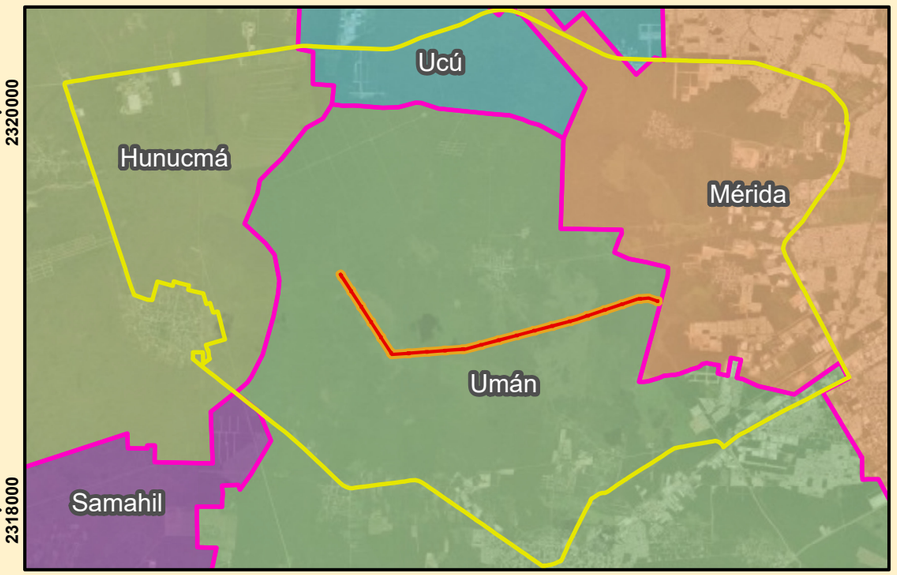
- Derecho de vía
- Cimentación Torres
- Brecha de mantenimiento
- Maniobras Torres
- Área Sin Infraestructura

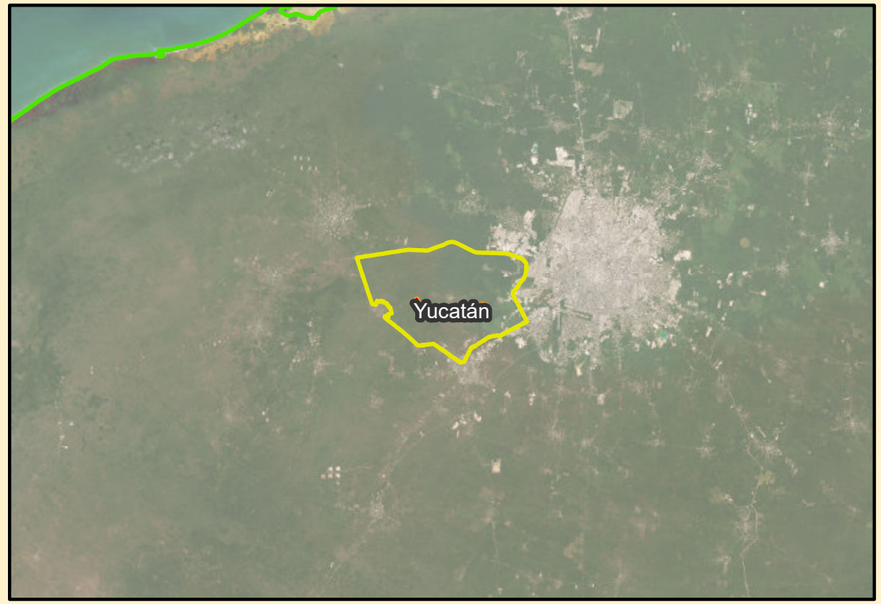
E s c a l a

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM







Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Localización

E s c a l a

1:30,000

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Límite municipal
- Límite estatal

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM

210000
212000
214000
216000
2320000
2318000
2316000
N
0
0.275
0.55
1.1
1.65
2.2
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Obras Permanentes

Simbología

Área del Proyecto (AP)

Descripción

Derecho de vía

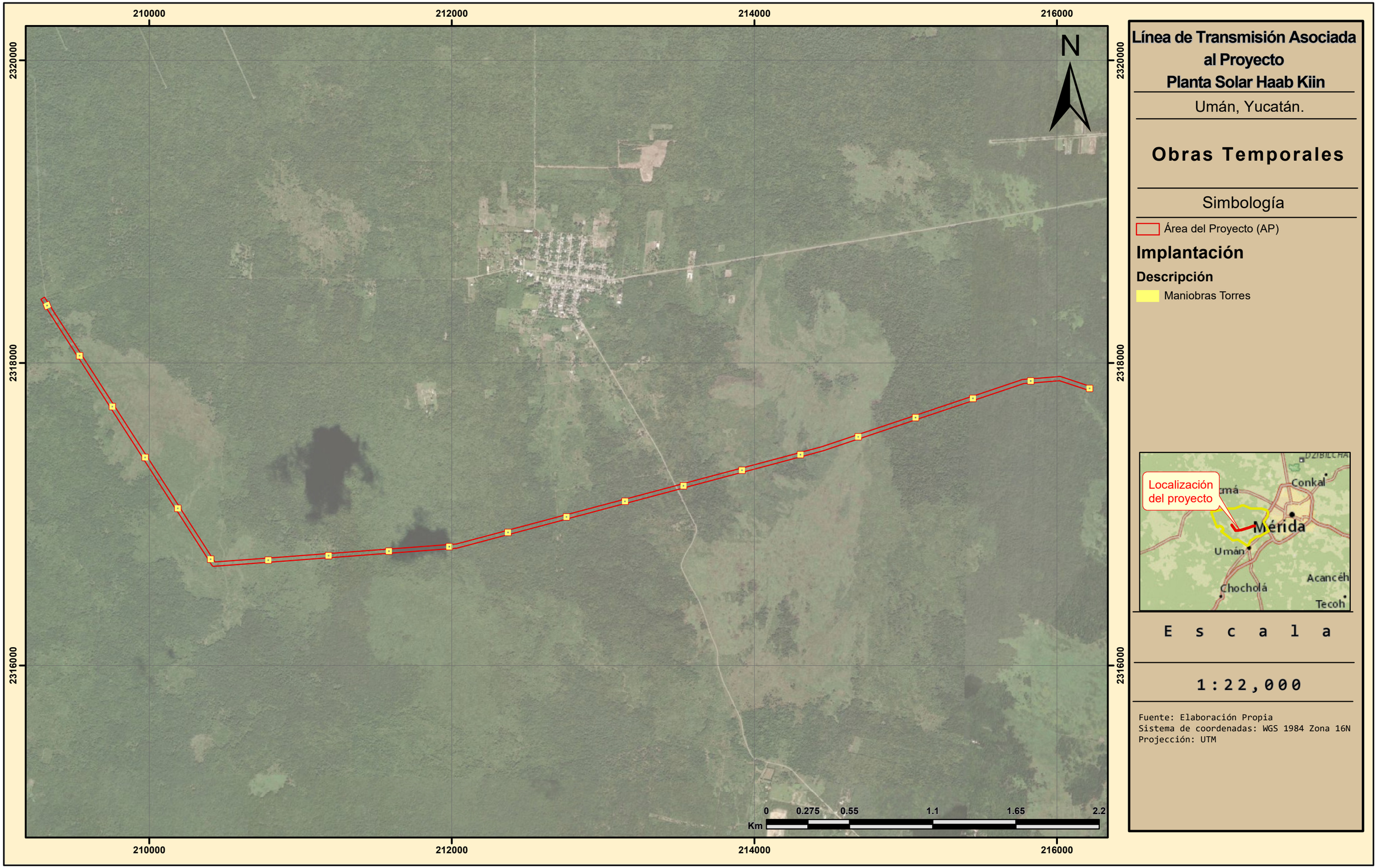
Cimentación Torres



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Obras Temporales

Simbología

Área del Proyecto (AP)

Implantación

Descripción

Maniobras Torres

E s c a l a

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM

208000 210000 212000 214000 216000

2320000 2318000 2316000 2314000

N

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Ruta de Acceso al Proyecto

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Ruta de acceso al Proyecto



E s c a l a

1:30,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM

| Actividad | Meses | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Años | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Área del proyecto (AP)			
Descripción	**m^2**	**ha**	**Porcentaje con respecto al área del proyecto (AP)**
Área sin Infraestructura	151,491	15.1491	64.40%
Área con Infraestructura	83,761	8.3761	35.60%
Área del proyecto (AP)	**235,252**	**23.5252**	**100.00%**

Derecho de vía			
Descripción	**m^2**	**ha**	**Porcentaje con respecto al área del proyecto (AP)**
Cimentación Torres	2,100	0.21000	0.89%
Maniobras Torres	31,500	3.15000	13.39%
Brecha de Mantenimiento	50,161	5.01610	21.32%
Area Sin Infraestructura para el DDV LT	151,199	15.11990	64.27%
Cruce con carretera	292	0.02920	0.12%
Total	**235,252**	**23.5252**	**100.00%**

Con Infraestructura			
Descripción	**m^2**	**ha**	-
Cimentación Torres	2,100	0.2100	0.89%
Maniobras Torres	31,500	3.1500	13.39%
Brecha de Mantenimiento	50,161	5.0161	21.32%
Total	**83,761**	**8.3761**	**35.60%**

Área Sin Infraestructura			
Descripción	**m^2**	**ha**	-
Area Sin Infraestructura para el DDV LT	151,199	15.1199	64.27%
Cruce con carretera	292	0.0292	0.12%
Total	**151,491**	**15.1491**	**64.40%**

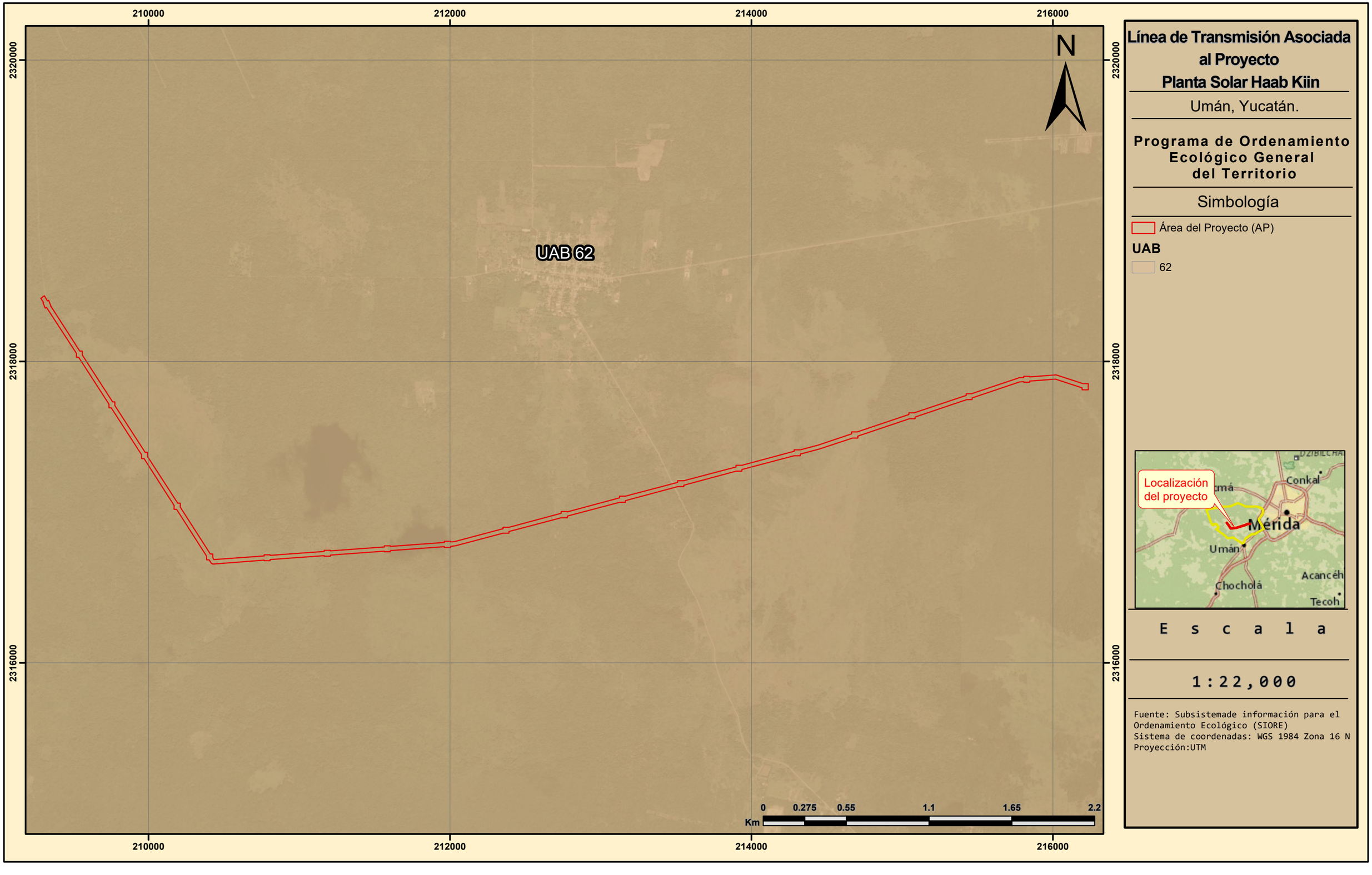
LT			
Descripción	**m**	**km**	-
Ancho	18	0.0018	
Descripción	**m**	**km**	-
Largo	8,051	8.0510	
Total			

Superficie por Obra			Superficie por Vegetación			Superficie por Edafología				
Descripción	**m^2**	**ha**	**Vegetación Actual**	**m^2**	**ha**	**Edafología**	**m^2**	**ha**	**Tipo de Obra**	**Tipo de Afectación**
Cimentación Torres	2,100	0.2100	Pastizal Cultivado	600	0.0600				Permanente	Se Afecta
			Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	1,100	0.1100	LPsr-hu+PHrz-lep/2	2,100	0.2100		
			Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia	400	0.0400					
Maniobras Torres	31,500	3.1500	Pastizal Cultivado	9,000	0.9000				Temporal	Se Afecta
			Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	16,500	1.6500	LPsr-hu+PHrz-lep/2	31,500	3.1500		
			Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia	6,000	0.6000					
Brecha de Mantenimiento	50,161	5.0161	Desprovisto de Vegetación	189	0.0189				Permanente	Se Afecta
			Pastizal Cultivado	15,610	1.5610	LPsr-hu+PHrz-lep/2	50,161	5.0161		
			Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	27,312	2.7312					
			Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia	7,050	0.7050					
Area Libre de Infraestructura para la LT	151,199	15.1199	Desprovisto de Vegetación	569	0.0569					No Se Afecta
			Pastizal Cultivado	47,499	4.7499	LPsr-hu+PHrz-lep/2	151,199	15		
			Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	81,946	8.1946					
			Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia	21,185	2.1185					
Cruce con carretera	292	0.0292	Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia	292	0.0292	LPsr-hu+PHrz-lep/2	292	0.0292		No Se Afecta
Total	**235,252**	**23.5252**		**235,252**	**23.5252**		**235,252**	**23.5252**		

Obras Permanentes			
Descripción	**m^2**	**ha**	-
Cimentación Torres	2,100	0.2100	0.89%
Maniobras Torres	31,500	3.1500	13.39%
Brecha de Mantenimiento	50,161	5.0161	21.32%
Total	**83,761**	**8.3761**	**35.60%**

Obras Temporales			
Descripción	**m^2**	**ha**	-
Maniobras Torres	31,500	3.1500	13.39%
Total	**31,500**	**3.1500**	**13.39%**

CUS								
Descripción	**getación Act**	**m^2**	**ha**	**Edafología**	**m^2**	**ha**	**Tipo de Obra**	**o de Afectación**
Brecha de mantenimiento	Vegetación S	27,312	2.7312	LPsr-hu+PHr	34,362	3.4362	Permanente	Se Afecta
	Vegetación S	7,050	0.7050					
Cimentaciones	Vegetación S	1,100	0.1100	LPsr-hu+PHr	1,500	0.1500	Permanente	Se Afecta
	Vegetación S	400	0.0400					
Maniobras de cimentaciones	Vegetación S	16,500	1.6500	LPsr-hu+PHr	22,500	2.2500	Permanente	Se Afecta
	Vegetación S	6,000	0.6000					
Total		**58,362**	**5.8362**		**58,362**	**3.5862**		



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Simbología

- Área del Proyecto (AP)

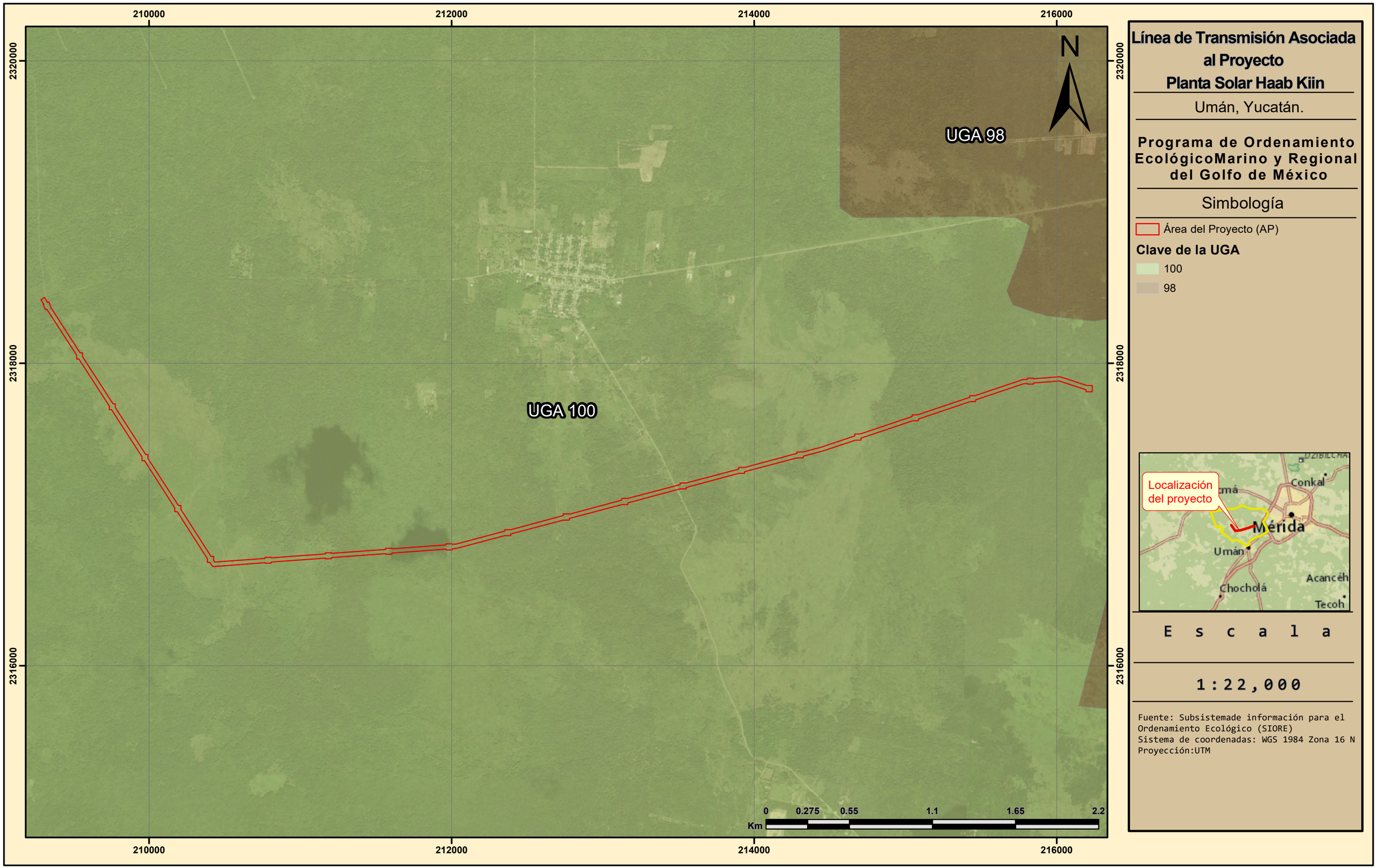
UAB

- 62

E s c a l a

1:22,000

Fuente: Subsistemade información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE)
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16 N
Proyección:UTM



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Programa de Ordenamiento EcológicoMarino y Regional del Golfo de México

Simbología

Área del Proyecto (AP)

Clave de la UGA

100

98

E s c a l a

1:22,000

Fuente: Subsistemade información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE)
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16 N
Proyección:UTM

210000 212000 214000 216000

2320000 2318000 2316000

N

UGA053

UGA059

UGA053

0 0.275 0.55 1.1 1.65 2.2

Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán

Simbología

Área del Proyecto (AP)

Politica

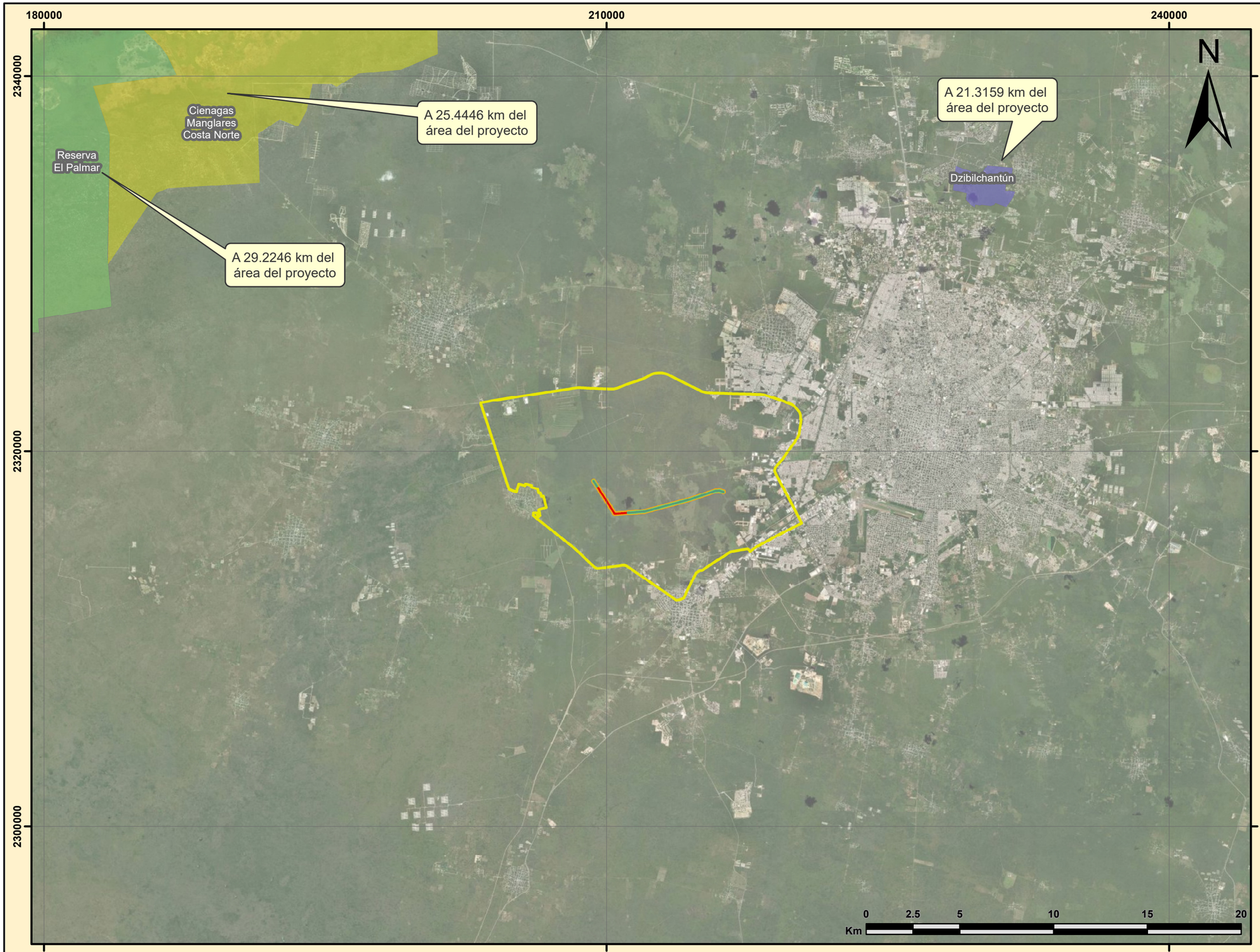
Aprovechamiento sustentable



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Subsistemade información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE)
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16 N
Proyección:UTM



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Áreas Naturales Protegidas

Simbología

- Cambio de Uso de Suelo (CUS)
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

ANPs Municipales

- Cienagas Manglares Costa Norte

ANPs Estatales

- Reserva El Palmar

ANPs Federales

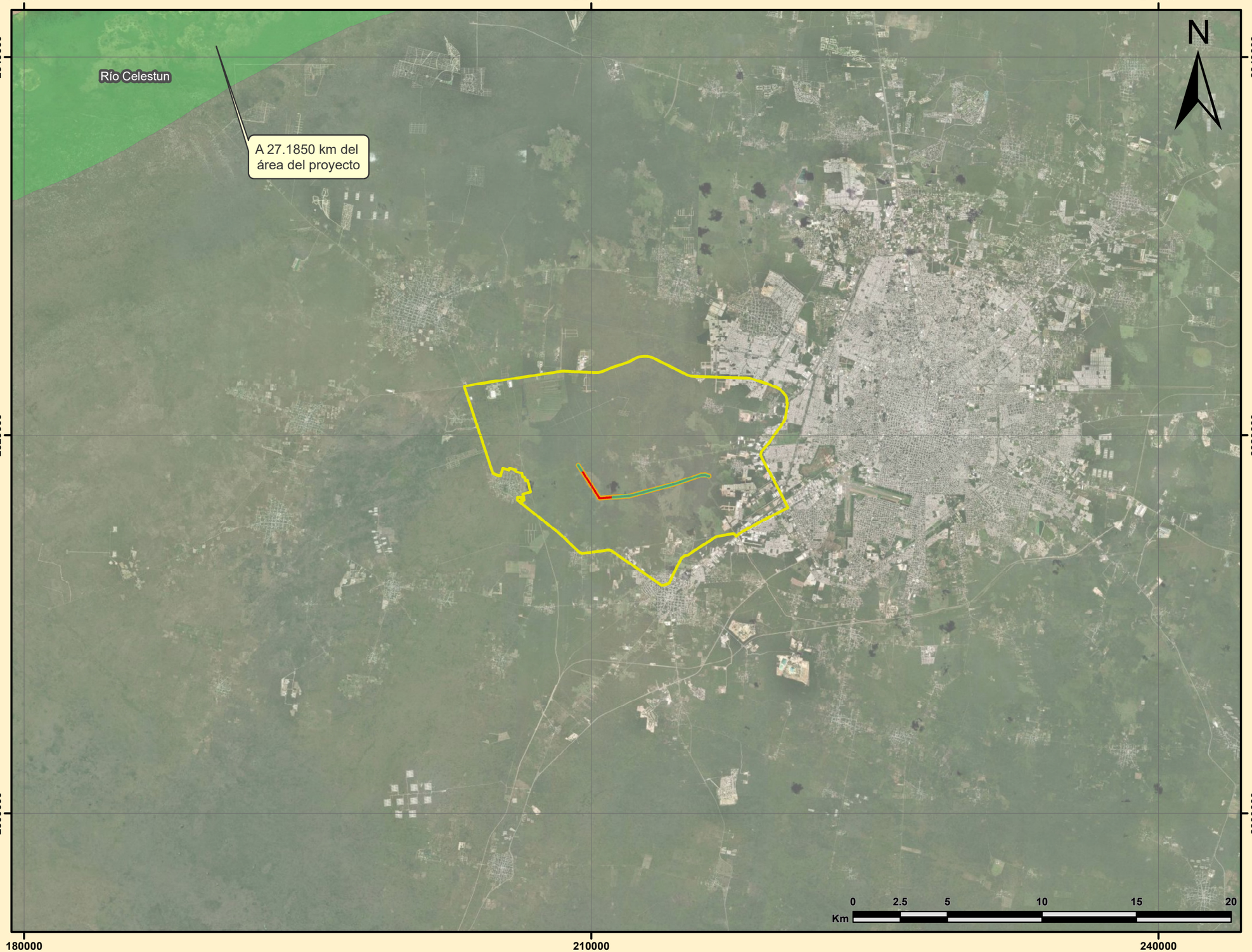
- Dzibilchantún



E s c a l a

1:200,000

Fuente: Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México 2020.
Áreas Naturales Protegidas Federales de la República Mexicana. Junio, 2025. CONANP. Escala 1:250,000. Mexico. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984
Zona 16N Projección: UTM.



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Simbología

- Cambio de Uso de Suelo (CUS)
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

AICA

- Río Celestun



E s c a l a

1:200,000

Fuente:Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.
Escala: 1:250,000, México. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16 N
Proyección:UTM

180000 210000 240000

2340000 2320000 2300000

N

Reserva Estatal El Palmar

A 28.4182 km del área del proyecto

A 25.0916 km del área del proyecto

A 22.8659 km del área del proyecto

A 20.5125 km del área del proyecto

A 21.7394 km del área del proyecto

Anillo de Cenotes

Anillo de Cenotes

Anillo de Cenotes

Aniillo de Cenotes

Anillo de Cenotes

0 2.5 5 10 15 20

Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Sitios RAMSAR

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

RAMSAR

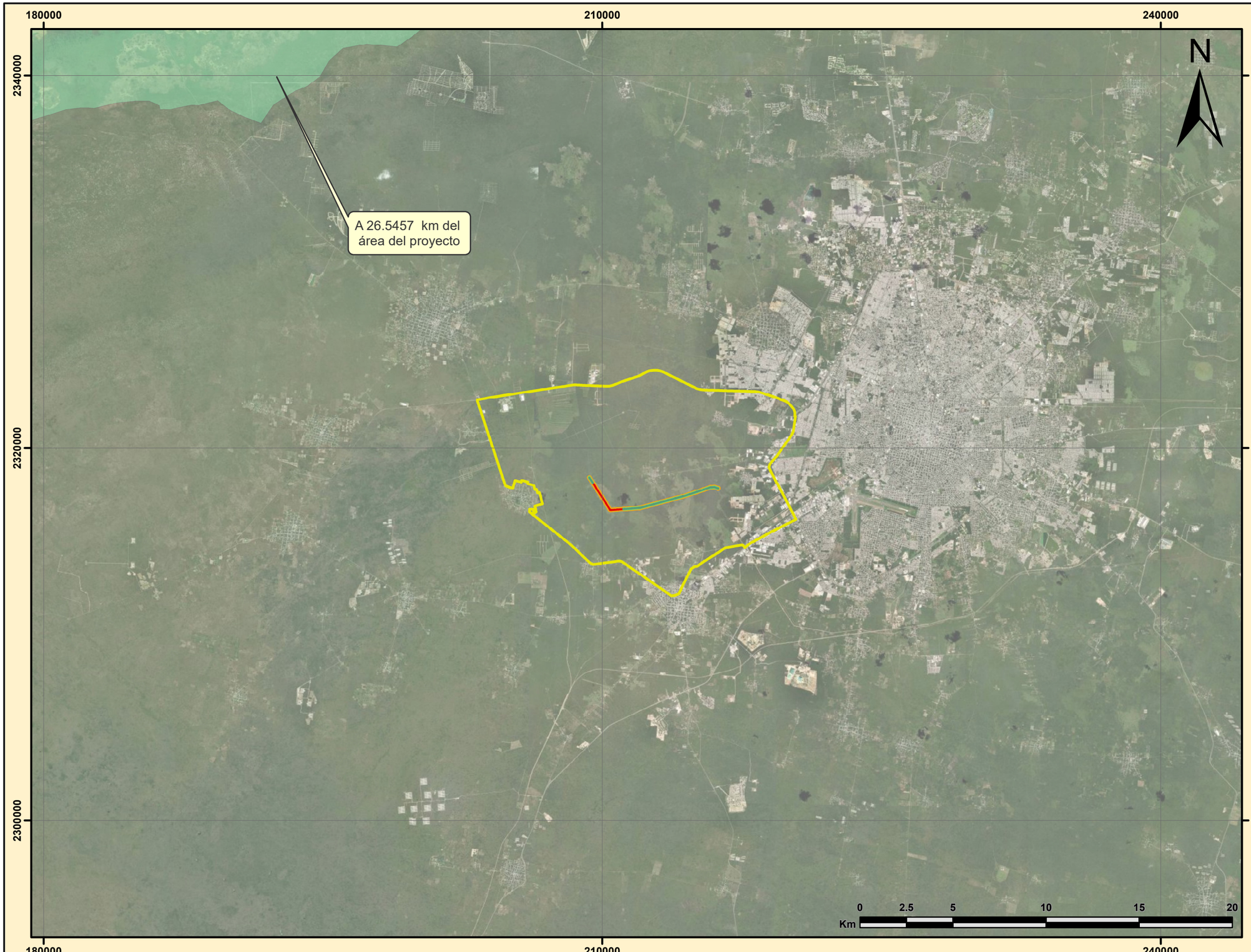
- Anillo de Cenotes
- Reserva Estatal El Palmar



E s c a l a

1:200,000

Fuente: Cobertura de los Sitios RAMSAR de México. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Regiones Terrestres Prioritarias

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

NOMBRE

- Petenes-Ría Celestum



E s c a l a

1:200,000

Fuente: Regiones Terrestres Prioritarias.
Escala 1:1'000,000. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM.

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Regiones Hidrológicas Prioritarias

Simbología

- Cambio de Uso de Suelo (CUS)
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

RHP

- Anillo de cenotes



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Aguas Continentales y Diversidad Biológica de México.Escala 1:4'000,000. CONABIO. Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16 N Proyección: UTM.

150000 180000 210000 240000 270000

2360000 2340000 2320000 2300000 2280000

N

DGVS-CR-EX-2569-YUC

A 58.0328 km del área del proyecto

0 5 10 20 30 40
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

NOMBRE UMA

- Ría Lagartos-Ría Celestún

E s c a l a

1:400,000

Fuente: Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre. SEMARNAT 2020
Escala 1:1'000,000. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM.

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Programa Estatal de Ordenamiento Territorial yDesarrollo Urbano de Yucatán DECRETO 783/2024

Simbología

- Área del Proyecto (AP)

Unidades de Gestión Territorial

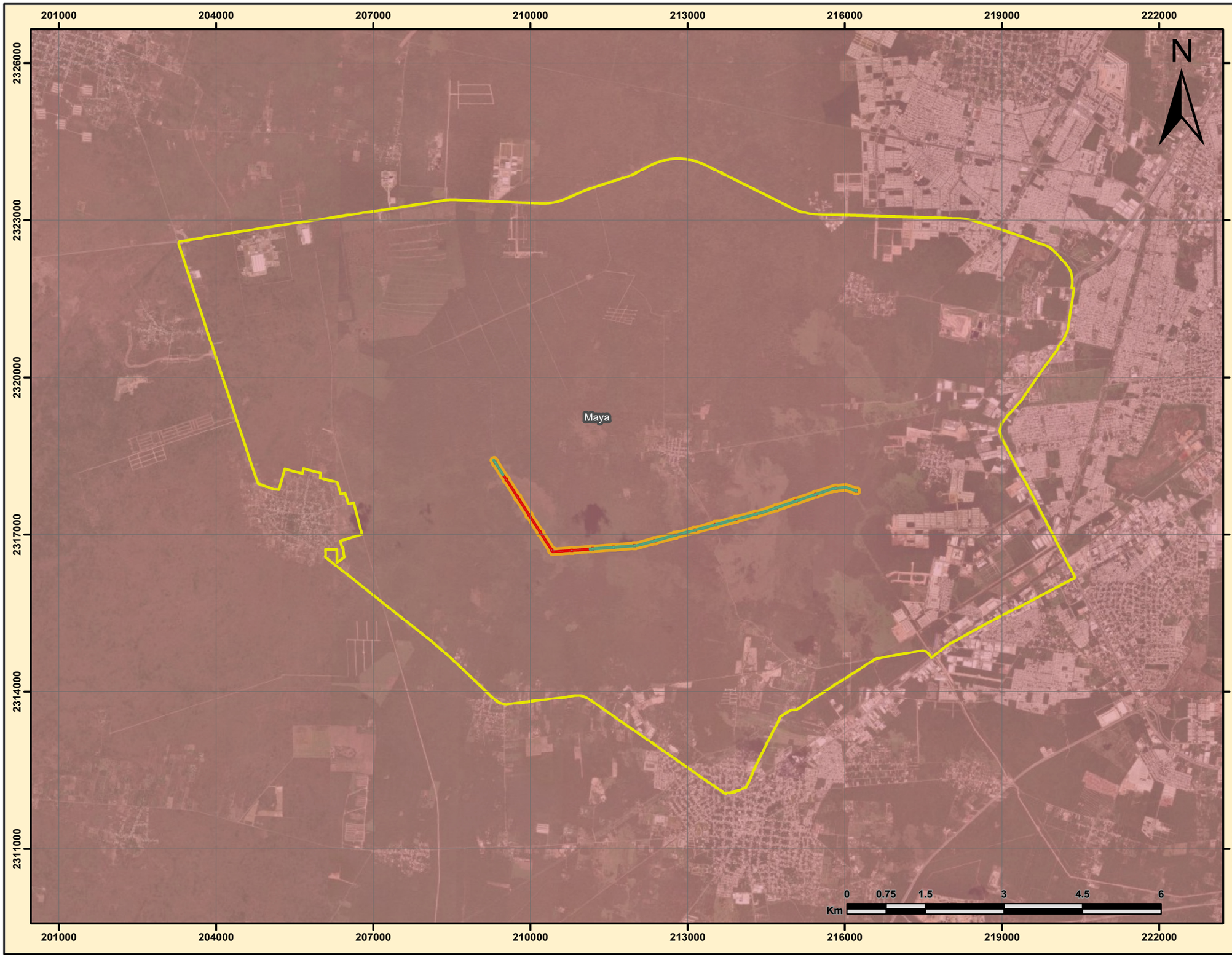
- UGT APT-01-SI
- UGT VIAL-01
- UGT APT-01



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Subsistemade información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE)
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16 N
Proyección:UTM



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Regiones Indígenas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

Región

- Maya



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Geomática SEMARNAT
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Unidades Climáticas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

CLAVE

- Aw0
- BS1(h')w
- BS1(h')w(x')



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales.
Escala 1:1'000,000. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM.

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

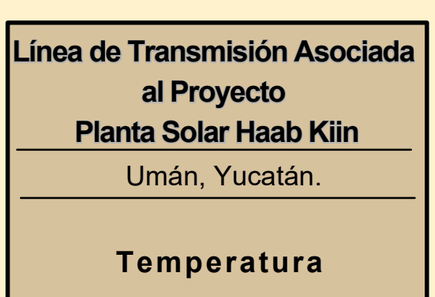
Temperatura

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

Temperatura en °C

- De 24 a 26



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Temperatura Media Anual en México Escala 1:1'000,000. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 15N
Projección: UTM.

201000 204000 207000 210000 213000 216000 219000 222000

2326000 2323000 2320000 2317000 2314000 2311000

N

De 801 a 1000

De 1001 a 2000

0 0.75 1.5 3 4.5 6
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Precipitación

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

Rango en mm

- De 801 a 1000
- De 1001 a 2000



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Inventario Nacional de Humedales Escala;1:250,000. CONAGUA/INEGI 2020.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM.

201000 204000 207000 210000 213000 216000 219000 222000

2326000 2323000 2320000 2317000 2314000 2311000

N

PROVINCIA KARST YUCATECO

0 0.75 1.5 3 4.5 6
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Provincias Fisiográficas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

PROVINCIA FISIOGRÁFICA

- PROVINCIA KARST YUCATECO



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Contínuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM.

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Subprovincias Fisiográficas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

NOMBRE

- CARSO YUCATECO



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM.

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Sistema de Topoformas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

DESCRIPCIO

- LLANURA ROCOSA DE PISO ROCOSO O CEMENTADO
- LLANURA ROCOSA DE TRANSICIÓN DE PISO ROCOSO O CEMENTADO



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I. INEGI. Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N Proyección: UTM.

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Edafología

Simbología

- Cambio de Uso de Suelo (CUS)
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

CLAVE_WRB

- LPsr-hu+PHrz-lep/2
- PHrz-lep+LPli-jk/2
- TCek-ub



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250,000.
Serie II. Contínuo Nacional.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM

201000 204000 207000 210000 213000 216000 219000 222000

2326000 2323000 2320000 2317000 2314000 2311000

N

Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica

Degradación física por pérdida de la función productiva

0 0.75 1.5 3 4.5 6
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Degradación de Suelo

Simbología

- Cambio de Uso de Suelo (CUS)
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

TIPO

- Degradación física por pérdida de la función productiva
- Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Degradación del Suelo en la República Mexicana. Escala 1:250,000. Geomática. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Cuencas Hidrológicas

Simbología

- Cambio de Uso de Suelo (CUS)
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

CUENCA

- YUCATAN



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). 2020.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM.

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Subcuencas Hidrológicas

Simbología

- Cambio de Uso de Suelo (CUS)
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

SUBCUENCA

- RH32Ba - Mérida



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Red Hidrográfica Edición 2.0
Escala 1:50,000. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM.

201000 204000 207000 210000 213000 216000 219000 222000

2326000 2323000 2320000 2317000 2314000 2311000

N

A 6.9590 km del área del proyecto

0 0.75 1.5 3 4.5 6
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Humedales

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

Tipo de Humedal

- Palustre



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Inventario Nacional de Humedales Escala;1:250,000. CONAGUA/INEGI 2020.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM.

180000
210000
240000
2340000
2320000
2300000
2280000

A 31.0860 km del área del proyecto

A 42.2018 km del área del proyecto

A 21.9504 km del área del proyecto

A 38.7727 km del área del proyecto

N

0 4.25 8.5 17 25.5 34
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Red Hidrográfica por Condición RE

Simbología

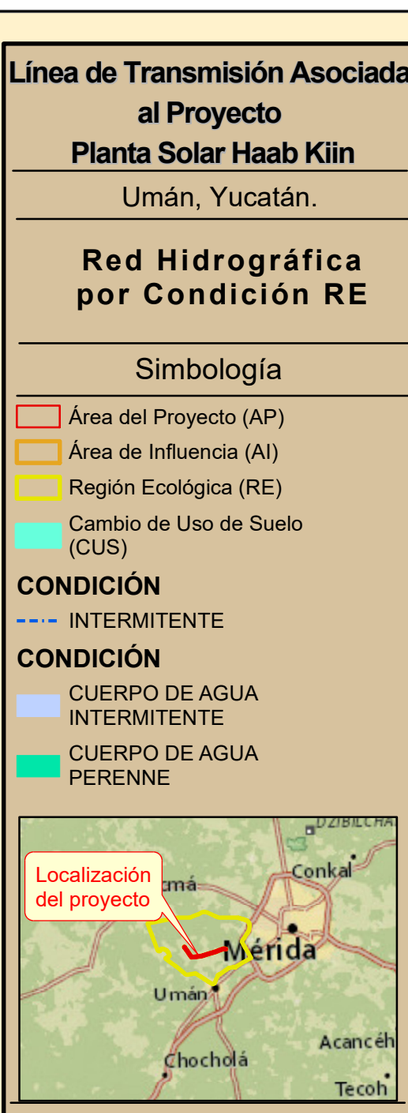
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

CONDICIÓN

- INTERMITENTE

CONDICIÓN

- CUERPO DE AGUA INTERMITENTE
- CUERPO DE AGUA PERENNE



E s c a l a

1:340,000

Fuente: Red Hidrográfica Edición 2.0
Escala 1:50,000. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM.

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Acuíferos

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

ACUÍFEROS

- PENINSULA DE YUCATAN



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Regiones Hidrológicas Administrativas (Organismos Cuenca) Escala 1:250,000 CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM.

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Bajas Temperaturas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

Nivel de Riesgo

- Muy bajo



E s c a l a

1:70,000

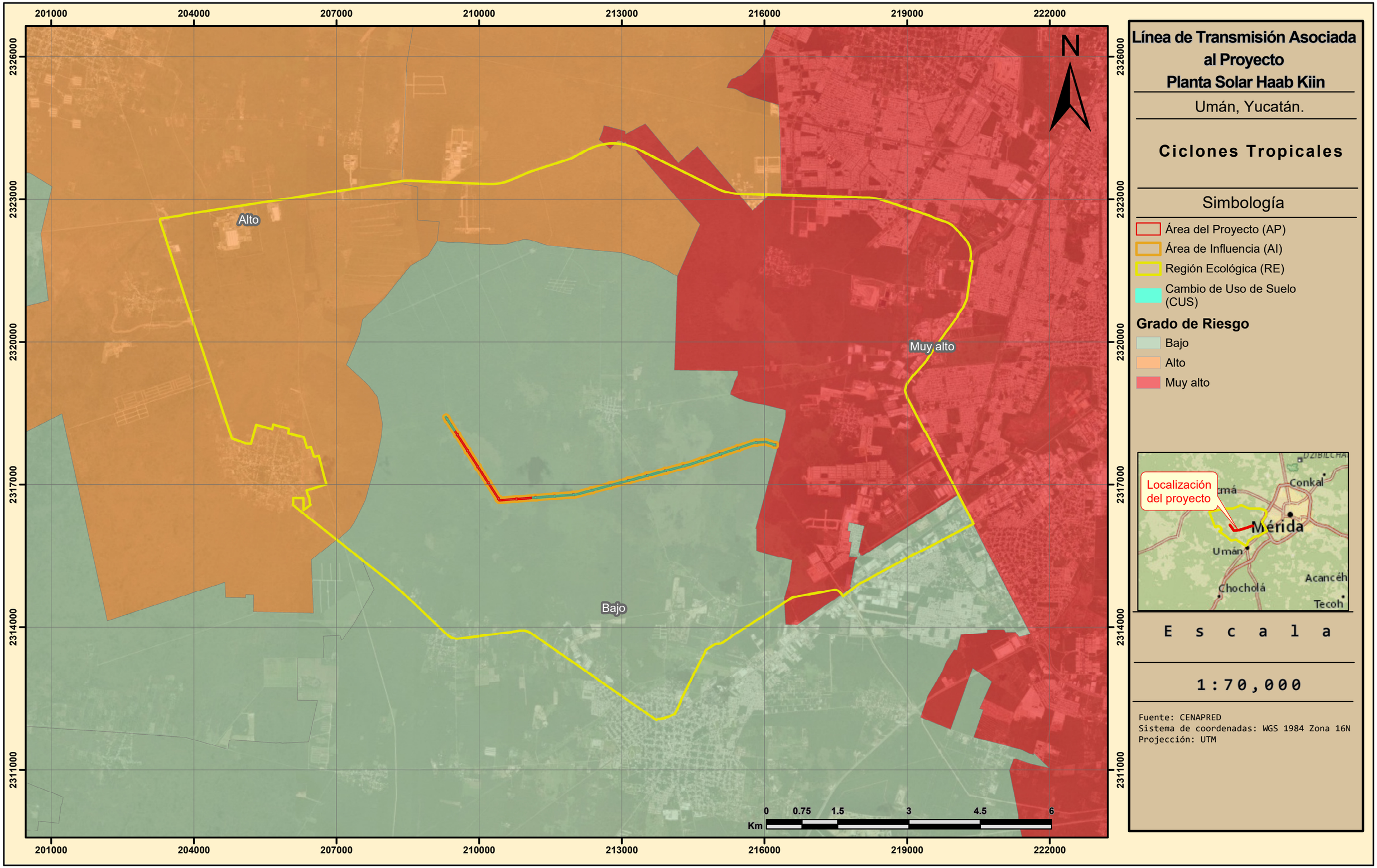
Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM

Muy bajo

0 0.75 1.5 3 4.5 6
Km

201000 204000 207000 210000 213000 216000 219000 222000

2326000 2323000 2320000 2317000 2314000 2311000



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Ciclones Tropicales

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

Grado de Riesgo

- Bajo
- Alto
- Muy alto

E s c a l a

1:70,000

Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Granizadas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

Grado de Riesgo

- Muy bajo



E s c a l a

1:70,000

Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM.

Muy bajo

0 0.75 1.5 3 4.5 6
Km

201000 204000 207000 210000 213000 216000 219000 222000

2326000 2323000 2320000 2317000 2314000 2311000

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

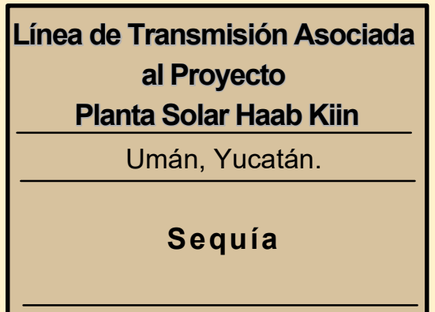
Sequía

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

Grado de Riesgo

- Bajo
- Medio



E s c a l a

1:70,000

Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM.

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Inundaciones

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

Grado de Riesgo

- Muy bajo
- Bajo
- Alto



E s c a l a

1:70,000

Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM.

198000 201000 204000 207000 210000 213000 216000 219000 222000 225000 228000

2329000 2326000 2323000 2320000 2317000 2314000 2311000 2308000

N

A 10.8462 km del área del proyecto

0 1.25 2.5 5 7.5 10
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Fallas y Fracturas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

ENTIDAD

- FRACTURA



E s c a l a

1:100,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Geológico, Escala 1:000,000. Contínuo Nacional. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM.

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Regionalización Sísmica

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

Riesgo de Sismo

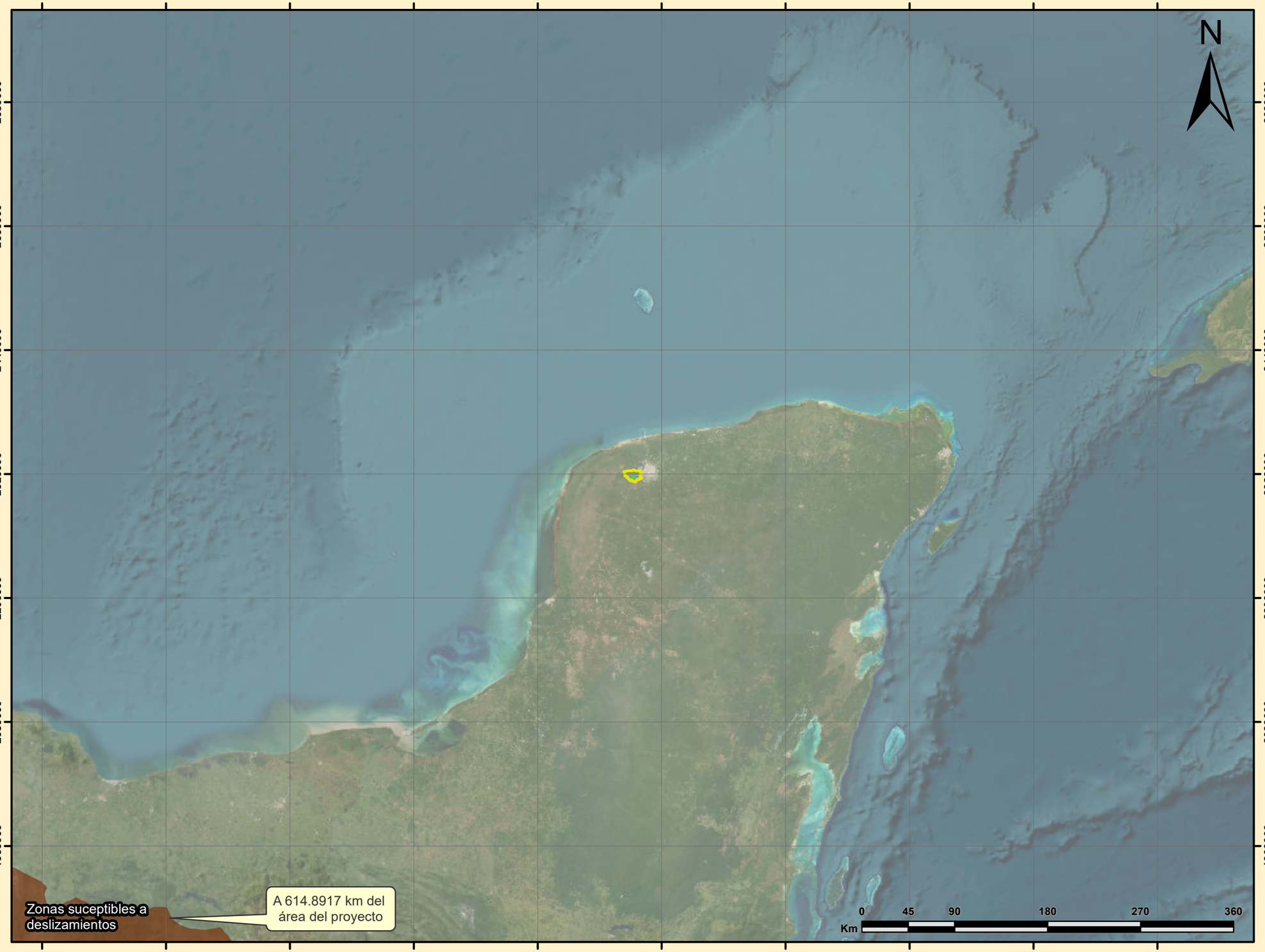
- Bajo



E s c a l a

1:70,000

Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM.



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Hundimientos y Despizamientos

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)
- Zonas suceptibles a deslizamientos



E s c a l a

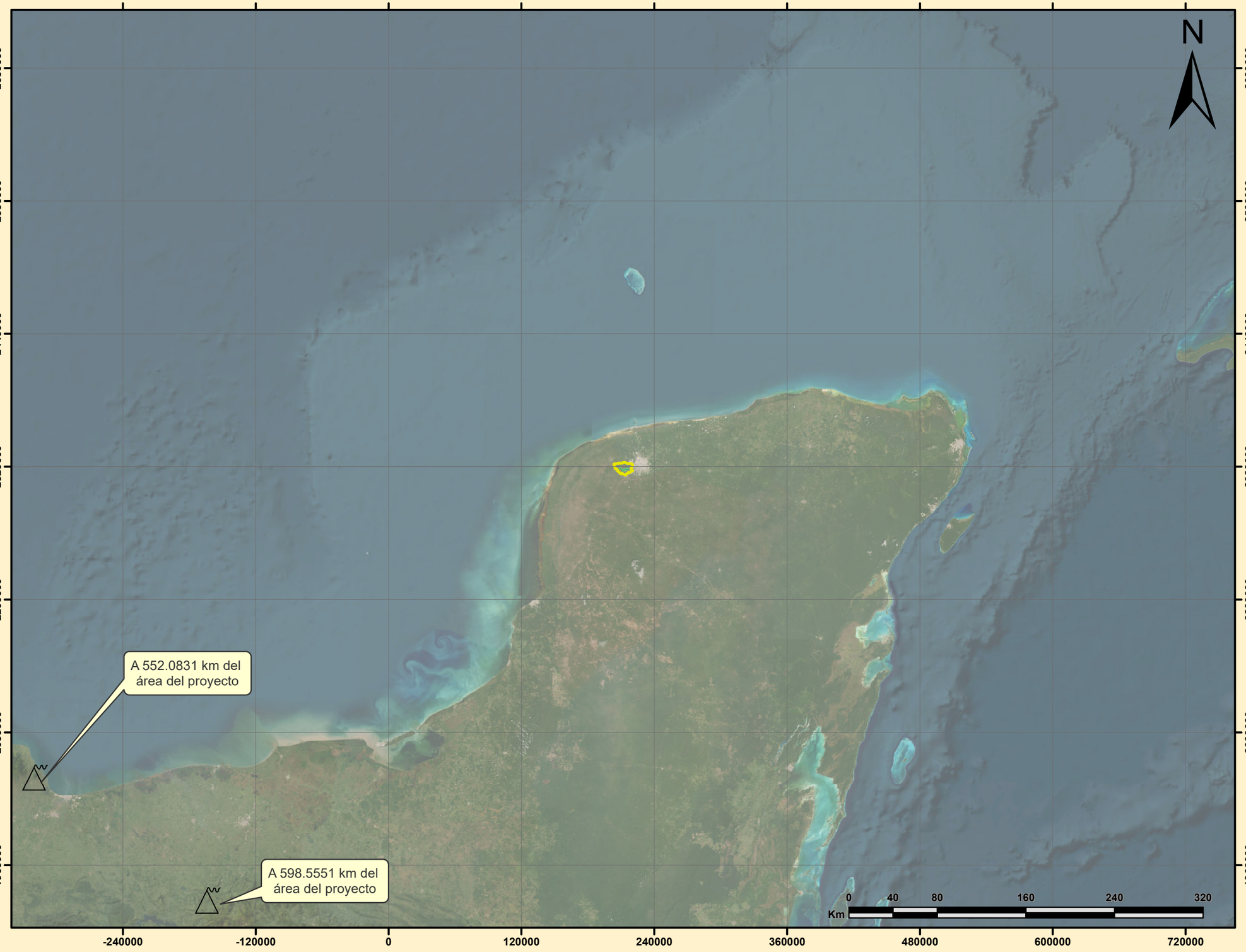
1:3,700,000

Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM.

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Volcanes Activos



Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)
- Volcanes



E s c a l a

1:3,400,000

Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM.

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Muestreos de Vegetación en RE

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Unidades Muestrales en RE



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM

Km 0 0.75 1.5 3 4.5 6

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Muestreos de Vegetación en AI

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Unidades Muestrales en



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Muestreos de Vegetación en AP

Simbología

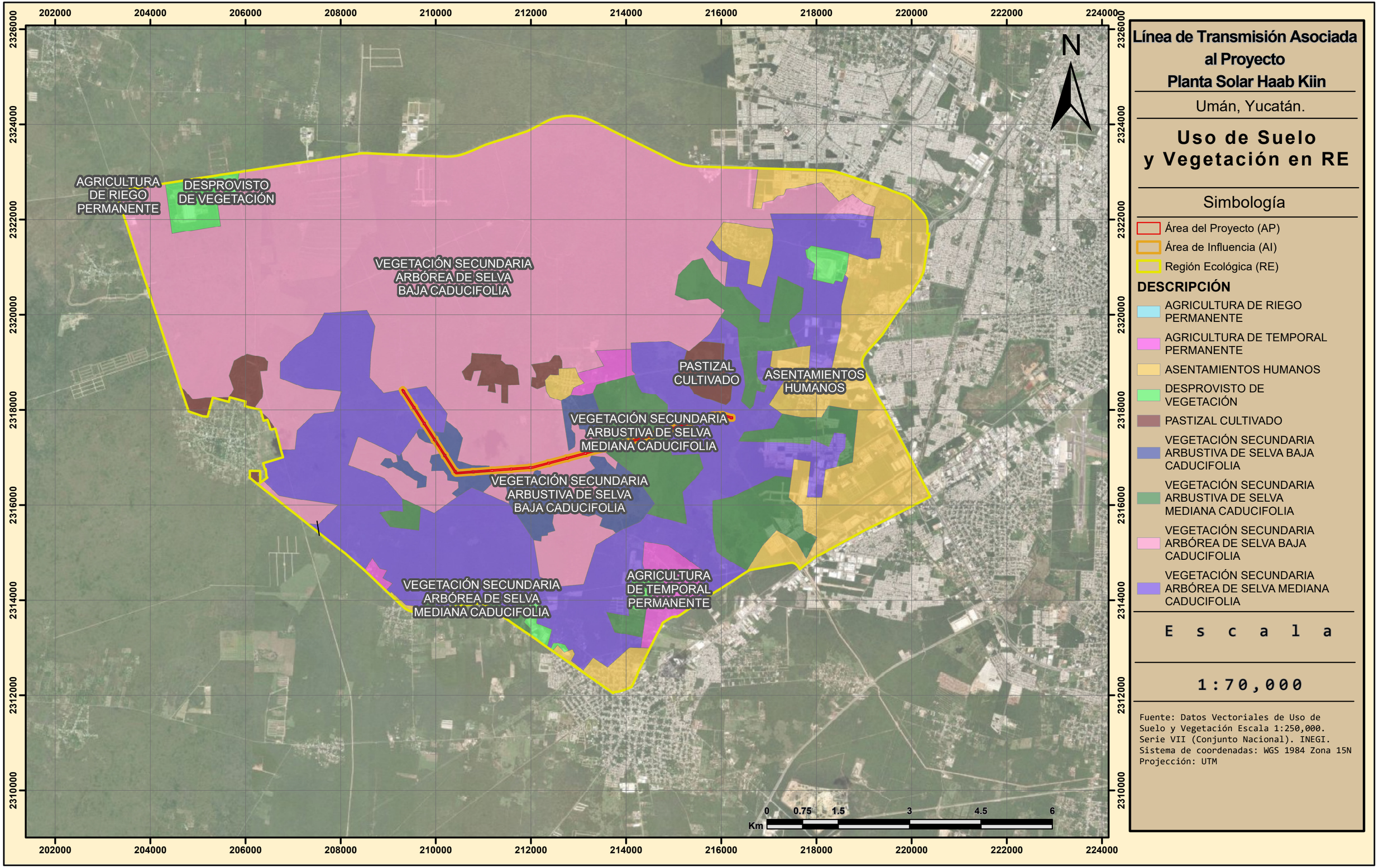
- Área del Proyecto (AP)
- Unidades Muestrales en AP



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Uso de Suelo y Vegetación en RE

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

DESCRIPCIÓN

- AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE
- AGRICULTURA DE TEMPORAL PERMANENTE
- ASENTAMIENTOS HUMANOS
- DESPROVISTO DE VEGETACIÓN
- PASTIZAL CULTIVADO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA

E s c a l a

1:70,000

Fuente: Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Escala 1:250,000. Serie VII (Conjunto Nacional). INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 15N
Projección: UTM

210000
212000
214000
216000
2320000
2318000
2316000
N
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA
0 0.275 0.55 1.1 1.65 2.2
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Uso de Suelo y Vegetación en RE

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)

DESCRIPCIÓN

- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Escala 1:250,000. Serie VII (Conjunto Nacional). INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 15N
Projección: UTM



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Uso de Suelo y Vegetación en AP

Simbología

Área del Proyecto (AP)

DESCRIPCIÓN

- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Escala 1:250,000. Serie VII (Conjunto Nacional). INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 15N
Projección: UTM

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Uso de Suelo y Vegetación Actual en RE

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Descripción

- Agricultura
- Asentamientos Humanos
- Desprovisto de Vegetación
- Pastizal Cultivado
- Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
- Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia



Escala

1:70,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM.

Pastizal Cultivado

Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia

Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia

Asentamientos Humanos

Agricultura

Desprovisto de Vegetación

N

Km 0 0.75 1.5 3 4.5 6

202000 204000 206000 208000 210000 212000 214000 216000 218000 220000 222000 224000

2326000 2324000 2322000 2320000 2318000 2316000 2314000 2312000 2310000

210000 212000 214000 216000

2320000 2318000 2316000

N

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Uso de Suelo y Vegetación Actual en AI

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

Descripción

- Desprovisto de Vegetación
- Pastizal Cultivado
- Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
- Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM.

0 0.275 0.55 1.1 1.65 2.2
Km

210000
212000
214000
216000
2320000
2318000
2316000
N
Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia
Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia
Desprovisto de Vegetación
Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
Pastizal Cultivado
Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
0 0.275 0.55 1.1 1.65 2.2
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

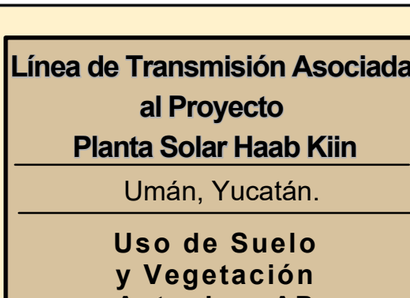
Uso de Suelo y Vegetación Actual en AP

Simbología

- Área del Proyecto (AP)

Descripción

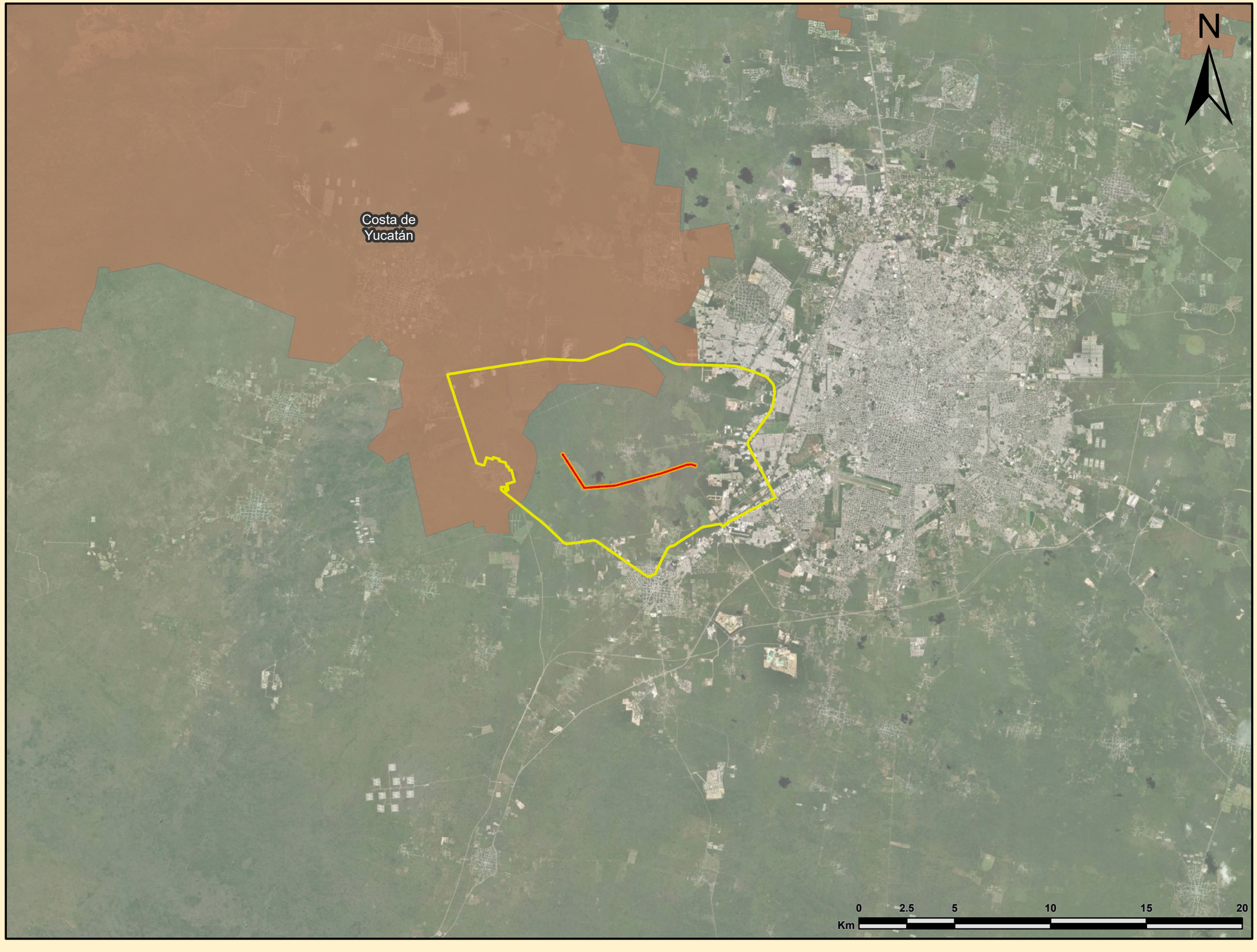
- Desprovisto de Vegetación
- Pastizal Cultivado
- Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
- Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM.



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Corredor Biológico

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Sitios de importancia ecológica (Corredor Costa de Yucatán)

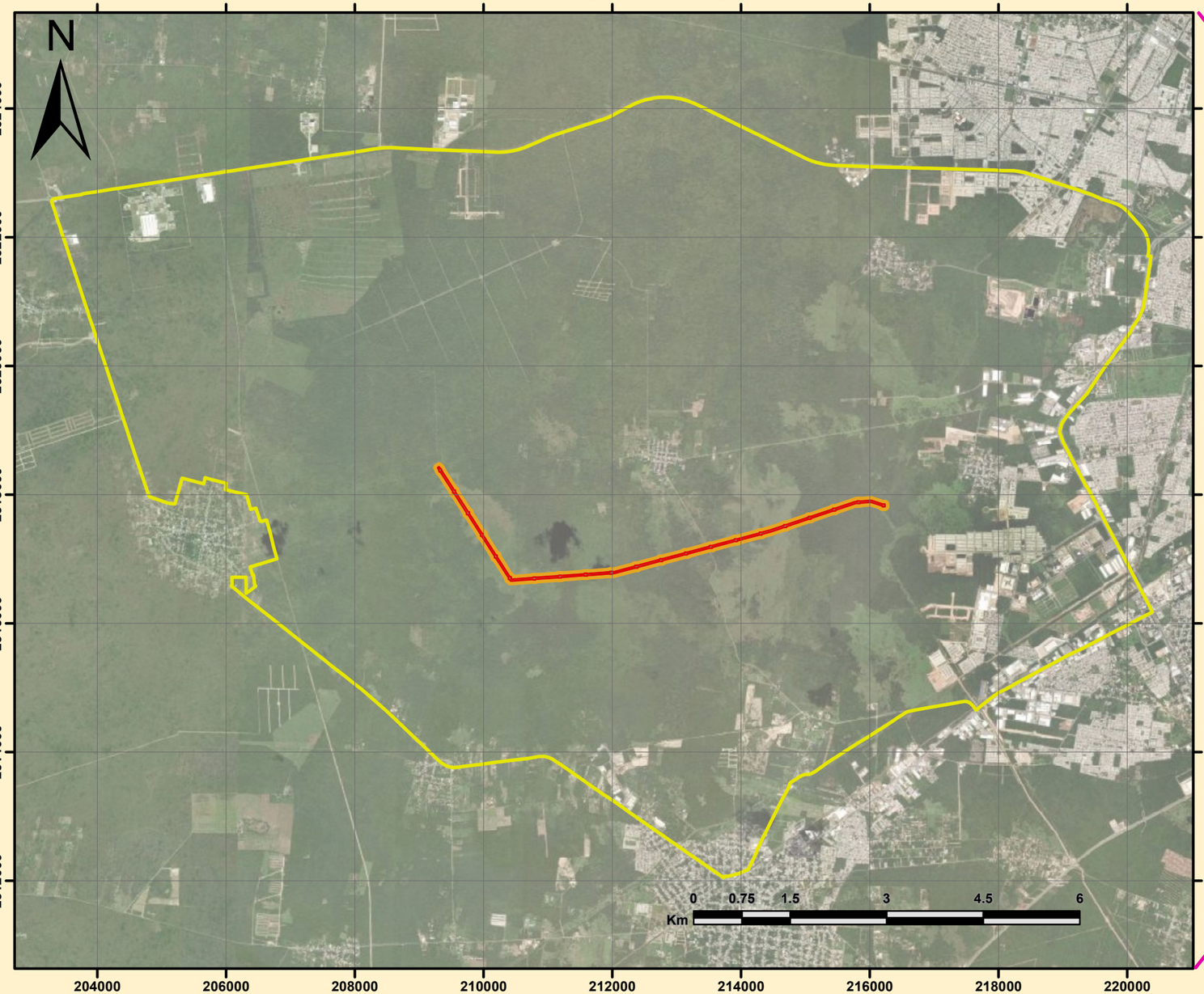
- Costa de Yucatán

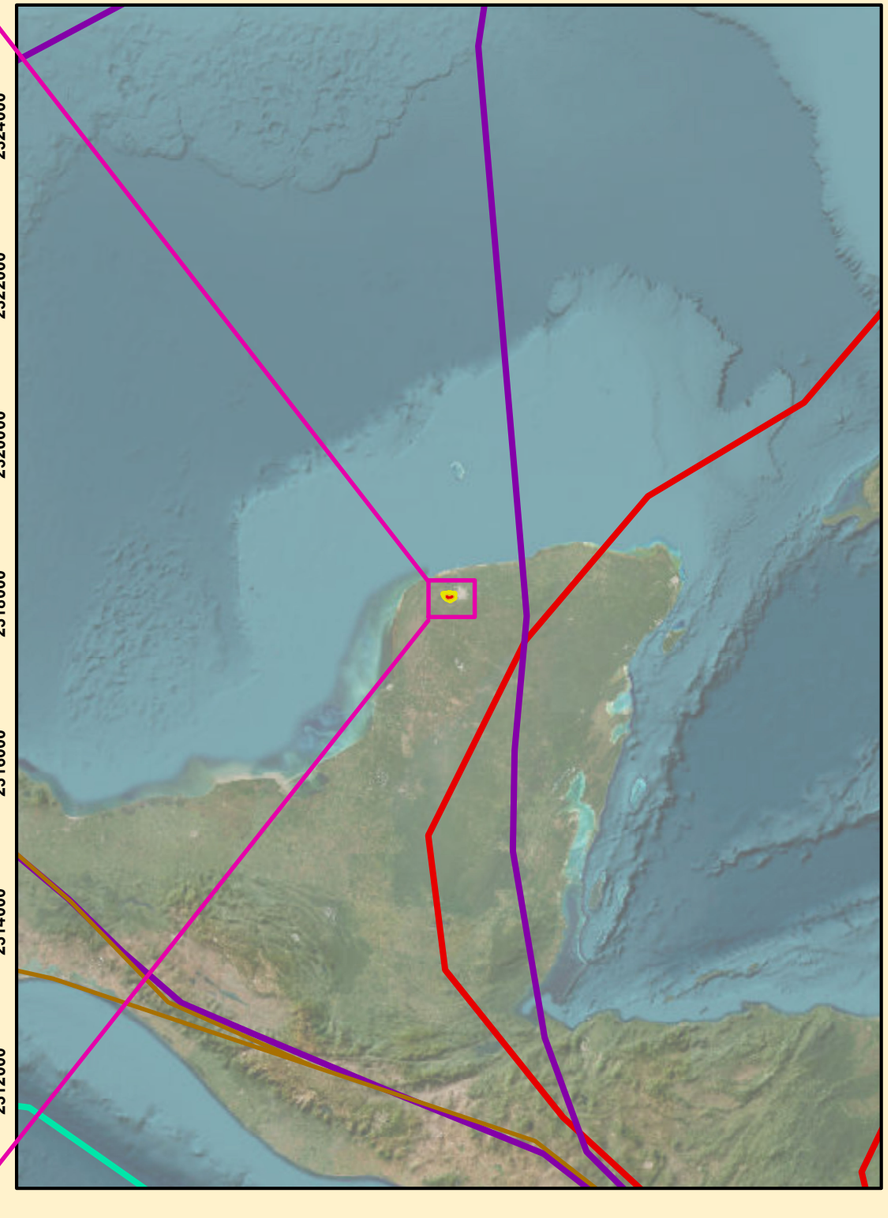


E s c a l a

1:200,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM





Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Rutas Migratorias

E s c a l a

1:75,000

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Rutas migratorias — Centro
- Rutas migratorias — Mississipi
- Rutas migratorias — Pacifico
- Rutas migratorias — Atlantico

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Muestra Fauna RE

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Unidades Muestrales



E s c a l a

1:75,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Muestra Fauna AI

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Unidades Muestrales



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Muestra Fauna AP

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Región Ecológica (RE)
- Unidades Muestrales



E s c a l a

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Puntos de Reubicación

Simbología

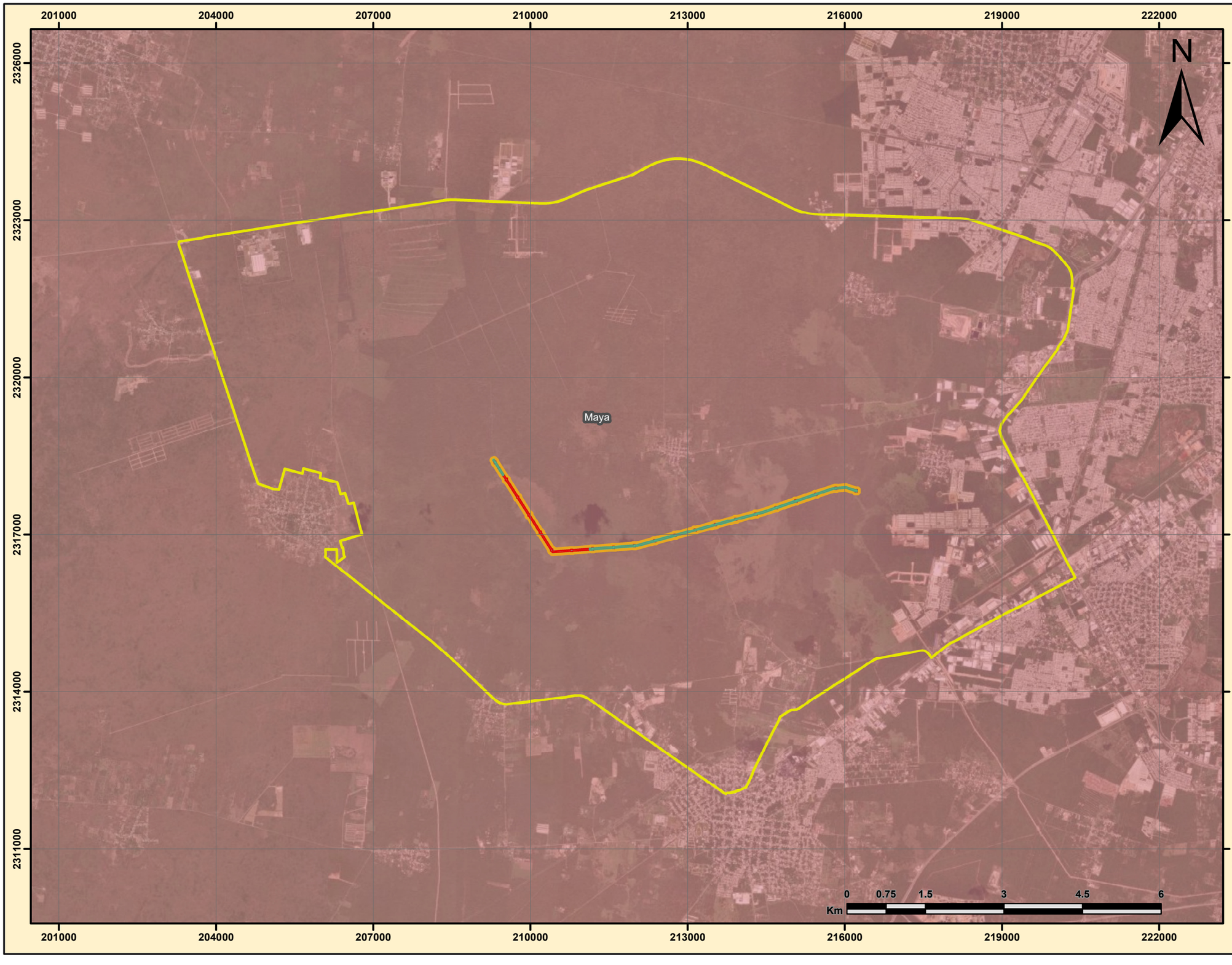
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Puntos de reubicación



E s c a l a

1:75,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM



Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Regiones Indígenas

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)
- Cambio de Uso de Suelo (CUS)

Región

- Maya



E s c a l a

1:70,000

Fuente: Geomática SEMARNAT
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Delimitación del RE

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)



Escala

1:75,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Projección: UTM

210000
212000
214000
216000
2320000
2318000
2316000
N
0
0.275
0.55
1.1
1.65
2.2
Km

Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Umán, Yucatán.

Delimitación del AI

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)



Escala

1:22,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 16N
Proyección: UTM

Anexo fotográfico

Línea de Transmisión asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Desarrollos y Soluciones Energéticas ARCE S. De R.L. de C.V.

Umán, Yucatán, México



Camino que atravieza el AP



Carretera Federal Mérida – Tetiz, delimitación norte de la RE



Carretera Hunucmá - Umán



Área urbana dentro de la RE



Gymnopodium floribundum (Canilla de venado)



Neomillspaughia emarginata (Sakitsa)



Piscidia piscipula (Barbasco)



Mimosa bahamensis (Motita morada)



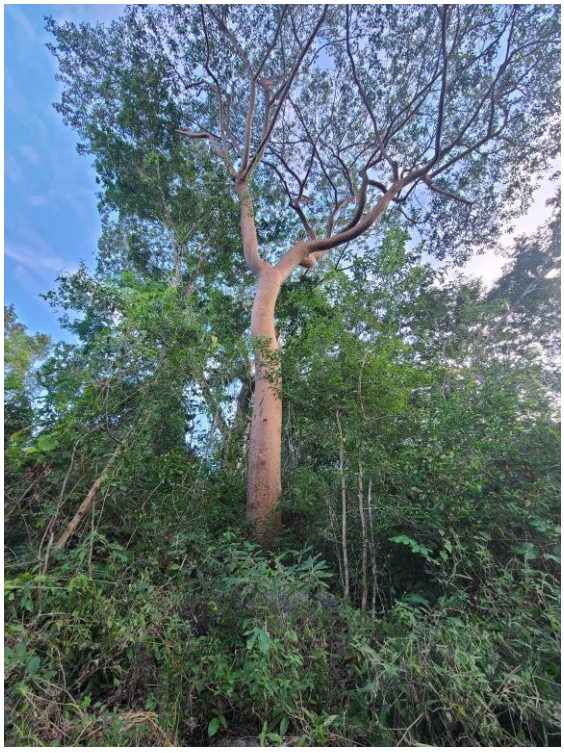
Diospyros anisandra (X-nob-ché)



Thouinia paucidentata (Cascarillo de montaña)



Senegalia gaumeri (Catzin negro)



Bursera simaruba (Palo mulato)



Cenostigma gaumeri (Kitam che')



Colibrí canelo (*Amazilia rutila*)



Colibrí vientre canelo (*Amazilia yucatanensis*)



Chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*)



Correcaminos tropical (*Geococcyx velox*)



Granatelo yucateco (*Granatellus sallaei*)



Calandria dorso naranja (*Icterus auratus*)



Colorín sietecolores (*Passerina ciris*)



Perlita yucateca (*Polioptila albiventris*)



Chipe de magnolias (*Setophaga magnolia*)



Anolis liso del sureste (*Anolis rodriguezii*)



Garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*)



Excreta de venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*)



Excreta de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*)



Pluma de guajolote ocelado (*Meleagris ocellata*)



Coa cabeza negra (*Trogon melanocephalus*)

Programa de Vigilancia Ambiental

Línea de Transmisión asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Datos Protegidos por la LFTAIPG.

Umán, Yucatán, México

Consulta Pública

Contenido

1 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) 1
1.1 Objetivos 1
1.2 Bitácoras 1
1.3 Indicadores 1
1.4 Reportes 2
1.5 Prácticas ambientales y acciones 5
1.5.1 Actividades para la prevención de incendios forestales 5
1.5.2 Buenas prácticas ambientales 6
1.5.3 Acciones 7
1.6 Alcance del PVA 9
1.7 Duración 9
1.8 Indicador de Realización 9
1.9 Resultados esperados por la aplicación de programas y medidas 9
1.10 Bibliografía 10

Consulta Pública

1 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)

Este Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) es un documento que incluye la información necesaria para garantizar el cumplimiento de las indicaciones, acciones y medidas que permiten comprobar la aplicación de los trabajos de prevención, mitigación y compensación de los impactos identificados en la MIA-R de la Línea de Transmisión asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin.

El PVA además debe permitir el seguimiento de la cuantía de ciertos impactos de difícil predicción, así como la posible articulación de medidas correctoras in situ, y en su caso de que las planificadas se demuestren insuficientes, la detección de posibles impactos no previstos y estimulación de la incidencia real de aquellas afecciones que se valoraron potencialmente en su momento.

Este programa atenderá a la vigilancia durante la fase de obras y al seguimiento durante todas las fases del proyecto y de todas las medidas propuestas.

1.1 OBJETIVOS

- Prevenir posibles alteraciones que puedan inducir daños al ambiente.
- Vigilar que las medias de mitigación y compensación propuestas en la MIA-R, sean aplicadas correctamente durante todas las etapas del proyecto.
- Vigilar el surgimiento de impactos ambientales no previstos, en su caso generar las medidas de mitigación adecuadas.
- Informar de manera periódica a la autoridad ambiental de los resultados de aplicación del PVA en las distintas etapas del proyecto.
- Comprobar que las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas en la manifestación de impacto ambiental, han sido efectivamente aplicables en las fases correspondientes.

Para el adecuado seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas se contará con las siguientes herramientas.

1.2 BITÁCORAS

En ellas se deberán aplicar el avance de todas las acciones previstas en los programas específicos y de buenas prácticas ambientales. También servirá para registrar aquellos incidentes que alteren el cumplimiento de las medidas de mitigación. Describirán los desvíos destacados, los involucrados y las medidas aplicadas para corregir aquellas actividades fuera de parámetro.

1.3 INDICADORES

Se obtendrán indicadores del cumplimiento de las medidas de mitigación los cuáles permitirán contar con la evaluación cuantitativa que sustente el cumplimiento de las acciones realizadas. Estos indicadores son propios de cada rubro o actividad y podrán cambiar en el tiempo de acuerdo con el análisis de los resultados que se obtengan de la

Consulta Pública

ejecución del PVA. Los indicadores están establecidos en los programas específicos para cada componente ambiental.

1.4 REPORTES

En función a las bitácoras, así como los indicadores y el cumplimiento de los programas específicos incluidos en este documento, se realizarán reportes anuales, los cuales contendrán resultados de aplicación del PVA, así como el análisis de los mismos.

- Los reportes incluirán:
- Bitácora de obra.
- Memorias técnicas y fotográficas de la ejecución de las obras realizadas.
- Planos de localización de las obras y actividades.
- Monitoreo y evaluación de las acciones realizadas.

Con la información contenida en este reporte anual, se podrá documentar el cumplimento de cada una de las acciones realizadas, así mismo se evaluará la efectividad de la aplicación de las medidas de mitigación y servirá también para la adopción de acciones correctivas en caso de desviaciones.

Para el seguimiento y cumplimiento de la aplicación de las medidas y programas asociados al PVA se supervisará en campo en forma autónoma e independiente, la correcta implementación de las medidas de prevención, mitigación, y control propuestas. En este sentido el responsable de coordinar la supervisión del cumplimiento del PVA; es la empresa Datos Protegidos por la LFTAIPG., a través de un supervisor ambiental.

En la siguiente tabla se muestran los principales impactos y medidas a aplicar.

Tabla 1: Impactos y medidas establecidas en la MIA-R

#	Impacto Ambiental Identificado	Medidas de Mitigación/Compensación y Manejo Ambiental
1	Pérdida de cubierta vegetal por CUSTF	Programa de Rescate y Reubicación de Flora; delimitación estricta del área de intervención (LT)./ Programa de Reforestación
2	Posible afectación a la avifauna (colisión/electrocución)	Instalación de salva pájaros y aislamientos en la infraestructura de la LT.
3	Compactación del suelo	Descompactación del terreno en áreas de trabajo temporal al finalizar la obra; tránsito exclusivo por caminos autorizados.

Consulta Publica

#	Impacto Ambiental Identificado	Medidas de Mitigación/Compensación y Manejo Ambiental
4	Posible afectación a especies de fauna silvestre	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna silvestre previo a las actividades.
5	Pérdida de zonas de refugio por CUSTF	Limitación de la remoción de vegetación a los puntos específicos de despalme de torres y brecha de la LT.
6	Generación de residuos sólidos municipales	Programa de Manejo Integral de Residuos; colocación de contenedores tipificados y disposición con autorizados.
7	Generación de aguas residuales sanitarias	Instalación de sanitarios portátiles con mantenimiento periódico a cargo de empresa autorizada.
8	Atracción de fauna nociva u oportunista	Manejo técnico y recolección diaria de residuos sólidos municipales; prohibición de almacenar restos de alimentos a la intemperie.
9	Disminución de la calidad escénica del paisaje	Reforestación, Revegetación pasiva, Rescate y reubicación de flora.
10	Dispersión de polvos fugitivos por maquinaria y tránsito	Riego periódico con agua tratada en caminos no pavimentados y cobertura de materiales transportados.
11	Generación de residuos de manejo especial (RME)	Acopio temporal clasificado y entrega a empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente.

Consulta Pública

#	Impacto Ambiental Identificado	Medidas de Mitigación/Compensación y Manejo Ambiental
12	Incremento en emisiones por combustión vehicular	Mantenimiento preventivo y verificación técnica del estado operacional de maquinaria y vehículos.
13	Aumento en las emisiones de ruido por maquinaria	Restricción de trabajos en horario nocturno y uso de silenciadores en la maquinaria de construcción.
14	Pérdida de suelo por erosión hídrica	Programa de Reforestación/Programa de Conservación de Suelo y Agua
15	Modificación en la capacidad de infiltración y escurrimiento	Programa de Reforestación/ Programa de Conservación de Suelo y Agua
16	Riesgo de contaminación por derrame accidental de aceites	Uso de charolas antiderrames en mantenimiento y kits de atención rápida ante contingencias de hidrocarburos.
17	Generación de residuos peligrosos (RP)	Almacén temporal conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 y entrega a transportista autorizado.
18	Riesgo de incidentes por contacto de fauna con personal	Pláticas de capacitación al personal sobre manejo seguro, no agresión a la fauna silvestre y reporte de hallazgos.
19	Generación de empleos e incremento en la derrama económica	Contratación prioritaria de mano de obra local y adquisición de servicios en el municipio.

Consulta Pública

1.5 PRÁCTICAS AMBIENTALES Y ACCIONES

Como parte de las acciones de este programa se instalarán disuasores en la Línea de Transmisión asociada al proyecto Planta Solar Haab Kiin, con la finalidad de prevenir y minimizar los impactos producidos durante las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto.

Instalación de salva pájaros y aislamientos en la infraestructura de la LT. Se instalarán salva pájaros y aislamientos en la infraestructura de la LT para disminuir los posibles impactos a la avifauna por colisión o electrocuciones.

1.5.1 ACTIVIDADES PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

El responsable de la aplicación de todas las actividades y medidas para la prevención de incendios forestales es Datos Protegidos por la LFTAIPG.

El responsable de la correcta supervisión y aplicación de estas medidas, así como de integrarlo en el presente programa será el Supervisor Ambiental del proyecto. Se apoyará de la participación de especialistas y mediante la opinión y capacitación técnica por parte de las instituciones gubernamentales correspondientes (por ejemplo, CONAFOR, SAGARPA, Protección Civil, entre otros).

Objetivos:

El objetivo principal es la prevención de incendios forestales mediante acciones de vigilancia y capacitación del personal, y mediante medidas mecánicas detener cualquier siniestro que se presente en zonas aledañas al proyecto.

Medidas preventivas:

- Vigilar que no haya acumulación de materiales que pudieran servir como combustible para la generación de incendios.
- Abrir brechas cortafuego para controlar incendios forestales que ocurran cercanas al área del proyecto y por causas ajenas al mismo.
- Vigilar la correcta separación de basura, prevenir y detectar cualquier situación que pudiera ocasionar un incendio forestal.
- Informar y capacitar al personal que labore durante todas las etapas de la Línea de Transmisión asociada al proyecto Planta Solar Haab Kiin sobre las acciones de prevención y detección de incendios, así como de las acciones en caso de emergencia.
- Capacitar al personal para evitar incendios forestales, así como colocar letreros alusivos dentro y fuera del área del proyecto en zonas transcurridas por el personal que labore para la preparación, construcción, operación y mantenimiento de la Línea de Transmisión asociada al proyecto Planta Solar Haab Kiin, para evitar:
    - Cigarros, cerillos o brasas encendidas
    - Dejar fragmentos de vidrio, cristales, espejos o botellas que, por la acción de los rayos solares, pudieran convertirse en una fuente de calor y provocar un incendio.

Consulta Pública

- Intervención por cuenta propia del personal no capacitado para combatir un incendio forestal. Por lo que se deberá alertar a las autoridades municipales o locales sobre la presencia de fuego, por pequeño que éste parezca.

1.5.2 BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

1 Observar un estricto cumplimiento de las indicaciones de los encargados y de las instituciones de trabajo de la empresa

La omisión de las directrices de la empresa expresadas a través de sus normas y reglamentos o de sus representantes puede compartir situaciones de ambigüedad y negligencias graves.

RECOMENDACIONES: potenciar entre los trabajadores una actitud que contribuya a la implementación y mejora de los sistemas de gestión. Para ello será necesario establecer vías de comunicación ágiles y funcionales.

2 Ejercer de la corresponsabilidad de los diferentes agentes de la obra en lo que se refiere al medio ambiente.

La falta de responsabilidad de algún trabajador influirá negativamente en el resto de trabajadores, así como en el comportamiento medioambiental de la obra en general.

RECOMENDACIONES: se debe asegurar la formación y sensibilización de los trabajadores en materia medioambiental.

3 Minimización en la generación de residuos

El incumplimiento de las normas técnicas básicas en la gestión de la obra favorece la generación innecesaria de residuos.

RECOMENDACIONES: fomentar la formación en todos los niveles, para evitar al máximo el uso indebido de materiales y equipos. También ayudará a una correcta gestión de los almacenes y acopios.

4 Planificar previamente la contratación de la empresa encargada para la recolección de residuos

No se comenzará la preparación del sitio sin disponer de contenedores adecuados y del consiguiente contrato con el gestor autorizado, para el adecuado acopio de los residuos.

RECOMENDACIONES: nombrar a un encargado autorizado en el plan de obras, para que desde el principio se separen correctamente los residuos generados.

5 Conducción adecuada de vehículos y maquinaria

Excesos de velocidad, aceleraciones y frenados bruscos provocan aumentos en el consumo de combustible, aumento del ruido, además de situaciones peligrosas para los trabajadores.

RECOMENDACIONES: una conducción prudente y respetuosa con los límites de velocidad. Es recomendable poner en los carteles de obra la velocidad máxima permitida.

6 Planificar las zonas de acceso de los vehículos y maquinaria en la obra

Consulta Pública

Una falta de previsión puede conllevar la destrucción innecesaria de zonas con vegetación, trayendo consigo la compactación del suelo, generación de residuos, etc.

RECOMENDACIONES: definir los accesos a la obra y a las zonas a las cuales tienen acceso los vehículos y maquinas mediante señalamientos.

7 Garantizar el correcto mantenimiento de vehículos y maquinaria

Una máquina descuidada puede conllevar consumos de carburante excesivos, aumento de las emisiones contaminantes a la atmósfera y de las emisiones de ruido. También puede dar lugar a la aparición de fugas de aceite u otros productos peligrosos.

RECOMENDACIONES: revisión y mantenimiento periódico de vehículos y maquinaria. Es importante cumplir con las inspecciones técnicas.

8 Realizar un correcto mantenimiento del almacén

La presencia de una zona de almacén es importantísima para evitar el deterioro de determinados materiales antes de su utilización. Si el almacén se encuentra desorganizado es una fuente potencial de acumulación de excedentes, productos caducados, derrames, etc.

RECOMENDACIONES: definir un responsable de estas zonas, así como un programa de inspecciones periódicas para garantizar un almacén ordenado y al día.

9 Mantenimiento y revisión de herramientas e instalaciones

El desgaste de herramientas e instalaciones puede conllevar fugas, emisiones, pérdidas de energía con posibles disminuciones en los rendimientos y la aparición de focos contaminantes.

RECOMENDACIONES: planificar un mantenimiento e inspecciones periódicas para prevenir la aparición de problemas.

10 Riegos periódicos en las áreas de acceso para reducir la dispersión de polvo y partículas generadas por el tránsito de vehículos y operaciones de maquinaria

La generación de polvo debido al tránsito de vehículos y maquinaria de gran volumen, provocan molestias y afectaciones a trabajadores.

RECOMENDACIONES: se realizará el riego constante de las áreas de acceso periódicamente, para evitar la dispersión de polvos fugitivos por el movimiento de vehículos y maquinaria.

1.5.3 ACCIONES

1 Elaboración de un Reglamento interno de protección ambiental

Acción: previo al inicio de la etapa de preparación del sitio y construcción se elaborará un “Reglamento Interno de Protección Ambiental” que permita regular el manejo de la basura, residuos de obra y conservación de la flora, fauna silvestre, suelo, agua, y aire. En dicho reglamento se incluirá una sección de sanciones a las cuales se sujetará el personal de la contratista que observe y cumpla con lo dispuesto en el mismo. El reglamento interno tendrá

Consulta Pública

como objeto principal el cuidado del ambiente, así como la implementación de acciones para el cuidado del mismo y sanciones en caso de no cumplir con lo estipulado en dicho reglamento.

2 Implementación de pláticas y cursos de capacitación sobre la aplicación del Reglamento Interno de Protección Ambiental

Acción: Se programarán pláticas y cursos de capacitación dirigidos a todo el personal, con un enfoque preventivo. Se dará conocimiento extensivo del reglamento interno y las fechas de capacitación a todo el personal que labore en el proyecto, por lo cual se espera un efecto positivo en el cuidado del ambiente.

3 Supervisor Ambiental

Acción: antes del inicio del proyecto se designará un supervisor ambiental el cual dará seguimiento y documentará la correcta ejecución de acciones y medidas previstas que se especifiquen en el "Reglamento Interno de Protección Ambiental"

4 Recolección diaria de residuos (sólidos y líquidos generadores en los diferentes frentes de trabajo)

Acción: previo al inicio del proyecto, designará al personal encargado de realizar la colecta diaria de basura y residuos generados en los diferentes frentes de trabajo, así como su disposición temporal en sitios previamente acondicionados.

5 Colocación de un sistema de señalización informativa, preventiva y restrictiva

Acción: previo al inicio del proyecto, se deberá de llevar a cabo un sistema de señalización informativa, preventiva y restrictiva, que contemple hacer de su conocimiento a los pobladores locales sobre el proyecto a implementar. En dicho sistema se deberá de orientar y canalizar la circulación de vehículos.

6 Programas de traslado de maquinaria, equipo, vehículos y materiales e insumos al sitio del proyecto.

Acción: El traslado de materiales e insumos (concretos, asfalto, etc.), maquinaria, equipos y vehículos, al sitio del proyecto, se deberá de realizar de manera programada en un horario óptimo, considerando las horas de menor tránsito de vehículos evitando con ello congestionamientos viales. También, se deberán de establecer rutas de movimiento para evitar posibles congestionamientos viales en las inmediaciones del sitio del proyecto.

7 Banco de material pétreo

Acción: La promovente realizará previamente la selección de o los bancos de materiales autorizados, para ello se pondrá en contacto con los proveedores para conocer su estado y su correcta operación. O en su defecto tramitará la concesión de alguno de estos con la autoridad estatal.

El proyecto no contempla la apertura de bancos de material, por lo que todos aquellos pétreos a ser requeridos para la etapa de construcción, deberán de ser adquiridos en bancos de materiales debidamente autorizados, los cuales serán responsables de su

Consulta Pública

transportación al sitio del proyecto acatando todas las recomendaciones establecidas por el promovente.

1.6 ALCANCE DEL PVA

Todo el personal que labore en el proyecto Línea de Transmisión asociada al proyecto Planta Solar Haab Kiin, en todas sus etapas.

1.7 DURACIÓN

El tiempo que duren las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.

1.8 INDICADOR DE REALIZACIÓN

Presentación de bitácoras donde se anexen los documentos y oficios de asignación de responsabilidades.

1.9 RESULTADOS ESPERADOS POR LA APLICACIÓN DE PROGRAMAS Y MEDIDAS

Los reportes de los resultados de la aplicación de este programa se entregarán anualmente o en su caso cuando la autoridad lo establezca.

Con la aplicación de este Programa de Vigilancia Ambiental; los programas específicos, medidas de mitigación, compensación y control que lo componen, se pretenden prevenir, controlar, minimizar y/o compensar el efecto de los impactos ambientales identificados para cada una de las etapas. Con ello, se cumplirá con lo establecido en el Capítulo 4 de la Línea de Transmisión asociada al proyecto Planta Solar Haab Kiin.

Consulta Pública

1.10 BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional Forestal. Incendios Forestales. Guía práctica para comunicadores. Tercera edición, 2010.

Comisión Nacional Forestal. ESPECIFICACIONES técnicas para la operación del concepto C3 Prevención y Combate de Incendios Forestales del Programa Pro-Arbol. DOF jueves 3 de abril de 2008.

Consulta Pública

Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria

Línea de Transmisión asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Datos Protegidos por la LFTAIPG.

Umán, Yucatán, México

Consulta Pública

Contenido

1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHÍCULOS Y MAQUINARIA 1

1.1 OBJETIVOS PARTICULARES 3
1.2 METAS PARTICULARES 4
1.3 RESPONSABLES DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA 4
1.4 MÉTODO 4
1.5 MEDIDAS ESPECÍFICAS QUE SE EMPLEARÁN 4
1.6 INDICADORES DE CUMPLIMIENTO 5
1.7 INDICADORES DE EFICACIA 5
1.8 ANÁLISIS DE DATOS 5
1.9 CALENDARIO DE COMPROBACIÓN 6
1.10 PUNTO DE COMPROBACIÓN 7
1.11 MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN 7
1.12 BIBLIOGRAFÍA 7

Consulta Pública

1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHÍCULOS Y MAQUINARIA

Este programa está enfocado en la prevención y minimización de los impactos producidos durante la etapa de preparación y construcción de la Línea de Transmisión asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin.

Los impactos identificados para el componente ambiental Aire y Suelo se muestran a continuación:

Etapa de preparación y construcción	
Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	
Impacto que atenuará:	
• Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y uso de maquinaria. • Aumento en las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria • Riesgo de contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles	
Descripción de la medida	Se realizará el mantenimiento constante de la maquinaria, mediante la aplicación de los programas de mantenimiento con los que cuente cada empresa contratista
	Con esta medida se busca evitar las emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria por encima de lo que marca la NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2017, NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-050-SEMARNAT-2018, NOM-076-SEMARNAT-2012 y NOM-080-SEMARNAT-1994.
	Cada maquinaria será enviada a revisión obligatoria al cumplir seis meses de uso o al llegar a los 5,000 km, o bien si se presenta un desperfecto, también se dará mantenimiento preventivo de estos equipos consistente en cambio de aceite y filtros de aceite y diésel o gasolina, así como la afinación de los equipos cada 150 horas de trabajo.
	Se verificará que la maquinaria y equipo que se utilice cuente con los silenciadores necesarios para evitar ruido excesivo.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre la cantidad de mantenimientos realizados contra los planeados.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida, mediante la comparación entre los tipos de mantenimiento realizados, esto es el total de mantenimientos preventivos y correctivos, contra los mantenimientos esperados.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación
Umbral inadmisible	Será inadmisible haber iniciado esta etapa sin antes haber verificado la condición de todos los vehículos y maquinaria implicados.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará con cada fecha de ingreso de maquinaria y vehículos al taller.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de mantenimiento que se realicen
Medidas de urgente aplicación	De presentarse algún mal funcionamiento o desperfecto en la maquinaria, la cual genere un incremento en la cantidad de emisiones a la atmósfera, un incremento en el ruido que genere o incluso el derrame de algún hidrocarburo o líquido de motor, deberá ser remitido inmediatamente a los talleres para realizar un mantenimiento correctivo.
Clasificación	Medida de prevención y mitigación a través de las buenas prácticas ambientales

Consulta Pública

Etapa de preparación y construcción	
Etapa de aplicación	Preparación y construcción
Ubicación	Esta medida se llevará a cabo fuera del área del proyecto, ya que la maquinaria que requiera mantenimiento preventivo se retirará para ser llevadas a talleres autorizados.

Etapa de preparación y construcción	
Riego de las rutas de acceso y frentes de trabajo	
Impacto que atenuará:	
• Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria	
Descripción de la medida	Se realizará el riego de las rutas de acceso y los frentes de trabajo todos los días de manera constante, mediante la utilización de pipas de agua preferentemente tratada, para evitar la dispersión de polvos que se levanten con el circular de los vehículos y la maquinaria sobre el área del proyecto.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre la cantidad de riegos realizados contra los planeados, en un acumulado mensual.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida, mediante la comparación entre la cantidad de riegos realizados por temporada, esto es; será necesaria una mayor cantidad de riegos durante la época seca que en contraste la época de lluvias, se deberá de realizar un acumulado de los riegos realizados mes con mes.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	El momento inadmisible para la aplicación de esta medida será una vez iniciado el arribo de vehículos y maquinaria.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará semanalmente.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de circulación de las pipas, pudiendo también comprobarse con las órdenes de compra de los servicios.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse una dispersión importante de polvos debido a sequedades del terreno, se deberán realizar riegos de urgencia, aunque no hayan sido planteados durante la planificación mensual, estos riegos deberán mencionarse dentro de las bitácoras de las pipas.
Clasificación	Medida de prevención
Etapa de aplicación	Preparación y construcción
Ubicación	Esta medida se llevará a cabo en las áreas de acceso y la superficie correspondiente a las bases de las torres.

Las Normas Oficiales Mexicanas ambientales aplicables para este programa son las siguientes:

NOM-041-SEMARNAT-2015. 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 (DOF 10 de junio de 2015).

Consulta Pública

NOM-042-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos, cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos (DOF 7 de septiembre de 2005).

NOM-044-SEMARNAT-2017,NOM-044-SEMARNAT-2017, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.

NOM-045-SEMARNAT-2017. Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición (DOF 8 de marzo de 2018).

NOM-050-SEMARNAT-2018. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible (DOF 23 de abril de 2003).

NOM-076-SEMARNAT-2012. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, nuevos en planta (DOF 27 de noviembre de 2012).

NOM-080-SEMARNAT-1994. 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 (DOF 13 de enero de 1995).

1.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- Lograr que la maquinaria se conserve en condiciones óptimas de funcionamiento, previniendo las posibles averías y fallos. Para alcanzar que el trabajo se realice con los mayores niveles de calidad y seguridad.
- Cumplir con las acciones determinadas como medidas de prevención y mitigación de impactos para el factor Aire y Suelo.

Consulta Pública

1.2 METAS PARTICULARES

- Dar cumplimiento a lo establecido en las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales de la MIA-R, en particular las acciones elaboradas para los factores aire y suelo.

1.3 RESPONSABLES DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

El responsable de la aplicación de este programa serán las empresas que sean contratadas para llevar a cabo la preparación del terreno y construcción del Proyecto.

1.4 MÉTODO

En este Programa se establecerán los tiempos en los cuales se retirarán las máquinas para ser llevadas a talleres autorizados (fuera del área del proyecto), para su reparación, con lo cual se evitará que el equipo emita contaminantes a la atmósfera fuera de los niveles permitidos. Posteriormente, a los mantenimientos y en caso de que durante una inspección visual se detecten emisiones no controladas, los vehículos tendrán que ser remitidos nuevamente al taller para repetir el procedimiento de reparación.

Las empresas contratistas trabajando para Datos Protegidos por la LFTAIPG, se ajustarán a los mantenimientos periódicos empleando el programa interno de mantenimiento preventivo o elaborando el propio, aunque tendrán que generar los reportes e indicadores necesarios para los informes de desempeño ante la autoridad correspondiente.

Cabe mencionar que el mantenimiento constante también servirá para mitigar la cantidad de ruido generada, al mejorar el desempeño de los equipos y acercarlos a su diseño original.

1.5 MEDIDAS ESPECÍFICAS QUE SE EMPLEARÁN

Acciones a realizar:

- Mantenimiento de vehículos y maquinaria: El cual mitiga los efectos negativos que se pueden causar a la calidad del aire por dispersión de ruido y contaminantes, así como la afectación que pueda ocurrir al suelo por derrame de aceites u otros químicos automotrices o hidrocarburos por algún desperfecto en la maquinaria.
- Establecimiento de límites de velocidad: Con el cual se contribuye a evitar el desgaste prematuro de los vehículos además de así ayudar a la seguridad de los trabajadores.
- Señalización de las áreas de acceso: El cual ahorrará tiempo y combustible, lo que conllevará a un desgaste lento de la maquinaria y transporte que labore en la obra.
- Riego de las áreas de acceso y la superficie correspondiente a las bases de las torres: Todos los días de manera constante, mediante la utilización de pipas de agua preferentemente tratada, para evitar la dispersión de polvos que se levanten con el circular de los vehículos y la maquinaria sobre el área del proyecto.

Consulta Pública

1.6 INDICADORES DE CUMPLIMIENTO

- Número de vehículos que reciben mantenimiento.
- Tipo de mantenimiento realizado.
- Bitácoras de circulación de las pipas con agua, pudiendo también comprobarse con las órdenes de compra de los servicios

A su vez, se obtendrán otros indicadores encaminados a otros aspectos, como son: residuos peligrosos generados y retirados (grasas, aceites, combustibles, material impregnado), etc.

1.7 INDICADORES DE EFICACIA

Los indicadores de cumplimiento serán las bitácoras de los mantenimientos realizados y los reportes de incidentes que ocurran con la maquinaria que se utilice en estas tareas.

1.8 ANÁLISIS DE DATOS

Se analizarán los resultados obtenidos de los reportes de incidentes y las bitácoras de mantenimiento para verificar el cumplimiento de los objetivos y las metas del presente programa.

Consulta Pública

1.9 CALENDARIO DE COMPROBACIÓN

Esta medida se comprobará cada vez que la maquinaria sea enviada a mantenimiento preventivo o correctivo en su defecto.

Etapa de preparación y construcción																								
Actividad	**Meses**																							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Establecer y señalizar las áreas de acceso	X	X	X																					
Aplicación de riegos de las rutas de acceso y los frentes de trabajo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Consulta Pública

1.10 PUNTO DE COMPROBACIÓN

Esta medida se corrobora con las bitácoras que revelan un funcionamiento óptimo de la maquinaria, y con la evidencia fotográfica capturada en el área de proyecto y que dará evidencia de que no se están presentando derrames de químicos o hidrocarburos al suelo por algún mal funcionamiento en la maquinaria.

1.11 MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

De observarse en campo un desperfecto en la maquinaria que implique un incremento en el ruido o un aumento en la cantidad de emisiones a la atmósfera, se enviará inmediatamente esa maquinaria a los talleres autorizados y mencionar en la bitácora de salida la causa de la misma.

De presentarse algún derrame de químicos o hidrocarburos al suelo, este será retirado y acopiado en el almacén temporal de residuos peligrosos, donde se envasará en un contenedor adecuado con tapa y etiquetado con el CRETIB que le corresponda (de haber sido contaminado con algún hidrocarburo y por tanto considerarse como residuo peligroso), posteriormente será retirado del área de proyecto por la empresa autorizada que se contrate para el transporte, manejo y disposición final de este tipo de residuos, misma que entregará un manifiesto del manejo al dejar el área de almacén.

1.12 BIBLIOGRAFÍA

SEMARNAT (2015). NOM-041-SEMARNAT-2015. México. Recuperado de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/7251/1/nom-041-semarnat-2015.pdf

SEMARNAT (2003). NOM-042-SEMARNAT-2003. México. Recuperado de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1208/1/nom-042-semarnat-2003.pdf

SEMARNAT (2017). NOM-044-SEMARNAT-2017. México. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5513626&fecha=19/02/2018

SEMARNAT (2017). NOM-045-SEMARNAT-2017. México. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7015/semarnat4a11_C/semarnat4a11_C.html

SEMARNAT (2018). NOM-050-SEMARNAT-2018. México. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5540855&fecha=12/10/2018#gsc.tab=0

SEMARNAT (2012). NOM-076-SEMARNAT-2012. México. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5279237&fecha=27/11/2012

SEMARNAT (1994). NOM-080-SEMARNAT-1994. México. Recuperado de https://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4866669&fecha=13/01/1995#gsc.tab=0

Consulta Pública

SEMARNAT (2013). NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. México. Recuperado de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/6646/1/nom-138-semarnat.ssa1-2012.pdf

Consulta Pública

Programa de Conservación de Suelo y Agua

Línea de Transmisión asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Datos Protegidos por la LFTAIPG.

Umán, Yucatán, México

Consulta Pública

Contenido

1 PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA 1

1.1 Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales. 1

1.2 Objetivos 3

1.3 Metas particulares 3

1.4 Responsables 3

1.5 Descripción de las técnicas y metodología a utilizar 3

1.5.1 Prácticas necesarias para la preservación del suelo y agua 4

1.5.2 Prácticas relacionadas con la fertilidad y las funciones biológicas del suelo 5

1.6 Indicadores de realización 5

1.7 Indicadores de eficacia 5

1.7.1 Retención de suelo 5

1.7.2 Reducción del escurrimiento y favorecimiento de la infiltración 6

1.8 Punto de comprobación 7

1.9 Medidas de urgente aplicación 7

1.10 Documentales y anexos que se utilizarán para evidenciar las acciones ejecutadas por la promovente en las distintas etapas del proceso 7

1.11 Calendario de comprobación 9

1.12 Bibliografía 10

Consulta Pública

1 PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA

Con el objetivo de mitigar y compensar los impactos causados por las actividades a realizar en las etapas de preparación y construcción de la Línea de Transmisión asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin, se ejecutarán actividades de conservación de suelo y agua. Las que se describen a continuación:

1.1 MEDIDAS ESPECÍFICAS QUE SE EMPLEARÁN PARA PREVENIR, MITIGAR O COMPENSAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Etapa de Preparación, construcción, operación y mantenimiento	
Obras de captación y conducción	
Impacto que atenuará:	
• Aumento en la erosión • Modificación en la capacidad de infiltración y escurrimiento	
Descripción de la medida	Se construirán cunetas (canaletas) sin revestir a ambos lados del camino, las cuales captarán el agua pluvial que escurre por el terreno, encausándola y drenándola al suelo.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en superficie de obra construida, y la superficie planteada según el calendario de actividades.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante la cantidad de mantenimientos que se realicen sobre estas obras.
Umbral de alerta	Al observar afectaciones a las obras realizadas, se deberán de realizar los mantenimientos y reparaciones necesarias.
Umbral inadmisible	Será inadmisible concluir con la etapa de construcción sin haber concluido con la edificación de estas obras.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará durante las labores de mantenimiento.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra.
Medidas de urgente aplicación	De observarse un gran deterioro de las obras, se deberán reemplazar las secciones dañadas por nuevas.
Clasificación	Medida de mitigación y compensación
Etapa de aplicación	Preparación, construcción, operación y mantenimiento
Ubicación	Estas medidas se realizarán a lo largo de ambos lados del camino.

Consulta Pública

Etapa de operación y mantenimiento	
Revegetación pasiva (cubierta vegetal)	
Impacto que atenuará:	
• Pérdida de cubierta vegetal por motivo del Cambio de Uso de Suelo • Compactación del suelo • Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo del Cambio de Uso de Suelo (CUSTF). • Disminución de la calidad escénica del paisaje • Pérdida de suelo por erosión hídrica • Modificación en la capacidad de infiltración y escurrimiento	
Descripción de la medida	Se permitirá la revegetación pasiva (cubierta vegetal) en la etapa de operación, mediante las especies que crecen naturalmente en el área del proyecto.
	La época de lluvias beneficiará el crecimiento de las especies del estrato herbáceo, por lo que no se realizará ninguna actividad para eliminar dichas especies; así mismo, se llevarán a cabo (en caso que se requiera) podas de mantenimiento, para evitar el desarrollo de especies leñosas y mantener la cubierta vegetal en una altura que no interfiera con el buen funcionamiento de las instalaciones. Se deberán realizar podas de mantenimiento por lo menos dos veces al año o cada vez que sea necesario (extraordinarias). Así mismo, y en caso de requerirse, se realizará la reutilización del suelo fértil y el material vegetal, producto de la limpieza, despalme y nivelación del terreno, para favorecer el crecimiento de la cubierta vegetal.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en la superficie con cobertura vegetal, y la superficie esperada según el calendario de actividades.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida mediante el balance entre el suelo que se espera retener, y el suelo retenido después del crecimiento del estrato herbáceo.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con la etapa de operación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible no permitir el desarrollo de cualquier especie del estrato herbáceo durante la etapa de operación.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará mediante memoria fotográfica del desarrollo de la cubierta vegetal y las actividades realizadas durante las labores de mantenimiento de la cobertura vegetal.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra.
Medidas de urgente aplicación	De observarse el crecimiento de especies leñosas o una altura de la cubierta vegetal que pudiera afectar el buen funcionamiento de las instalaciones, deberán llevarse a cabo podas extraordinarias. Todas estas actividades (retiro de especies leñosas, podas de mantenimiento y extraordinarias), deberán integrarse en las bitácoras de obra y en los reportes de seguimiento del PVA.
Clasificación	Medida de mitigación y compensación
Etapa de aplicación	Operación
Ubicación	El desarrollo de la cubierta vegetal se permitirá en la superficie correspondiente al área de maniobras de las torres.

Consulta Pública

El diseño de acciones de conservación de suelo y agua ayudarán a mitigar y compensar los impactos derivados de la preparación del terreno.

1.2 OBJETIVOS

- Favorecer la infiltración del agua al suelo.
- Reducir el arrastre de suelo por escurrimiento.

1.3 METAS PARTICULARES

- Construir un total de 16,101.05 metros lineales de cunetas (canaletas) sin revestir, ubicadas a ambos lados del camino de la brecha de mantenimiento, mismas que captarán el agua pluvial, favorecerán la infiltrarán de la misma mediante un fondo permeable, conduciendo y drenando el excedente a los puntos bajos del terreno. La funcionalidad de esta medida es:
    - Captar el agua pluvial, encauzarla y drenarla.
    - Evitar encharcamientos.
    - Mantener el camino e instalaciones en buen estado.
    - Permitir ahorros en los costos de mantenimiento.
    - Evitar pérdida de suelo por arrastre.

- Permitir la revegetación pasiva, durante la etapa de operación, compuesta por las especies herbáceas que crecen naturalmente en el área del Proyecto, principalmente gramíneas. Esta cubierta se desarrollará en una superficie de 3.15ha. La funcionalidad de esta medida es:
    - Brindar protección al suelo ante los procesos erosivos y favorecer la retención del mismo.
    - Retener, aproximadamente, 91.21 toneladas de suelo al año.
    - Reducir el escurrimiento de 3,236.18m^3 de agua al año y favorecer la infiltración del mismo volumen al suelo.

1.4 RESPONSABLES

El responsable de la aplicación de este programa serán las empresas que sean contratadas para llevar a cabo la preparación del terreno y construcción del Proyecto, para lo cual será la empresa Datos Protegidos por la LFTAIPG, el responsable de vigilar que se aplique correctamente este programa. Datos Protegidos por la LFTAIPG

1.5 DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS Y METODOLOGÍA A UTILIZAR

Existen muchas técnicas o prácticas de conservación de suelo y agua, las cuales se aplican principalmente para mitigar los procesos de degradación de suelos, que se dan por la actividad antropogénica.

Ya que, se retirará la vegetación debido al CUS, el establecimiento de las medidas de conservación estará encaminado a aminorar y compensar este impacto; así como los

Consulta Pública

impactos que se producen en la infiltración y erosión del suelo. Estas acciones se pueden lograr mediante las siguientes prácticas:

1.5.1 PRÁCTICAS NECESARIAS PARA LA PRESERVACIÓN DEL SUELO Y AGUA

Se deberán llevar a cabo las obras de captación y drenaje necesarias para encausar el agua pluvial, a razón de mantener los volúmenes de escurrimiento del predio. Dichas obras consisten en:

- **Cunetas (canaletas) sin revestir:** Canales o zanjas de sección poco profunda construidos longitudinalmente a lo largo de caminos o vialidades, cuya función es captar, conducir y desalojar los escurrimientos superficiales generados por la precipitación, evitando su acumulación sobre la superficie de rodamiento y reduciendo el riesgo de erosión en la infraestructura. Generalmente se localizan en uno o ambos lados de los caminos y se construyen con una pendiente longitudinal suave que permite el flujo controlado del agua hacia puntos de descarga o infiltración. Al carecer de revestimiento, conservan un fondo permeable que favorece la infiltración del agua al terreno, de acuerdo con las características naturales del sitio.

Es importante mencionar que las especificaciones del diseño de estas obras corresponden a un trabajo de ingeniería, por lo que las mismas quedan sujetas al criterio del contratista.

- **Revegetación pasiva**: Se permitirá la revegetación pasiva en la etapa de operación, mediante las especies que crecen naturalmente en el área del Proyecto.
  La época de lluvias beneficiará el crecimiento de las especies del estrato herbáceo, por lo que no se realizará ninguna actividad para eliminar dichas especies; así mismo, se llevarán a cabo (en caso que se requiera) podas de mantenimiento, para evitar el desarrollo de especies leñosas y mantener la cubierta vegetal en una altura que no interfiera con el buen funcionamiento de las instalaciones.
  La superficie de esta medida corresponde a 3.15ha, la cual corresponde a la superficie debajo de los paneles solares y al área de maniobras.
  Se deberán realizar podas de mantenimiento por lo menos dos veces al año o cada vez que sea necesario (extraordinarias). De observarse el crecimiento de especies leñosas o una altura de la cubierta vegetal que pudiera afectar el buen funcionamiento de las instalaciones, deberán llevarse a cabo podas extraordinarias.
  Esta medida se comprobará mediante memoria fotográfica del desarrollo de la cubierta vegetal y las actividades realizadas durante las labores de mantenimiento de la cobertura vegetal.
  Todas estas actividades (memoria fotográfica del desarrollo de la cubierta, retiro de especies leñosas, podas de mantenimiento y extraordinarias), deberán integrarse en las bitácoras de obra y en los reportes de seguimiento del PVA.

Consulta Pública

Las coordenadas de estas obras se especifican a continuación:

Tabla 1: Coordenadas de las cunetas (canaletas) (UTM, WGS84, 16N)

Cuneta (canaleta)	Vértice	X	Y
1	1	210428	2316674
1	2	212031	2316793
1	3	214446	2317436
1	4	215775	2317881
1	5	215776	2317881
1	6	215776	2317881
1	7	216018	2317901
1	8	216018	2317901
1	9	216019	2317901
1	10	216020	2317901
1	11	216216	2317836
2	1	216018	2317892
2	2	215777	2317872
2	3	214448	2317427
2	4	214448	2317427
2	5	212033	2316785
2	6	212032	2316785
2	7	212032	2316784
2	8	210426	2316665
2	9	210426	2316665
2	10	210425	2316665
2	11	210425	2316665
2	12	210424	2316665
2	13	210423	2316666
2	14	210423	2316666
2	15	210422	2316667
2	16	209292	2318424

Consulta Pública

Tabla 2: Coordenadas de la revegetación pasiva (UTM, WGS84, 16N)

Revegetación Pasiva	Vértice	X	Y
1	1	210425	2316682
1	2	210385	2316682
1	3	210385	2316722
1	4	210425	2316722
1	5	210400	2316707
1	6	210400	2316697
1	7	210410	2316697
1	8	210410	2316707
2	1	210806	2316676
2	2	210766	2316676
2	3	210766	2316716
2	4	210806	2316716
2	5	210781	2316701
2	6	210781	2316691
2	7	210791	2316691
2	8	210791	2316701
3	1	211205	2316706
3	2	211165	2316706
3	3	211165	2316746
3	4	211205	2316746
3	5	211180	2316731
3	6	211180	2316721
3	7	211190	2316721
3	8	211190	2316731
4	1	211604	2316736
4	2	211564	2316736
4	3	211564	2316776
4	4	211604	2316776
4	5	211579	2316761
4	6	211579	2316751
4	7	211589	2316751
4	8	211589	2316761
5	1	212003	2316765
5	2	211963	2316765
5	3	211963	2316805
5	4	212003	2316805
5	5	211978	2316790
5	6	211978	2316780
5	7	211988	2316780
5	8	211988	2316790
6	1	210209	2317019
6	2	210169	2317019
6	3	210169	2317059
6	4	210209	2317059
6	5	210184	2317044
6	6	210184	2317034
6	7	210194	2317034
6	8	210194	2317044
7	1	212391	2316859
7	2	212351	2316859
7	3	212351	2316899
7	4	212391	2316899
7	5	212366	2316884
7	6	212366	2316874
7	7	212376	2316874
7	8	212376	2316884
8	1	212777	2316962
8	2	212737	2316962
8	3	212737	2317002
8	4	212777	2317002
8	5	212752	2316987
8	6	212752	2316977
8	7	212762	2316977
8	8	212762	2316987
9	1	209992	2317355
9	2	209952	2317355
9	3	209952	2317395
9	4	209992	2317395
9	5	209967	2317380
9	6	209967	2317370
9	7	209977	2317370
9	8	209977	2317380
10	1	213164	2317065
10	2	213124	2317065
10	3	213124	2317105
10	4	213164	2317105
10	5	213139	2317090
10	6	213139	2317080
10	7	213149	2317080
10	8	213149	2317090
11	1	213550	2317168
11	2	213510	2317168
11	3	213510	2317208
11	4	213550	2317208

Consulta Pública

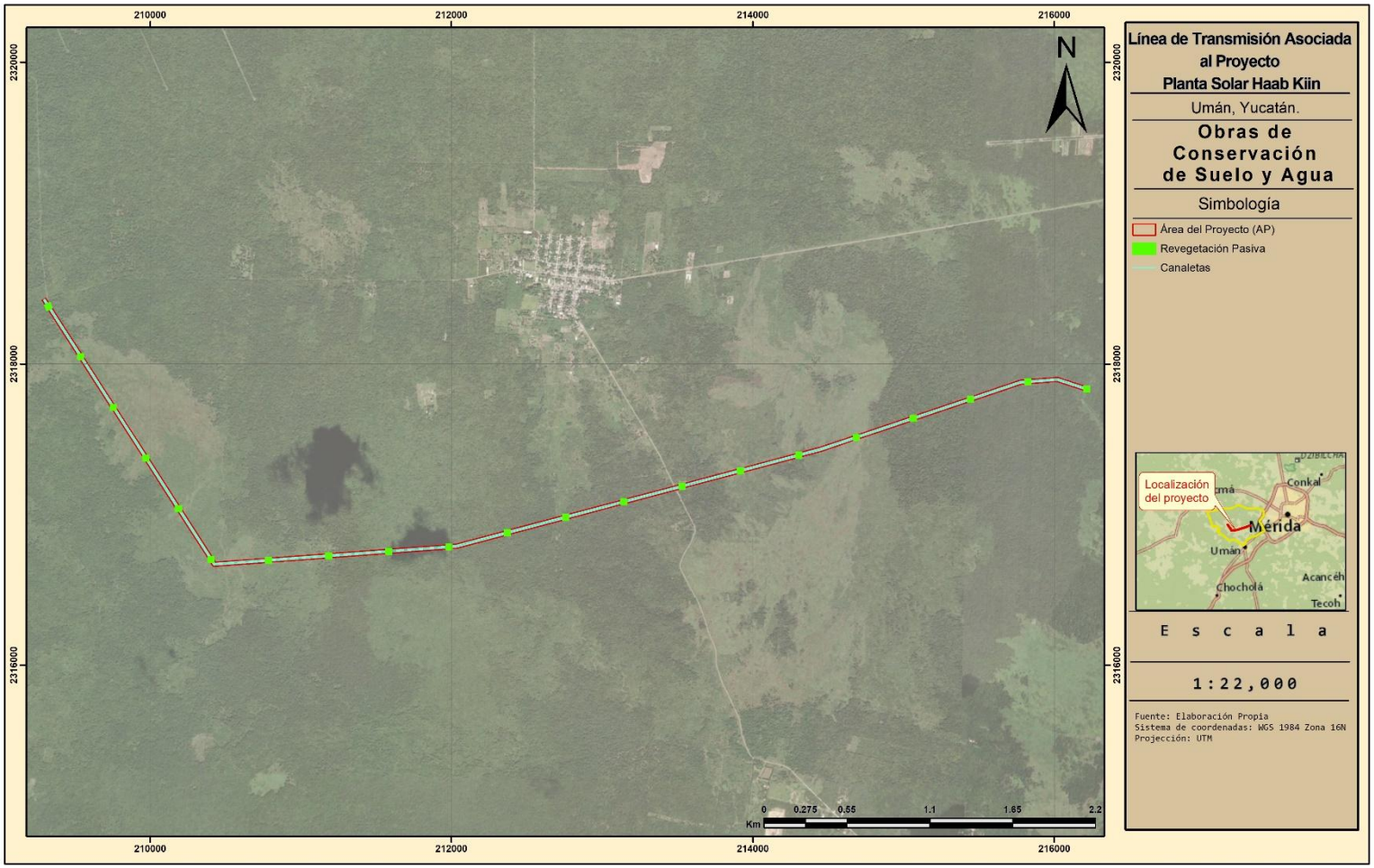
11	5	213525	2317193
11	6	213525	2317183
11	7	213535	2317183
11	8	213535	2317193
12	1	209776	2317691
12	2	209736	2317691
12	3	209736	2317731
12	4	209776	2317731
12	5	209751	2317716
12	6	209751	2317706
12	7	209761	2317706
12	8	209761	2317716
13	1	213937	2317271
13	2	213897	2317271
13	3	213897	2317311
13	4	213937	2317311
13	5	213912	2317296
13	6	213912	2317286
13	7	213922	2317286
13	8	213922	2317296
14	1	214324	2317373
14	2	214284	2317373
14	3	214284	2317413
14	4	214324	2317413
14	5	214299	2317398
14	6	214299	2317388
14	7	214309	2317388
14	8	214309	2317398
15	1	214706	2317491
15	2	214666	2317491
15	3	214666	2317531
15	4	214706	2317531
15	5	214681	2317516
15	6	214681	2317506
15	7	214691	2317506
15	8	214691	2317516
16	1	209559	2318028
16	2	209519	2318028
16	3	209519	2318068
16	4	209559	2318068
16	5	209534	2318053
16	6	209534	2318043
16	7	209544	2318043
16	8	209544	2318053
17	1	215085	2317619
17	2	215045	2317619
17	3	215045	2317659
17	4	215085	2317659
17	5	215060	2317644
17	6	215060	2317634
17	7	215070	2317634
17	8	215070	2317644
18	1	209350	2318369
18	2	209349	2318369
18	3	209340	2318364
18	4	209333	2318362
18	5	209324	2318357
18	6	209313	2318353
18	7	209299	2318389
18	8	209302	2318391
18	9	209312	2318395
18	10	209318	2318398
18	11	209328	2318402
18	12	209336	2318406
18	13	209321	2318374
18	14	209322	2318373
18	15	209331	2318377
18	16	209327	2318386
18	17	209327	2318386
18	18	209318	2318382
19	1	215464	2317746
19	2	215424	2317746
19	3	215424	2317786
19	4	215464	2317786
19	5	215439	2317771
19	6	215439	2317761
19	7	215449	2317761
19	8	215449	2317771
20	1	216235	2317812
20	2	216195	2317812
20	3	216195	2317852
20	4	216235	2317852
20	5	216210	2317837
20	6	216210	2317827
20	7	216220	2317827
20	8	216220	2317837
21	1	215846	2317861
21	2	215806	2317861

Consulta Pública

21	3	215806	2317901
21	4	215846	2317901
21	5	215821	2317886
21	6	215821	2317876
21	7	215831	2317876
21	8	215831	2317886

Consulta Pública

Mapa 1: Obras de conservación de suelo y agua



1.5.2 PRÁCTICAS RELACIONADAS CON LA FERTILIDAD Y LAS FUNCIONES BIOLÓGICAS DEL SUELO

- Se llevará a cabo el rescate y almacenamiento temporal de la capa orgánica de suelo producto del despalme y la nivelación del terreno; esta será reutilizada como sustrato, junto con el material vegetal producto de la limpieza del terreno, para las áreas de revegetación pasiva y reforestación.
- Se implementará la delimitación estricta de rutas de circulación y caminos de acceso autorizados para el tránsito de maquinaria pesada, con la finalidad de minimizar la superficie afectada por compactación, prevenir la pérdida de la estructura del suelo y salvaguardar sus funciones biológicas y de infiltración de agua.

1.6 INDICADORES DE REALIZACIÓN

- Memoria fotográfica de avances de obra y obras realizadas.
- Bitácora de avances de obra y obras realizadas

1.7 INDICADORES DE EFICACIA

1.7.1 RETENCIÓN DE SUELO

A razón de estimar la cantidad de suelo que la revegetación pasiva logrará retener, se estimó la tasa de erosión hídrica potencial (sin cubierta y con cubierta) para la superficie destinada a esta medida. La diferencia entre los escenarios SIN cubierta y Con cubierta representa la cantidad de suelo que se logrará retener mediante la revegetación pasiva.

Dichos cálculos se elaboraron con la misma metodología que se utilizó para la estimación de las tasas de erosión de la RE, AI y AP (EUPS). La descripción detallada de dicha metodología se encuentra en el anexo del capítulo 3 de la MIA-R.

Erosión Hídrica Potencial SIN revegetación pasiva (Ep_1)

Una vez realizada la preparación del terreno, la superficie destinada a esta medida, estará desprovista de vegetación:

Sin Vegetación, Leptosol de textura media

Ep_1 = (7191.94) (0.02) (0.22)

Ep_1 = 31.14t/ha/año

Considerando la superficie destinada a esta medida (3.15ha) se obtiene un resultado de **98.08t/año**.

Erosión Hídrica Potencial CON revegetación pasiva (Ep_2)

Una vez desarrollada la revegetación pasiva, esta estará compuesta por las especies herbáceas que crecen naturalmente en el Área del Proyecto. Por lo que el factor de protección de la vegetación (factor C) que mejor representa dichas condiciones corresponde al de Pastizal natural (C=0.07):

Pastizal Natural, Leptosol de textura media

Ep_2 = (7191.94) (0.02) (0.22) (0.07)

Consulta Pública

Ep_2 = 2.18t/ha/año

Considerando la superficie destinada a esta medida (3.15ha) se obtiene un resultado de **6.87t/año**.

Tomando en cuenta los resultados SIN (Ep_1) y CON (Ep_2) revegetación pasiva, se observa una reducción de **91.21t/año** en la tasa de erosión hídrica:

Tabla 3: Reducción en la erosión hídrica lograda mediante la Revegetación pasiva

Erosión hídrica Potencial SIN revegetación pasiva (t/año)	Erosión hídrica Potencial CON revegetación pasiva (t/año)	Reducción en la erosión hídrica (t/año)
98.08	6.87	**91.21**

Esta reducción en la tasa de erosión hídrica representa el volumen de suelo que se logrará retener con esta medida.

1.7.2 REDUCCIÓN DEL ESCURRIMIENTO Y FAVORECIMIENTO DE LA INFILTRACIÓN

A razón de estimar el volumen de agua que la revegetación pasiva logrará retener, se estimó el volumen de escurrimiento potencial (sin cubierta y con cubierta) para la superficie destinada a esta medida. La diferencia entre los escenarios SIN cubierta y Con cubierta representa el volumen de agua que se logrará retener mediante la revegetación pasiva.

Dichos cálculos se elaboraron con la misma metodología que se utilizó para la estimación del volumen de escurrimiento de la RE, AI y AP (método indirecto de precipitación-escurrimiento de la NOM-011-CONAGUA-2015). La descripción detallada de dicha metodología se encuentra en el anexo del capítulo 3 de la MIA-R.

Volumen medio anual de escurrimiento SIN revegetación pasiva (Vm_1)

Una vez realizada la preparación del terreno, la superficie destinada a esta obra, estará desprovista de vegetación; por lo que es necesario considerar a esta superficie como Barbecho, áreas incultas y desnudas. Sustituyendo los valores en la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 tenemos:

Leptosol de textura media

Vm_1 = 909.8 mm/año * 0.315 km^2 * 0.1591 * 1000

Vm_1 = 4,559.81m^3/año

Volumen medio anual de escurrimiento CON revegetación pasiva (Vm_2)

Una vez desarrollada la revegetación pasiva, esta estará compuesta por las especies herbáceas que crecen naturalmente en el Área del Proyecto. Por lo que el coeficiente de escurrimiento que mejor representa dichas condiciones corresponde al de Pastizal con un porcentaje de suelo cubierto >75%:

Sustituyendo los valores en la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 tenemos:

Leptosol de textura media

Consulta Pública

Vm_2 = 909.8 mm/año * 0.315 km^2 * 0.0462 * 1000

Vm_2 = 1,323.63m^3/año

Tomando en cuenta los resultados potenciales SIN (Vm_1) y CON (Vm_2) revegetación pasiva, se observa una reducción de **3,236.18m^3/año** en el volumen medio anual de escurrimiento.

De conformidad con los principios del balance hídrico que sustentan la metodología de la NOM-011-CONAGUA-2015, se establece que existe una relación inversamente proporcional entre la modificación del Vm y el volumen de infiltración en el predio. Dado que la precipitación media anual se distribuye de manera complementaria entre ambos procesos, **cualquier alteración en las características de la cobertura del suelo que provoque una reducción en el Vm derivará, de forma directa y proporcional, en un incremento en el volumen de infiltración**.

Bajo este concepto, dado que la revegetación pasiva ocasionará una disminución de 3,236.18m^3/año en el Vm, **el favorecimiento a la infiltración será del mismo volumen**:

Tabla 4: Reducción en el volumen medio anual de escurrimiento y favorecimiento a la infiltración, logrados mediante la revegetación pasiva

Vm SIN Cubierta (m^3/año)	Vm CON Cubierta (m^3/año)	Reducción (-) en el Vm (m^3/año)	Favorecimiento (+) a la infiltración de agua al suelo (m^3/año)
4,559.81	1,323.63	**3,236.18**	**3,236.18**

1.8 PUNTO DE COMPROBACIÓN

La aplicación de este Programa se comprobará mediante las bitácoras de avance de obra durante las etapas de preparación y construcción; así como los monitoreos y mantenimientos mediante las bitácoras de campo incluidas en los reportes anuales que se realizarán durante toda la etapa de operación del Proyecto.

1.9 MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

De no obtener los resultados esperados se deberán evaluar las fallas y diseñar obras de conservación de suelo y agua distintas a las establecidas en este programa, que puedan favorecer de manera exitosa la infiltración y retención del suelo, que mitiguen de manera correcta los impactos generados por la Línea de Transmisión asociada a la Planta Solar Haab Kiin; de acuerdo con las obras y prácticas de conservación que plantea CONAFOR.

1.10 DOCUMENTALES Y ANEXOS QUE SE UTILIZARÁN PARA EVIDENCIAR LAS ACCIONES EJECUTADAS POR LA PROMOVENTE EN LAS DISTINTAS ETAPAS DEL PROCESO

Los reportes a la autoridad ambiental correspondiente se realizarán de manera anual, en los cuales se informará al respecto de toda la información registrada durante las obras de conservación de suelo y agua.

Consulta Pública

Bitácora de campo

La bitácora de campo deberá contener los siguientes apartados:

- Objetivos y alcances
- Reporte de técnicas implementadas
- Calendario de obras
- Reporte de efectividad de las medidas efectuadas
- Medidas utilizadas sobre impactos no contemplados
- Evaluación de efectividad de obras

Dentro de los reportes a la autoridad se incorporará:

- Metodologías utilizadas
- Bitácora de campo

Consulta Pública

1.11 CALENDARIO DE COMPROBACIÓN

| Programa General de aplicación de Programas | | |

1.12 BIBLIOGRAFÍA

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (2023) Guía de Mantenimiento de Caminos Forestales, (1a edición), México 47 p.

AGUILAR, J.; MARTINEZ, A.; ROCA, A. Evaluación y manejo de suelos. Univ. De Granada. 1996.

C.E.O.T.M.A. Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología. Manuales. C.E.O.T.M.A. Madrid. 1996.

FAO. Esquema para la evaluación de tierras. v. 32. Roma. 1976.

FAO. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos Roma. 1980.

HUDSON, N. Soil Conservation. 3nd ed. Bastord, London. 1995.

KIRBY, M. J. y MORGAN R. P. C. Erosión de suelos. Limusa. México. 1984.

MORGAN R.P.C .Soil Erosion and Conservation. 2nd ed. Longman Scientific and Technical, Harlow.1995.

Consulta Pública

Programa de Rescate y Reubicación de Flora

Línea de Transmisión asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Datos Protegidos por la LFTAIPG.

Umán, Yucatán, México

Consulta Pública

Contenido

1 PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA 1

1.1 INTRODUCCIÓN 1

1.2 OBJETIVOS 2

1.3 METAS PARTICULARES 2

1.4 RESPONSABLES DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA 3

1.5 METODOLOGÍA PARA EL RESCATE DE ESPECIES 3

1.6 MEDIDAS ESPECÍFICAS QUE SE EMPLEARÁN PARA PREVENIR, MITIGAR O COMPENSAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 5

1.7 INDICADORES DE REALIZACIÓN 9

1.8 INDICADORES DE EFICIENCIA 9

1.9 ANÁLISIS, PROCESAMIENTO DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 10

1.10 CALENDARIO DE COMPROBACIÓN 13

1.11 PUNTO DE COMPROBACIÓN 14

1.12 MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN 15

1.13 REFERENCIAS 18

Consulta Pública

1 PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA

1.1 INTRODUCCIÓN

El programa de reubicación comprende todas las acciones a realizarse en el rescate, acondicionamiento y nueva ubicación de ejemplares vegetales presentes dentro del área de cambio de uso de suelo (CUS), con el fin de mitigar los impactos ambientales originados por el proyecto. Estas acciones se realizan con base en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), que tiene por objeto regular, fomentar la conservación, proteger, restaurar, producir, ordenar, cultivar, manejar y aprovechar los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación según el artículo primero. Así, la reubicación de flora nativa es una maniobra prioritaria para lograr conseguir mitigar los daños producidos por las actividades del proyecto y favorecer a la preservación de la riqueza biológica vegetal del área.

El tipo de vegetación de la región dentro del área del proyecto corresponde una asociación de tipo tropical determinada como Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia

La dispersión de los organismos en el medio es intermitente mostrando islas disjuntas de vegetación, intercaladas con áreas un cuanto más abiertas y con una densidad arbórea menor.

El presente programa tiene como fin mitigar los daños causados por el cambio de uso de suelo en todas las áreas de desmonte en donde se realizará el proyecto. De esta manera, se plantea proteger, conservar las poblaciones y preservar el material biológico que se encuentra dentro del área, consiguiendo garantizar una alta sobrevivencia de los organismos tratados, por medio de técnicas de colecta y manejo de los ejemplares adecuados, logrando finalmente reintegrarlos a su hábitat natural, favoreciendo la conservación de la riqueza biológica de la región, particularmente de las especies vegetales nativas y susceptibles a rescate y reubicación.

En este sentido, este programa proyecta los métodos a seguir para efectuar el salvamento y supervivencia de organismos vegetales potenciales a rescate. Por otro lado, también contribuir a la mitigación de los impactos generados por el CUS necesario para la construcción del proyecto Planta Solar Haab Kiin.

Etapa de Preparación y construcción	
Programa de Rescate y Reubicación de flora	
Impacto que atenuará	
• Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS en el área con infraestructura • Afectación a especies de flora que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	
Descripción de la medida	Se realizará el rescate de las especies de flora que se encuentren listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Reubicar los organismos rescatados dentro del área de reubicación, asegurando la supervivencia mínima del 80% de individuos rescatados

Consulta Pública

Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la contabilización de individuos rescatados y reubicados.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el análisis de la supervivencia de los individuos reubicados.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún individuo susceptible a rescate y no aplicar el Programa de rescate y reubicación correspondiente.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará semestralmente durante el tiempo que dure la etapa de preparación y construcción tiempo suficiente para verificar la permanecía de los especímenes rescatados.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra y de seguimiento de implementación del PVA.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse alguna mortandad en los individuos debido a temporadas de secas muy prolongadas se deberán realizar riegos extraordinarios. De observarse la mortandad de más del 20% anual de los individuos rescatados, estos deberán ser reemplazados con individuos nuevos, todas estas actividades (riegos comunes, riegos extraordinarios, reemplazo de individuos deberán integrarse en las bitácoras de obra).
Clasificación	Medida de mitigación
Etapa de aplicación	Preparación y construcción.
Ubicación	El rescate de flora se realizará en las áreas de CUS y los individuos rescatados se llevarán a los sitios de reubicación.

1.2 OBJETIVOS

- Cumplir con la aplicación de las medidas de mitigación y compensación identificadas para los impactos erosión y pérdida de vegetación.
- Obedecer con lo estipulado dentro del Artículo 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

1.3 METAS PARTICULARES

- Realizar de manera previa a la construcción del proyecto, el rescate de alrededor de 1,679 organismos vegetales previamente identificados y susceptibles a esta actividad dentro de las área de CUS correspondientes a Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia además de 320 individuos correspondientes a los sitios de Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia.
- Reubicar los organismos rescatados dentro del área de reubicación, asegurando la supervivencia mínima del 80% de individuos rescatados.
- Contribuir a la conservación de la diversidad biológica nativa y los procesos ecológicos de la zona del proyecto.

Consulta Pública

1.4 RESPONSABLES DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

El responsable de la realización de este programa es Datos Protegidos por la LFTAIPG., el responsable del desarrollo y supervisión de la correcta aplicación de este programa, así como de integrarlo en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) será el supervisor ambiental del proyecto.

Personal

Se empleará la mano de obra de 6 a 12 personas o más de acuerdo a la velocidad de avance de rescate, reubicación o la exigencia de calendario.

1.5 METODOLOGÍA PARA EL RESCATE DE ESPECIES

A continuación, se describen los métodos utilizados en cada apartado de la planeación del programa:

Selección de especies

Las características específicas consideradas en la elección de taxa susceptibles a rescatar y reubicar corresponden a la selección de aquellos organismos con la capacidad de sobrevivir después de haber realizado su rescate y traslado. Preferentemente se seleccionaron entidades de difícil regeneración, lento crecimiento o que se encuentren enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o alguna categoría de carácter internacional.

Las especies seleccionadas dentro del programa corresponden a organismos pertenecientes a las familias Asparagaceae, Bromeliaceae, Burseraceae, Cactaceae, Dioscoreaceae, Euphorbiaceae, Orchidaceae, Primulaceae, Rubiaceae y Salicaceae. La mayoría de estos organismos se conocen por su capacidad de supervivencia posterior a daños mecánicos o condiciones prolongadas de estrés fisiológico, y en algunos casos, se encuentran adaptados para reproducirse de manera asexual como una alternativa de dispersión bastante exitosa.

El rescate de individuos contempla la extracción de ejemplares menores a 1 m de altura al nivel de la hoja más alta o 70 cm al nivel del punto de crecimiento con excepción de Bromelia las cuales serán rescatadas independientemente de su altura o volumen, capaces de ser transportados y reubicados una vez aclimatados. En caso de encontrar especies vegetales que cumplan con los requisitos anteriormente determinados, y que no se encuentren inscritos en la flora registrada para el área de CUS, se procesarán de manera similar al rescate de las especies previamente identificadas.

Consulta Pública

Tabla 1: Lista de especies a rescatar dentro de la Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia del área de CUS.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Método de rescate	No de rescate (aprox.)
Bonellia flammea	Chak sik'iin	-	EN	-	individuo/semilla	67
Bromelia karatas	Ch'om	-	-	-	individuo	88
Bursera simaruba	Cha-kah	-	LC	-	individuo	686
Casearia yucatanensis	Puuts' mukuy	-	NT	-	individuo/semilla	205
Catasetum integerrimum	Ch'it ku'uk	-	-	II	individuo	2
Dioscorea spiculiflora	Ak'il-makal-k'uch	-	-	-	individuo	2
Echeandia luteola	Chiwoh k'ax	-	-	-	individuo	13
Guettarda elliptica	Kibche'	-	CR	-	individuo/semilla	253
Jatropha gaumeri	Chul	-	LC	-	individuo	142
Manihot aesculifolia	Aak' che'	-	LC	-	individuo	31
Opuntia inaperta	Tsakam	-	LC	II	individuo	189
Total						**1679**

Tabla 2: Lista de especies a rescatar dentro de la Vegetación secundaria de Selva Mediana Caducifolia del área de CUS.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Método de rescate	No de rescate (aprox.)
Bursera simaruba	Cha-kah	-	LC	-	individuo	155
Casearia yucatanensis	Puuts' mukuy	-	NT	-	individuo/semilla	81
Dioscorea spiculiflora	Ak'il-makal-k'uch	-	-	-	individuo	2
Guettarda elliptica	Kibche'	-	CR	-	individuo/semilla	38
Jatropha gaumeri	Chul	-	LC	-	individuo	44
Total						**320**

Consulta Pública

1.6 MEDIDAS ESPECÍFICAS QUE SE EMPLEARÁN PARA PREVENIR, MITIGAR O COMPENSAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Rescate

La mejor época para realizar el rescate de plantas es durante la época de secas, en este lapso de tiempo las condiciones ambientales son mejores para estas plantas y el ataque de patógenos en heridas causadas por esta activad, se muestra esencialmente reducido.

El personal que participe en las brigadas de rescate de especies vegetales debe estar correctamente capacitado. Este equipo debe conocer los conceptos básicos relacionados con las técnicas aplicadas y poseer conocimientos esenciales de las especies vegetales incluidas en el rescate.

Durante esta etapa se detectarán los ejemplares presentes en las áreas destinadas a remoción vegetal pertenecientes a los taxa seleccionados. Estos ejemplares se contrastarán con marcas evidentemente visuales, con el fin de que el personal las ubique fácilmente y se rescaten antes del desmonte vegetal, logrando trasplantarlas de manera segura.

Extracción

Las especies a rescatar se extraerán con parte del sustrato adyacente y la mayor parte de sus raíces (cepellón). En este proceso primariamente se aflojará el suelo con zapapico o barreta a una distancia prudente con respecto al centro de planta, esto con el fin de provocar el menor daño posible al sistema radicular o base de la planta.

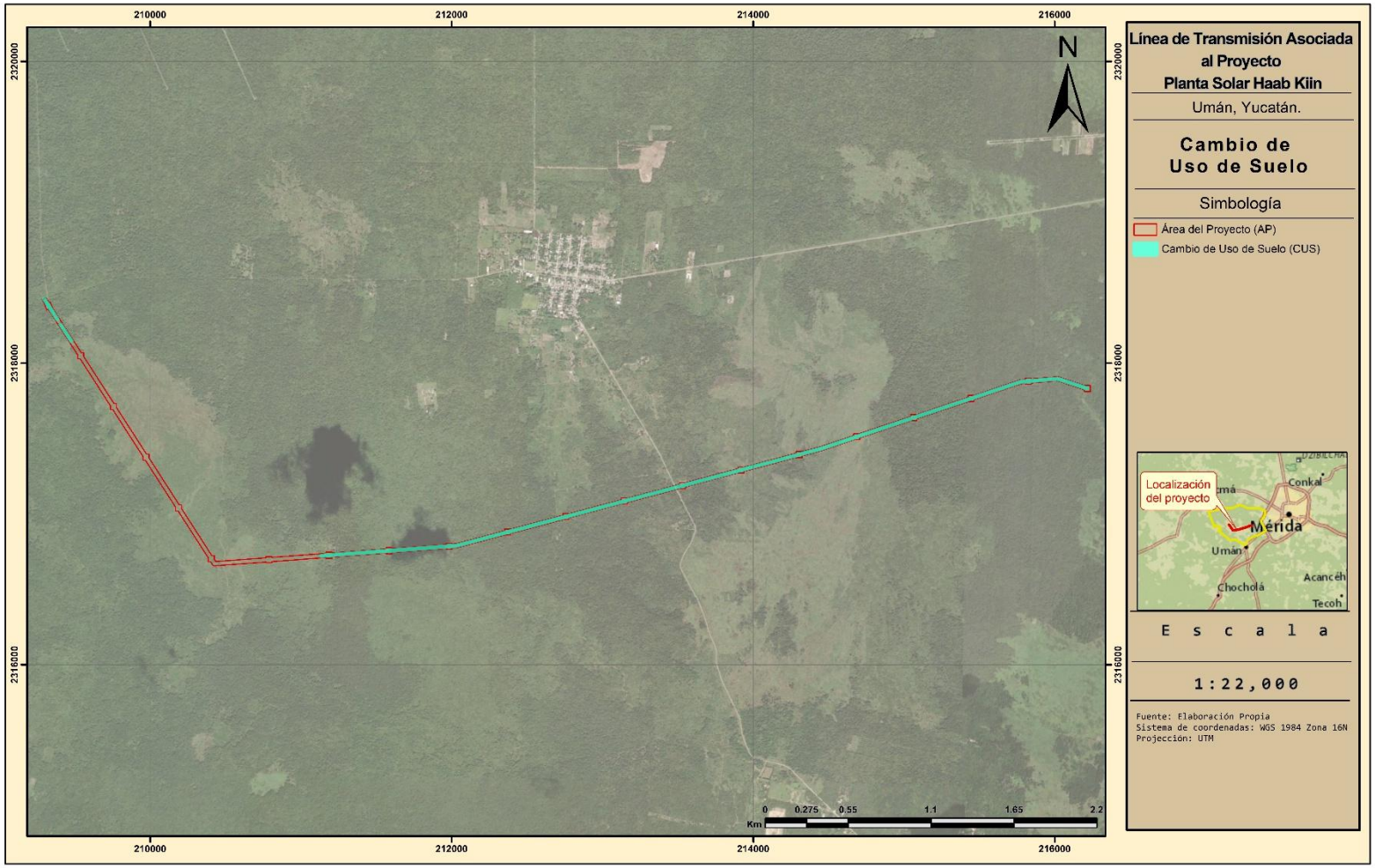
Una vez realizada la excavación, con el uso de pala recta y guantes de carnaza o jardinería, se extraerá el individuo del suelo. Extraída la planta, se ubicará en contenedores adecuados a las dimensiones de esta. Previo a la ubicación de plantas en los contenedores, se procurará aplicar de manera preventiva sustancias enraizadoras y/o fungicidas en relación 1:1.

Es importante considerar que, durante el traslado de este tipo de plantas al lugar de acopio, estas no se encuentren encimadas o colocadas de manera que las estructuras lignificadas, puedan ocasionar daños mecánicos recíprocos unas con otras. Así mismo, en caso de que el traslado se considere accidentado o largo, las plantas deben de asegurarse adecuadamente con el fin de llegar en óptimas condiciones a su destino.

Cabe mencionar que, para el caso de las especies incluidas en el programa, con excepción de Bromelia, solo se extraerán ejemplares menores a 1 m de altura al nivel de la hoja más alta o 70 cm al nivel del punto de crecimiento.

Consulta Pública

Mapa 1: Área de extracción de ejemplares vegetales a rescatar (área de CUS).



Reubicación

El trasplante de reubicación de los ejemplares rescatados se realizará una vez finalizadas las actividades del proyecto que interfieran con el crecimiento y desarrollo de organismos en la nueva localidad. Las áreas de reubicación se ubican en los polígonos propuestos para restauración-reubicación. Las especies rescatadas deberán ser colocadas en un vivero temporal (área de acopio) mientras finalizan las obras de construcción y se preparan las áreas de restauración-reubicación.

Como recomendación, se sugiere seguir un diseño de reubicación aleatoria (Prieto-Ruíz & Goche-Télles 2016), sin embargo, se puntúa el evitar plantar los organismos a distancias cortas entre ellos u otros individuos ya presentes en el área (máximo 65 cm).

El transporte de los ejemplares de área de acopio a la zona de reubicación debe ser minucioso, asegurando los contenedores en los instrumentos o maquinaria de transporte, y evitando daño reciproco entre ellas.

Los daños causados a estos ejemplares podrían causar la muerte de ejemplares reubicados, y en caso de presentarse, el personal especializado deberá reconsiderar el trasplante de los ejemplares dañados o nueva manutención en el área de acopio con el fin de asegurar su supervivencia.

Una vez identificado el lugar de reubicación para cada ejemplar, el suelo se prepara para el trasplante de estas. Se abrirán hoyos en el suelo para cada ejemplar con ayuda de pala, pico o barreta, las dimensiones adecuadas para la excavación deberán ser similares a las del contenedor o cepellón de la planta, con el fin de que el cepellón quede completamente incrustado en el suelo. La tierra extraída del hoyo se concentrará a un costado con el fin de permitir el oreado de esta, y evitar la infección de heridas con ella.

Los ejemplares se tomarán con sumo cuidado evitando maltratar las raíces y tallos, preferentemente utilizando guantes como medida de protección, y se separarán del contenedor. Posterior a esto, se introducirán los cepellones en los hoyos previamente preparados, es importante evitar la deformación de raíces o que los cepellones queden ubicados de manera estrecha dentro de los hoyos. Lo anterior, podría impactar de manera negativa la supervivencia de los ejemplares en la nueva localidad.

El cuerpo de las plantas deberá quedar al ras del suelo o ligeramente por debajo de este. Finalmente, se rellenarán a nivel de suelo las áreas de hoyos con plantas ya instaladas y que necesiten de sustrato para cubrir por completo el sitio. La compactación de la tierra se hará de forma manual, presionando ligeramente con la palma de la mano sobre las áreas con relleno.

Acciones a realizar para el mantenimiento y supervivencia

El programa de reubicación no termina hasta una vez confirmado el proceso de desarrollo y crecimiento adecuado de por lo menos el 80% de los ejemplares trasplantados de acuerdo al Artículo 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Por tal razón, se continuarán proporcionando cuidados a las plantas situadas en el nuevo medio.

Consulta Pública

Trabajos previos a la reubicación

Accesibilidad y limpieza del terreno

El área debe de contar con buen acceso para facilitar los trabajos de reubicación y posteriormente mantenimiento, por lo tanto, la limpieza previa del terreno está destinada a eliminar solo las malezas tanto nativas como introducidas alrededor de las plantas reubicadas que puedan competir por luz, agua y nutrientes con los organismos reubicados.

Protección

Con el fin de evitar daño o destrucción de los individuos reubicados, es recomendable (opcional) proteger las áreas de reubicación impidiendo el acceso de agentes destructores como ganado, fauna nativa o personas ajenas al proyecto, que pueda generar un daño contundente a la plantación.

Con este fin, es ampliamente recomendado (opcional) la instalación de un cerco con malla plástica que impida el acceso al área durante el desarrollo y crecimiento de las plantas y hasta que estas se consideren fuera de peligro. Las características de este cerco se deben adecuar a manera que este se mantenga erecto, tenso y correctamente distribuido para evitar el acceso a fauna tanto de porte bajo como alto.

Es importante precisar que el proceso de reubicación no termina al concluir la plantación, sino que se continúa con un sistema integrado de control de agentes patógenos que puedan afectar a los individuos plantados.

En caso de la presencia de estos agentes es necesario diseñar una estrategia que combine diferentes acciones para tratar el problema, siempre teniendo en cuanta la disminución de uso de agroquímicos, e implementando técnicas que eviten impactar negativamente sobre el ambiente y la salud humana.

Trabajos posteriores a la reubicación

Estas actividades tienen el objetivo de favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas ya instaladas. Se recomienda que estas acciones se desarrollen en un lapso de al menos tres años una vez ubicados los ejemplares.

Es recomendable realizar un control de malezas que consiste en la eliminación de la vegetación indeseable que limite el desarrollo y crecimiento de las plantas reubicados, además, la materia vegetal eliminada es susceptible a ser utilizada como arrope para guardar humedad, y en combinación con fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas se genera abono natural amigable con el medio ambiente y aprovechable en la reubicación.

Así mismo, a manera de manutención, es indispensable mantener una densidad definida de plantas, esto se logra remplazando las plantas muertas por organismos vivos en tamaño similar durante cada época de lluvias.

Consulta Pública

1.7 INDICADORES DE REALIZACIÓN

La estimación de sobrevivencia permite crear un panorama de estimación cuantitativa del éxito de la reubicación bajo la influencia de los factores del sitio. Los datos obtenidos equivalen a la proporción de individuos rescatados en relación con los individuos reubicados y establecidos, extrapolando los datos de las superficies de muestreo a la totalidad del área de reubicación.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{n} ai}{\sum_{i=1}^{n} mi} \times 100$$

Donde:

$\sum_{i=1}^{n}$ = sumatoria de los datos de acuerdo a la variable *a* o *m*
p = proporción estimada de individuos vivos rescatados
ai = número de plantas vivas reubicadas en el sitio de muestreo *i*
mi = número de plantas reubicadas en el sitio de muestreo *i*

1.8 INDICADORES DE EFICIENCIA

Los indicadores que se proponen para evaluar la eficiencia y éxito del programa son los siguientes:

- Superficie de reubicación (ha)
- Supervivencia (%). Este indicador se expresa mediante evaluación técnica, en base al porcentaje de árboles plantados, los que subsistieron al trasplante y las plantas muertas.

Además, deberá ir acompañado de un censo que incluya el número total y talla por especie de los individuos plantados (el censo forma parte del seguimiento y evaluación por lo cual deberá tener la misma periodicidad antes descrita). El censo se elabora visitando las áreas de reubicación con los siguientes criterios.

- Nombre Común.
- Nombre Científico
- Condición
- Daño
- Porcentaje de Daño
- Talla (la talla se tomará de manera semestral y podrá graficarse el crecimiento a partir del primer año).
- Vigor
- Evidencia fotográfica

Tabla 3: Registro de especies con indicadores de sobrevivencia.

ID	Nombre común	Nombre científico	Condición	Daño	Daño (%)	Altura total (m)	Vigor

Para clasificar la condición de los individuos se utilizará la siguiente tabla de acuerdo a la clasificación.

Consulta Pública

Tabla 4: Clasificación de condición

Clave	Descripción
1	Árbol vivo
2	Árbol muerto en pie
3	Tocón

En la casilla de “Daño”, se anotará el número de la clave de daño principal en los individuos vivos o la causa de su muerte en los sujetos que no resistieron, de acuerdo con la siguiente clasificación.

Tabla 5: Clasificación del tipo de daño.

Clave	Descripción	
1	Ausencia de daño	El árbol no presenta evidencia de daño físico o causado por plagas y enfermedades.
2	Daño humano	El árbol manifiesta heridas causadas por el hombre.
3	Incendios	Presencia de carbonización en troncos y ramas o desecación o pérdida del follaje
4	Insectos	Daño causado por insectos barrenadores, descortezadores, defoliadores.
5	Viento	Árboles descopados o ramas y ramillas desgajadas, a consecuencia del embate del aire.
6	Enfermedades	Daños causados o indicados principalmente por hongos. (Deformaciones o protuberancias de los tallos, ramas y frutos, así como manchas foliares o clorosis).
7	Roedores	Daños en el tallo, ramas, flores, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones.
8	Pastoreo	Pisoteo y ramoneo principalmente de brotes nuevos.
9	Otros	Cuando exista daño, pero no sea posible identificar el agente causante del daño

Se anotará el porcentaje de afectación a la planta por tipo de daño, en la casilla Daño (%).

La altura total del individuo se medirá desde la base de las plántulas hasta la punta de la copa; tomándose la altura de la rama más alta que integre la copa total del individuo.

El vigor puede considerarse como una manifestación de adaptación de la plántula al medio en que se desarrolla. La codificación por utilizar es la siguiente.

Tabla 6: Clasificación del vigor de los individuos reubicados.

Clave	Vigor
A	Óptimo
B	Bueno
C	Pobre
D	Muy pobre o mínimo

1.9 ANÁLISIS, PROCESAMIENTO DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los reportes a la autoridad ambiental correspondientes se realizarán de manera anual durante un periodo de seis años, en estos se indicará al respecto toda la información registrada a las labores de rescate de flora. Dentro de los informes se incorporará:

- Registro de especies rescatadas.

Consulta Pública

- Reporte de supervivencia de individuos rescatados
- Bitácora de avances y obras de rescate.
- Memoria fotográfica.
- Evaluación de la efectividad de las obras realizadas.

Consulta Pública

Figura 1: Bitácora de registro (ejemplo).

Fecha: Responsable: Proyecto:

Nombre (Especie)	Foto	Estado Físico	Coordenadas		Observación
			Este	Norte	

1.10 CALENDARIO DE COMPROBACIÓN

| Actividad | Meses | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Años | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1.11 PUNTO DE COMPROBACIÓN

Lugares de acopio y reproducción de especies

Antes del inicio de las actividades de rescate, se preparará un área de acopio temporal de ejemplares rescatados. Este sitio proporcionará a las plantas refugio durante el periodo de cicatrización y aclimatación a la nueva localidad.

La superficie del área debe de permanecer en todo momento sombreada, seca y ventilada por lo menos hasta que los ejemplares sanen sus heridas. La sombra, en caso de no conseguirse por dosel vegetal, se puede proporcionar de manera artificial por medio del uso de malla-sombra. El porcentaje de bloqueo de radiación solar recomendado en este caso para la malla es de 70%, disminuyendo la temperatura radiada y beneficiando a los organismos durante el periodo de estrés.

Los organismos se inspeccionarán periódicamente por personal especializado, esto con el fin de identificar y solucionar cualquier presencia de patógenos, parásitos, daños mecánicos o descompensación nutrimental, y solucionarlos adecuadamente.

Los periodos de riego serán designados por el personal especializado tomando en cuenta las condiciones ambientales externas e internas referidas al microclima del sitio de acopio y la susceptibilidad de las plantas para recibirlo.

Las plantas permanecerán en este sitio como mínimo durante el periodo de cicatrización, sin embargo, se recomienda esperar hasta la última etapa del periodo de aclimatación (crecimiento activo), para finalmente trasladarlas a su posición definitiva dentro del área de reubicación. En caso de que las actividades de reubicación se retrasen, las plantas pueden permanecer en el sitio de acopio mientras el mantenimiento sea continuo, y los contenedores de las plantas sean remplazados adecuadamente de acuerdo al volumen y requerimiento edafológicos de las plantas.

Las plantas deberán de tener un registro y estar protegidas por medios físicos como cercas o mallado y vigilancia constante o intermitente con periodos de ausencia cortos y alternantes. Esto con el fin de impedir robo de ejemplares y tráfico de especies, además, de evitar daños mecánicos que la fauna nativa o ganado pueda provocar a los ejemplares almacenados.

Localización de los sitios de reubicación

Los sitios de reubicación (mismos utilizados en el Programa de Reforestación) consistirán en extensiones de terreno perturbado adyacentes a dos tipos de vegetación, esto es 4.4912 ha junto a Selva Baja Caducifolia y 1.3450 ha junto a Selva Mediana Caducifolia (total de 5.8362 ha). De esta manera se impactará de manera positiva directamente sobre áreas donde los indicios de perturbación de la cubierta vegetal se efectuaron. Estos sitios se caracterizarán por la reducción en densidad de organismos vegetales en comparación a las áreas adyacentes. Asimismo, conectaran parches aislados de vegetación para dar continuidad a los corredores biológicos y flujo génico local.

Consulta Pública

1.12 MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

Adicionalmente, en caso de conocer durante el proceso de evaluación la decadencia de organismos en un porcentaje menor al 80% de supervivencia, se considerará sin excepción la reproducción de germoplasma nativo para compensar la pérdida conocida a través de frutos, semillas, esquejes, hijuelos, etc, para su posterior desarrollo en un vivero temporal. Considerando un plazo de seguimiento hasta que la densidad estable sea al menos representada por el 80% o más de los organismos rescatados.

1.13 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA

Los costos presentados a continuación corresponden a la aplicación anual del programa. En este sentido se especifica que, conforme al avance y paso del tiempo además de la exigencia de calendario, tales cifras pueden cambiar.

Programa de Rescate y Reubicación de Flora.						
Concepto	**Cantidad**	**Tiempo**	**Unidad**	**Costo Unitario**	**Unidad**	**Costo Total**
Capital humano						
Especialista	1	12	meses	$20,000.00	Salario mensual	$240,000.00
Ayudantes	5	12	meses	$9,000.00	Salario mensual	$540,000.00
Materiales o equipo						
Vehículo	2	12	Unidad	$25,000.00	Renta	$600,000.00
Bidón	2	1	Unidad	$3,000.00	Compra	$6,000.00
Agua Pipas	4	4	Unidad	$1,000.00	Compra	$16,000.00
Palas	7	1	Unidad	$250.00	Compra	$1,750.00
Azadones	7	1	Unidad	$300.00	Compra	$2,100.00
Talachos	7	1	Unidad	$300.00	Compra	$2,100.00
Carretillas	3	1	Unidad	$1,200.00	Compra	$3,600.00
Guantes	7	1	Unidad	$200.00	Compra	$1,400.00
Casco	7	1	Unidad	$200.00	Compra	$1,400.00
Chaleco	7	1	Unidad	$200.00	Compra	$1,400.00
Polainas	7	1	Unidad	$1,200.00	Compra	$8,400.00
Botas	7	1	Unidad	$700.00	Compra	$4,900.00
Lentes	7	1	Unidad	$100.00	Compra	$700.00
Laptop	1	1	Unidad	$15,000.00	Compra	$15,000.00
GPS´s	3	1	Unidad	$7,000.00	Compra	$21,000.00
Cámaras fotográficas	1	1	Unidad	$3,000.00	Compra	$3,000.00
Papelería	1	1	Unidad	$10,000.00	Compra	$10,000.00
Enraizador (Paquetes)	4	12	Unidad	$200.00	Compra	$9,600.00
Casa Sombra	1	12	Unidad	$ 50,000.00	Compra	$600,000.00
TOTAL, COSTO DE LA IMPLEMENTACION						**$1,488,350.00**

Consulta Pública

1.14 JUSTIFICACIÓN DE LA EQUIVALENCIA DE LA MEDIDA

Como parte de las medidas dirigidas a prevenir y reducir los efectos derivados del cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUS), se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, mediante el cual se contempla el rescate de 1,679 individuos de especies susceptibles de rescate presentes en la Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia dentro de las áreas sujetas a CUS, así como de 320 individuos correspondientes a especies susceptibles de rescate presentes en la Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia. En conjunto, la medida considera el manejo de 1,999 individuos, los cuales serán extraídos previamente a las actividades de desmonte y trasladados hacia sitios que presenten condiciones ambientales adecuadas para favorecer su establecimiento y permanencia.

A diferencia de una medida basada exclusivamente en la reposición de individuos mediante propagación o adquisición de ejemplares de vivero, el rescate y reubicación permite conservar directamente una fracción de los elementos vegetales actualmente presentes dentro de las superficies de CUS, manteniendo individuos que ya forman parte de las comunidades vegetales locales y que se encuentran adaptados a las condiciones ambientales de la región. De esta manera, la medida evita la pérdida directa de aquellos ejemplares para los cuales el trasplante constituye una alternativa técnicamente viable y permite su reincorporación a superficies destinadas a la recuperación de la cobertura vegetal.

La selección de los individuos y especies sujetos a rescate se realizará atendiendo principalmente a su viabilidad técnica de extracción, manipulación, traslado y establecimiento posterior. Es importante considerar que las especies vegetales presentan respuestas distintas al trasplante; mientras algunas poseen características morfológicas, fisiológicas o reproductivas que permiten su extracción y reubicación con probabilidades razonables de supervivencia, otras presentan sistemas radicales, portes, estados de desarrollo o respuestas fisiológicas que hacen que su extracción genere un nivel de estrés elevado y, consecuentemente, una baja probabilidad de supervivencia posterior.

En este sentido, el Programa no plantea el rescate indiscriminado de la totalidad de los individuos presentes en las áreas de CUS, ya que la extracción de ejemplares cuya biología o condición particular determine una baja viabilidad de trasplante no necesariamente representa un beneficio ambiental efectivo. Por el contrario, la medida se concentra en aquellos individuos y especies para los cuales las labores de rescate y reubicación constituyen una alternativa técnicamente apropiada y con posibilidades favorables de establecimiento. Este criterio permite orientar las actividades hacia acciones que representen una contribución efectiva a la conservación de los elementos vegetales, evitando someter innecesariamente a procesos de extracción y traslado a ejemplares cuya respuesta al trasplante sea desfavorable.

Los individuos rescatados serán reubicados en las mismas superficies consideradas para la ejecución del Programa de Reforestación, diferenciando su destino de acuerdo con el tipo de vegetación del cual procedan. De esta manera, los ejemplares provenientes de

Consulta Pública

Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia serán dirigidos hacia las áreas de reforestación asociadas a Selva Baja Caducifolia, mientras que aquellos provenientes de Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia serán establecidos en las superficies correspondientes a Selva Mediana Caducifolia. Esta correspondencia permite mantener, en la medida de lo posible, condiciones ambientales compatibles con los requerimientos ecológicos de los individuos trasladados y evita su reubicación en ambientes distintos de aquellos en los que se desarrollan actualmente.

La utilización conjunta de las superficies destinadas a reforestación genera además una complementariedad entre ambos programas. Mientras el Programa de Reforestación establece una estructura inicial mediante la plantación dirigida de especies arbóreas nativas, el Programa de Rescate y Reubicación incorpora individuos procedentes directamente de las superficies intervenidas. En consecuencia, las áreas receptoras no dependerán exclusivamente de los ejemplares producidos o adquiridos para la reforestación, sino que recibirán adicionalmente elementos vegetales originalmente presentes en las áreas de CUS, contribuyendo a incrementar la diversidad y heterogeneidad de la vegetación en proceso de recuperación.

Esta complementariedad adquiere particular relevancia considerando que las superficies receptoras permanecerán protegidas y sujetas a seguimiento, lo que permitirá reducir factores de perturbación durante el periodo crítico de establecimiento. La presencia conjunta de individuos reforestados y reubicados favorecerá progresivamente la generación de cobertura, acumulación de materia orgánica y formación de condiciones microambientales que, aunadas a la cercanía de las áreas receptoras con remanentes de Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Caducifolia, podrán facilitar el establecimiento espontáneo de otras especies mediante procesos de dispersión y regeneración natural.

Por otra parte, el rescate y reubicación contribuye a reducir la magnitud del efecto directo ocasionado por el desmonte, debido a que una proporción de los individuos que se encuentran dentro de las superficies sujetas a CUS no será eliminada, sino trasladada hacia áreas destinadas a su conservación y establecimiento. En este sentido, la medida tiene un carácter fundamentalmente preventivo y de mitigación, al actuar antes de la intervención de las superficies y permitir conservar aquellos ejemplares cuya permanencia puede asegurarse mediante técnicas adecuadas de manejo.

Por lo anterior, el número de individuos considerado para rescate no debe interpretarse exclusivamente en función de su proporción respecto de las existencias totales de vegetación, sino en función de la susceptibilidad y viabilidad real de los ejemplares para responder favorablemente al proceso de trasplante. La efectividad ambiental de la medida radica en privilegiar la supervivencia y establecimiento posterior sobre la extracción indiscriminada de individuos, de manera que los esfuerzos de rescate se concentren en aquellos elementos para los cuales existe una expectativa técnicamente razonable de conservación.

En conjunto, el rescate y reubicación de 1,999 individuos, su establecimiento en superficies ambientalmente compatibles y destinadas también a reforestación, así como su posterior

Consulta Pública

mantenimiento y seguimiento, constituyen una medida congruente con la naturaleza de los impactos asociados al CUS. Su implementación permitirá conservar directamente una fracción de los elementos vegetales actualmente presentes en las áreas de intervención y, de manera complementaria con el Programa de Reforestación y los procesos de regeneración natural, contribuirá a la recuperación progresiva de la cobertura, estructura y composición florística de las superficies receptoras.

1.15 REFERENCIAS

Prieto-Ruíz, J.Á. & Goche-Télles, J.R. (2016) Las reforestaciones en México: problemática y alternativas de solución. UJED editorial, Durango, Durango, México. 79 pp.

Consulta Pública

Programa de Reforestación

Línea de Transmisión asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Datos Protegidos por la LFTAIPG.

Umán, Yucatán, México

Consulta Pública

Contenido

1 PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA 1

1.1 INTRODUCCIÓN 1

1.2 OBJETIVOS PARTICULARES 3

1.3 METAS PARTICULARES 3

1.4 RESPONSABLES DEL DESARROLLO 4

1.5 METODOLOGÍA 4

1.5.1 PLANEACIÓN 4

1.5.2 ELECCIÓN DE LAS ESPECIES A REFORESTAR 5

1.5.3 ADQUISICIÓN DE GERMOPLASMA 6

1.5.4 SUPERFICIE A REFORESTAR 7

1.5.5 TRANSPORTE DE PLANTA 7

1.5.6 DISEÑO DE LA PLANTACIÓN 8

1.6 MEDIDAS ESPECIFICAS QUE SE IMPLEMENTARÁN PARA PREVENIR, MITIGAR O COMPENSAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 8

1.6.1 REFORESTACIÓN (ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN) 8

1.6.2 ACCIONES A REALIZAR PARA EL MANTENIMIENTO Y SUPERVIVENCIA 10

1.7 INDICADORES DE REALIZACIÓN 11

1.8 INDICADORES DE EFICIENCIA 11

1.9 ANÁLISIS, PROCESAMIENTO DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 12

1.9.1 INFORME DE AVANCE Y RESULTADOS 12

1.10 CALENDARIO DE COMPROBACIÓN 14

1.11 PUNTO DE COMPROBACIÓN 15

1.12 MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN 15

1.13 REFERENCIAS 18

Consulta Pública

1 PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA

1.1 INTRODUCCIÓN

México es uno de los países con mayor diversidad biológica (Gío-Argáez & López-Ochoterena 1993; Ramamoorthy et al. 1993; Villaseñor 2003). Esta diversidad tiene origen en su amplio rango de climas y relieves montañosos. Diversos autores ubican a México como uno de los países con mayor riqueza florística, encontrando en su territorio más especies de pinos, agaves, cactos y encinos que en otros países (Akeroyd & Synge 1992; Heywood & Davis 1997; Mittermeier & Goettsch 1992; Neyra & Durand 1998; Villaseñor 2003, 2004, 2016).

Aun así, el territorio presenta procesos crecientes de deforestación, pérdida y degradación de ecosistemas relacionados al avance de fronteras agrícolas y pecuarias. En la actualidad el territorio se encuentra fragmentado por grandes superficies forestales degradadas a totalmente destruidas.

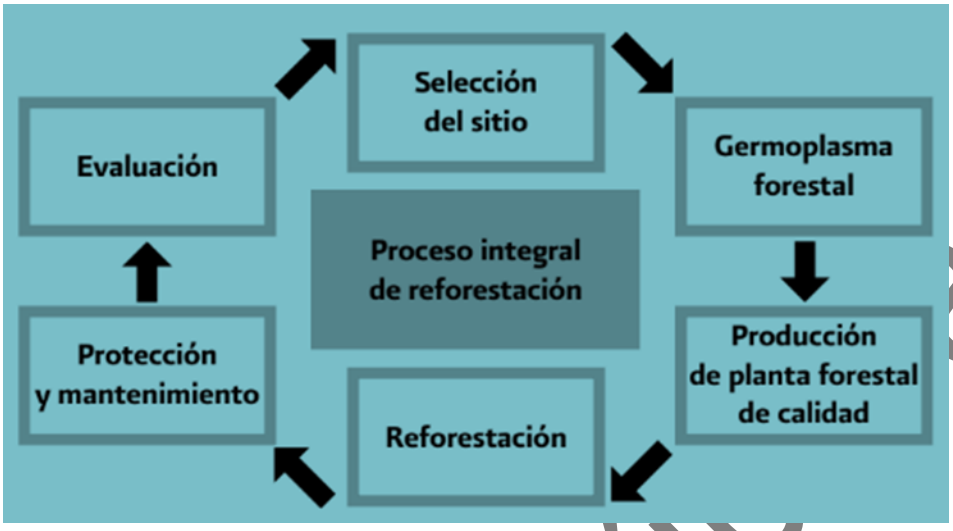
Debido a estos procesos, existen áreas en la que el disturbio ha sido tan intenso y recurrente, que la regeneración natural de la cubierta vegetal original es extremadamente baja. En estos casos, es necesaria la intervención con el fin de estabilizar las condiciones naturales del ambiente. Prácticas como la forestación, reforestación y conservación de suelos promueven un mejoramiento de las condiciones naturales del medio afectado (Comisión Nacional Forestal, CONAFOR 2010).

Yucatán ocupa el 20º lugar de extensión territorial a nivel nacional con aproximadamente 43,379 km². Este estado posee grandes áreas con ambientes naturales originales, parte de las cuales están protegidas en extensas reservas. Sin embargo, la perdida de la diversidad biológica por perturbación y alteración de las comunidades bióticas aumenta en el estado conforme se incrementa la población humana y las áreas urbanas extienden su territorio.

La reforestación es un proceso que comprende las actividades involucradas en la plantación de árboles (planeación, obtención de germoplasma, selección del sitio de reforestación, preparación del terreno, plantación, mantenimiento, protección y manejo) con el fin de repoblar zonas cubiertas por vegetación nativa original en un pasado históricamente reciente (Fig. 1).

Consulta Pública

Figura 1: Componentes del proceso integral de reforestación. Tomado de (Comisión Nacional Forestal, CONAFOR 2010).



Etapa de Operación	
Programa de Reforestación	
Impacto que atenuará	
• Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS en el área con infraestructura • Aumento en la erosión hídrica • Modificación en la capacidad de infiltración • Disminución en la calidad visual del paisaje por el CUS. la presencia de vehículos, maquinaria e infraestructura del Proyecto • Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por motivo de la preparación del terreno • Afectación a especies de flora que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	
Descripción de la medida	Se inducirá una reforestación en superficies donde los factores de perturbación de la cubierta vegetal se efectuaron con anterioridad, con el fin de compensar el impacto a la pérdida de vegetación por motivo del CUS.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en la superficie reforestada *in situ*, y la superficie planteada según el calendario de actividades.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida mediante el análisis de la supervivencia de los individuos plantados.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente tras finalizar la etapa de construcción, una vez iniciada la etapa de operación y mantenimiento.
Umbral inadmisible	Será inadmisible iniciar con la etapa de operación sin haber iniciado con los preparativos de la reforestación. Sin perjuicio de lo anterior, esta fecha es variable ya que la reforestación deberá iniciar a la par de la temporada de lluvias, para lograr su eficiencia.

Etapa de Operación	
Programa de Reforestación	
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra y de seguimiento de implementación del PVA.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras realizadas.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse alguna mortandad en los individuos debido a temporadas de secas muy prolongadas se deberán realizar riegos extraordinarios. De observarse la mortandad de más del 20% anual de los individuos reforestados, estos deberán ser reemplazados con individuos nuevos. Todas estas actividades (riegos comunes, riegos extraordinarios, mortandad, reemplazo de individuos deberán integrarse en las bitácoras de obra y en los reportes de seguimiento del PVA). El monitoreo de estas especies deberá realizarse por cinco años desde de la reforestación inicial, hasta garantizar su exitosa implantación.
Clasificación	Medida de mitigación y compensación
Etapa de aplicación	Etapa de operación y mantenimiento
Ubicación	Se reforestarán 12 especies nativas de Selva Baja Caducifolia en 4.4912 ha así como 9 especies de Selva Mediana Caducifolia en 1.350 ha.

1.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Cumplir con la aplicación de las medidas de mitigación y compensación identificadas para los impactos erosión, infiltración y pérdida de vegetación.
- Compensar la disminución en la capacidad de infiltración del suelo ocasionada por remoción de la vegetación, así como la perdida de la cubierta vegetal.

1.3 METAS PARTICULARES

- Reforestar 18,651 individuos pertenecientes a 12 especies arbóreas nativas de Selva Baja Caducifolia en 4.4912 ha adyacentes a este tipo de vegetación, así como 7,714 individuos pertenecientes a 9 especies arbóreas nativas de Selva Mediana Caducifolia en 1.3450 ha adyacentes a este tipo de vegetación.
- Asegurar la supervivencia del 80% de los individuos reforestados.
- Contribuir a la conservación de la diversidad biológica nativa y los procesos ecológicos de la zona del proyecto.

Bajo el contexto de los objetivos y metas anteriormente planteados, el presente programa tiene como fin garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras en relación a la propuesta de construcción del proyecto Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin.

Así mismo, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (H. Congreso de la Unión 2018), tiene por objeto regular, fomentar la conservación, proteger, restaurar, producir, ordenar, cultivar, manejar y aprovechar los ecosistemas forestales del país y sus recursos,

Consulta Pública

así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación según el artículo primero. Igualmente, el artículo tres tiene como algunos de sus objetivos específicos, la restauración de los ecosistemas y la recuperación y desarrollo de bosques en terrenos preferentemente forestales con el fin de que cumplan la función de conservar suelos y aguas, además de dinamizar el desarrollo rural.

En este contexto, la reforestación, que bajo la definición dentro del artículo siete, fracción XXXI, consiste en el establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales, representa una maniobra prioritaria para lograr conseguir la restauración y desarrollo de las áreas tratadas.

1.4 RESPONSABLES DEL DESARROLLO

El responsable de la realización de este programa es Datos Protegidos por la LFTAIPG., el responsable del desarrollo y supervisión de la correcta aplicación de este programa, así como de integrarlo en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) será el supervisor ambiental del proyecto.

Personal

Se empleará la mano de obra de 6 a 12 personas o más de acuerdo a la velocidad de avance de rescate, reubicación o la exigencia de calendario.

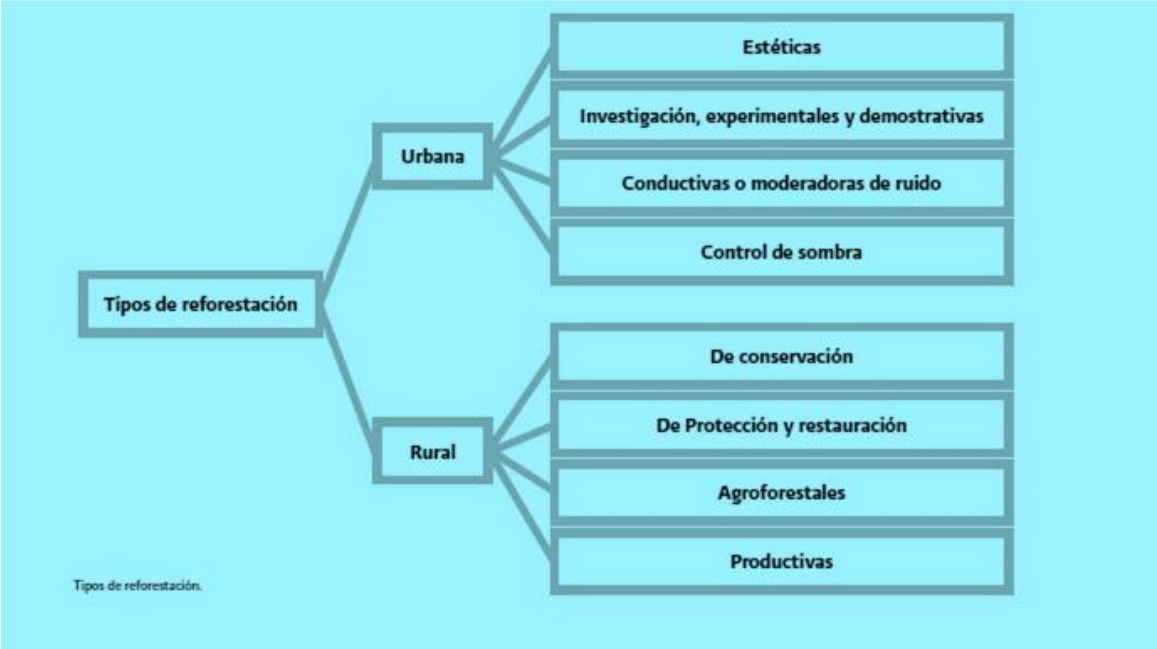
1.5 METODOLOGÍA

1.5.1 PLANEACIÓN

Conforme a los tipos de reforestación establecidos por CONAFOR (2010) (Fig.2), la reforestación a proyectar en este escrito se establece por su descripción al tipo “rural de protección y restauración”. Este tipo de restauración se define por su establecimiento en superficies forestales o potencialmente forestales donde originalmente existían bosques, selvas o vegetación semiárida no perturbada, con el propósito de proteger y contribuir a la estabilización y restauración de terrenos donde existen fuertes problemas de pérdida de vegetación y erosión de suelo.

Consulta Pública

Figura 2: Tipos de reforestación establecidos por SEMARNAT, 2010.



1.5.2 ELECCIÓN DE LAS ESPECIES A REFORESTAR

Con el fin de mitigar los daños causados por la construcción del proyecto, se seleccionó a un grupo de especies forestales nativas tanto de la Selva Baja Caducifolia, como de la Selva Mediana Caducifolia con posibilidad de cubrir las superficies desprovistas de vegetación. Estas entidades biológicas poseen afinidades de colonización secundaria, participando activamente en la sucesión ecológica del medio, acelerando el curso a etapas ecológicas potenciales, participando como elementos fundamentales en la colonización de medios perturbados, modificando positivamente su integridad y prestando modas nodrizas para otras especies.

Tabla 1: Especies a reforestar correspondientes a la Selva Baja Caducifolia.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Individuos a reforestar
Bauhinia divaricata	May wakax	-	LC	-	229
Bursera simaruba	Cha-kah	-	LC	-	3010
Ceiba pentandra	Ya' axche'	-	LC	-	8
Cenostigma gaumeri	Kitam che'	-	LC	-	2490
Chloroleucon mangense	Ya' ax eek'	-	LC	-	87
Erythrina standleyana	Chacmolcheí	-	LC	-	165
Erythrostemon yucatanensis	Chuum	-	LC	-	252
Jatropha gaumeri	Chul	-	LC	-	622
Leucaena leucocephala	Guachín	-	-	-	890
Lysiloma latisiliquum	Bo'ox salam	-	LC	-	961

Consulta P

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Individuos a reforestar
Mimosa bahamensis	Box kaatsim	-	LC	-	6170
Piscidia piscipula	Haabí	-	LC	-	3766
Total					**18651**

Tabla 2: Especies a reforestar correspondientes a la Selva mediana Caducifolia.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Individuos a reforestar
Bauhinia divaricata	May wakax	-	LC	-	722
Bursera simaruba	Cha-kah	-	LC	-	375
Ceiba pentandra	Ya' axche'	-	LC	-	27
Cenostigma gaumeri	Kitam che'	-	LC	-	1040
Jatropha gaumeri	Chul	-	LC	-	107
Leucaena leucocephala	Guachín	-	LC	-	650
Lysiloma latisiliquum	Bo'ox salam	-	LC	-	1044
Mimosa bahamensis	Box kaatsim	-	LC	-	2454
Piscidia piscipula	Haabí	-	LC	-	1296
Total					**7714**

En caso de no encontrar o no obtener resultados favorables de reproducción por semilla, las especies listadas podrán cambiarse en especie o número de individuos por individuos nativos disponibles.

1.5.3 ADQUISICIÓN DE GERMOPLASMA

La obtención de material vegetativo se hará a través de la adquisición de individuos producidos dentro de UMA (Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre) o viveros forestales, y en caso de no localizar individuos de algún taxa se procederá a la producción en vivero de la o las especies contempladas, a partir de la colecta de germoplasma nativo. Es importante mencionar que el uso de germoplasma de calidad para la reforestación contribuye a la conservación de la diversidad biológica de las especies forestales seleccionadas.

La cantidad de organismos a obtener incumbirá al 100% de individuos en relación a la densidad arbórea actual de los sitios considerados a desmonte (área de CUS) dentro del Proyecto. Bajo este sentido, la cantidad de individuos a adquirir obedecerá al número necesario de organismos para completar las densidades actuales por tipo de vegetación involucrado, esto es, 4,153 ind/ha para la Selva Baja Caducifolia y 5,735 ind/ha para la Selva Mediana Caducifolia.

Vivero

Consulta Pública

Los árboles obtenidos por colecta de germoplasma pasaran en el vivero aproximadamente 1 año o hasta alcanzar una altura aproximada de 100 centímetros y con esto asegurar la mayor sobrevivencia de los individuos al llevarlos a la reforestación.

Sustrato

El sustrato que se utilizara será una mezcla de materia orgánica, rico en nutrientes, preparado para las camas, almacilleras, semilleras o invernaderos, de modo que se cree una superficie apta para la germinación de plantas. Éste no debe contener piedras ni raíces, por esta razón se debe cernir.

Para la preparación del sustrato, se deberá considerar lo siguiente:

- 2 partes de arena
- 1 parte de compost (humus de lombriz)
- 7 partes de tierra nativa

Preparación de los envases (bolsas)

Se tratará de bolsa para vivero de diferentes tamaños, esto en repuesta a los distintos estados de crecimiento de las plantas producidas, que servirán para el traslado de las plantas de los viveros a los lugares definitivos de plantación, el tamaño dependerá de la planta y del tiempo de permeancia en vivero o invernadero de la misma.

Los envases utilizados habitualmente son bolsas negras de polietileno de 10 x 25 centímetros, aunque cabe resaltar que el tamaño dependerá también de la planta que se germinará; estas bolsas deberán ser perforadas para facilitar la salida de agua de la maceta.

1.5.4 SUPERFICIE A REFORESTAR

Las áreas de reforestación se localizarán sobre una superficie similar a la del área de CUS con indicios de perturbación (52 ha), la cual será designada durante el trabajo de campo concerniente a esta actividad. Esta superficie será compartida con la ejecución del Programa de Rescate y Reubicación de Flora (ver programa). Esta superficie será destinada a obras de restauración de la cubierta vegetal y será resguardada de factores perturbantes.

1.5.5 TRANSPORTE DE PLANTA

El trasporte de planta del punto de adquisición al área de reforestación debe hacerse con sumo cuidado, evitando daños mecánicos a cualquier órgano de los individuos. Para evitar posibles daños se recomienda elegir una hora adecuada para evitar la excesiva exposición al sol y corrientes de aire, elegir rutas adecuadas con el fin de evitar movimientos bruscos, transportar cantidades óptimas de individuos por viaje y distribuir correctamente a los individuos tratando de encimarlos lo menos posible.

La descarga de plantas se efectuará en un lugar plano, teniendo cuidado con los movimientos bruscos que pudieran originar pérdida de la tierra del cepellón. Al hacer la

Consulta Pública

distribución en el terreno se toman los contenedores por las orillas, nunca del tallo de la planta.

1.5.6 DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

Es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta que en sus etapas juveniles la plantación debe ser mayor en densidad que cuando es adulta. Es por esta razón que la compensación seleccionada es al 100%, proyectando un buffer de mortandad suficiente para cumplir con el 80% de supervivencia de la ha tipo.

El marqueo de plantación será aleatorio (Prieto-Ruíz & Goche-Télles 2016), localizando el mejor sitio de plantación para cada organismo, tomando en cuenta que no sea vulnerable a la perdida de energía por competencia con malezas, falta de radiación solar o que se encuentre expuesto a daños físicos causados por otras plantas o fauna local.

1.6 MEDIDAS ESPECIFICAS QUE SE IMPLEMENTARÁN PARA PREVENIR, MITIGAR O COMPENSAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

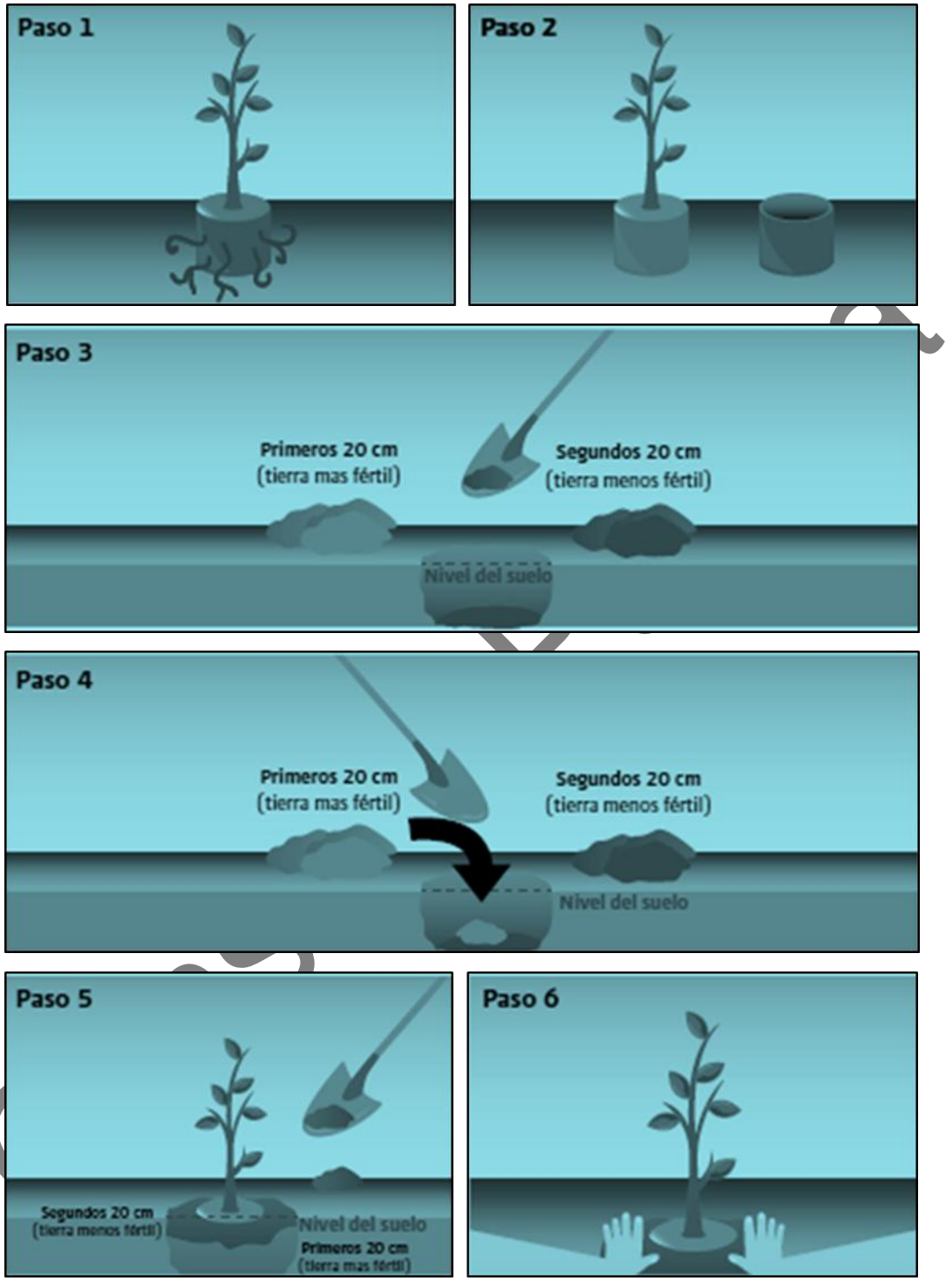
1.6.1 REFORESTACIÓN (ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN)

La preparación del terreno será manual con la ayuda de herramientas básicas como azadón, pala, talacho, barreta, pico, coa, hacha o machete, entre otras. Con este método solo se trabaja el área donde se colocará la planta, evitando alteraciones innecesarias y la perdida de suelo por remoción superflua.

Para el establecimiento de la plantación se utilizará el sistema de cepa común. Este sistema consiste en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos. Con el fin de invertir las capas, el llenado de la cepa será hasta 20 cm aproximadamente, para este proceso deberá colocarse la primera capa de tierra que inicialmente se retiró. Posteriormente, se extraerá del contenedor la planta, colocándola con toda la tierra dentro de la cepa. Después la cepa se llenará con la segunda capa de tierra que se retiró inicialmente. Finalmente se apisonará ligeramente la tierra para no dejar espacios libres con aire.

Es necesario evitar errores como plantar individuos en contenedores, colocar el tallo muy hundido, plantas con raíces expuestas, cubrir el tallo con demasiada tierra o colocar dos plantas por cepa. Tales errores pueden provocar la muerte de individuos mal establecidos.

Consulta Pública


Paso 1
Paso 2
Paso 3
Primeros 20 cm
(tierra mas fértil)
Segundos 20 cm
(tierra menos fértil)
Nivel del suelo
Paso 4
Primeros 20 cm
(tierra mas fértil)
Segundos 20 cm
(tierra menos fértil)
Nivel del suelo
Paso 5
Segundos 20 cm
(tierra menos fértil)
Nivel del suelo
Primeros 20 cm
(tierra mas fértil)
Paso 6

1.6.2 ACCIONES A REALIZAR PARA EL MANTENIMIENTO Y SUPERVIVENCIA

1.6.2.1 TRABAJOS PREVIOS A LA REFORESTACIÓN

Las actividades previas a la reforestación tienen por objeto lograr establecer una biomasa similar a la del área de CUS en un lapso de tiempo no mayor a 5 años, así como facilitar las labores de plantación.

Accesibilidad y limpieza del terreno

El área debe de contar con buen acceso para facilitar los trabajos de plantación y posteriormente mantenimiento, por lo tanto, es necesario contar con caminos prestablecidos en el área. Por otro lado, la limpieza previa del terreno está destinada a eliminar las malezas tanto nativas como introducidas que puedan competir con los organismos reforestados por luz, agua y nutrientes.

Protección

Con el fin de evitar daño o destrucción de los individuos reforestados, es recomendable (opcional) proteger las áreas reforestadas impidiendo el acceso de agentes destructores como ganado, fauna nativa o personas ajenas al proyecto, que pueda generar un daño contundente a la plantación.

Con este fin, es ampliamente recomendado (opcional) la instalación de un cerco con malla ciclónica que impida el acceso al área durante el desarrollo y crecimiento de las plantas y hasta que estas se consideren fuera de peligro. Las características de este cerco se deben adecuar a manera que este se mantenga erecto, tenso y correctamente distribuido para evitar el acceso a fauna tanto de porte bajo como alto.

Es importante precisar que el proceso de reforestación no termina al concluir la plantación, sino que se continúa con un sistema integrado de control de agentes patógenos que puedan afectar a los individuos plantados.

En caso de la presencia de estos agentes es necesario diseñar una estrategia que combine diferentes acciones para tratar el problema, siempre teniendo en cuanta la disminución de uso de agroquímicos, e implementando técnicas que eviten impactar negativamente sobre el ambiente y la salud humana.

1.6.2.2 TRABAJOS POSTERIORES A LA REFORESTACIÓN

Estas actividades tienen el objetivo de favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas ya instaladas. Se recomienda que estas acciones se desarrollen en un lapso de al menos tres años una vez ubicados los ejemplares.

Es recomendable realizar un control de malezas que consiste en la eliminación de la vegetación indeseable que limite el desarrollo y crecimiento de las plantas reforestadas, además, la materia vegetal eliminada es susceptible a ser utilizada como arrope para guardar humedad, y en combinación con fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas se genera abono natural amigable con el medio ambiente y aprovechable en la reforestación.

Consulta Pública

Así mismo, a manera de manutención, es indispensable mantener una densidad definida de plantas, esto se logra remplazando las plantas muertas por organismos vivos en tamaño similar durante cada época de lluvias.

1.7 INDICADORES DE REALIZACIÓN

Este indicador se obtendrá mediante la comparación entre la proporción de individuos vivos en relación con los individuos plantados, extrapolando los datos de las superficies de muestreo a la totalidad de la plantación.

La estimación de sobrevivencia permite crear un panorama de estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{n} ai}{\sum_{i=1}^{n} mi} \times 100$$

Donde:
$\sum_{i=1}^{n}$ = sumatoria de los datos de acuerdo a la variable *a* o *m*.
p = proporción estimada de árboles vivos.
ai = número de plantas vivas en el sitio de muestreo *i*.
mi = número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo *i*.

1.8 INDICADORES DE EFICIENCIA

Este indicador se obtendrá al evaluar el vigor el cual se clasifica como bueno, cuando la planta presenta un follaje denso, color adecuado y amplia cobertura de copa, regular, cuando el árbol mantiene un follaje menos denso, color desfavorable y follaje medio y malo, cuando el follaje es amarillento, ralo y posee hojas débiles. Esto nos dará información acerca del estado sanitario de las plantas dentro de reforestación con el fin de detectar problemas de desarrollo y crecimiento y diseñar planteamientos de solución adecuados.

La evaluación del estado sanitario proporciona conocimiento acerca de la salud de los individuos plantados, considerando daños por plagas o síntomas de enfermedades. La figura 3 muestra gráficamente el proceso de manejo de plagas y enfermedades en caso de detectar la presencia de un patógeno, esto con el fin de aplicar estrategias de control adecuadas, sistemáticas y eficientes.

$$ps = \frac{\sum_{i=1}^{n} Si}{\sum_{i=1}^{n} ai} \times 100$$

Donde:
$\sum_{i=1}^{n}$ = sumatoria de los datos de acuerdo a la variable *S* o *a*.
ps = proporción estimada de árboles sanos.
Si = número de árboles sanos en el sitio de muestreo *i*.
ai = número de árboles vivos en el sitio de muestreo *i*.

Consulta Pública

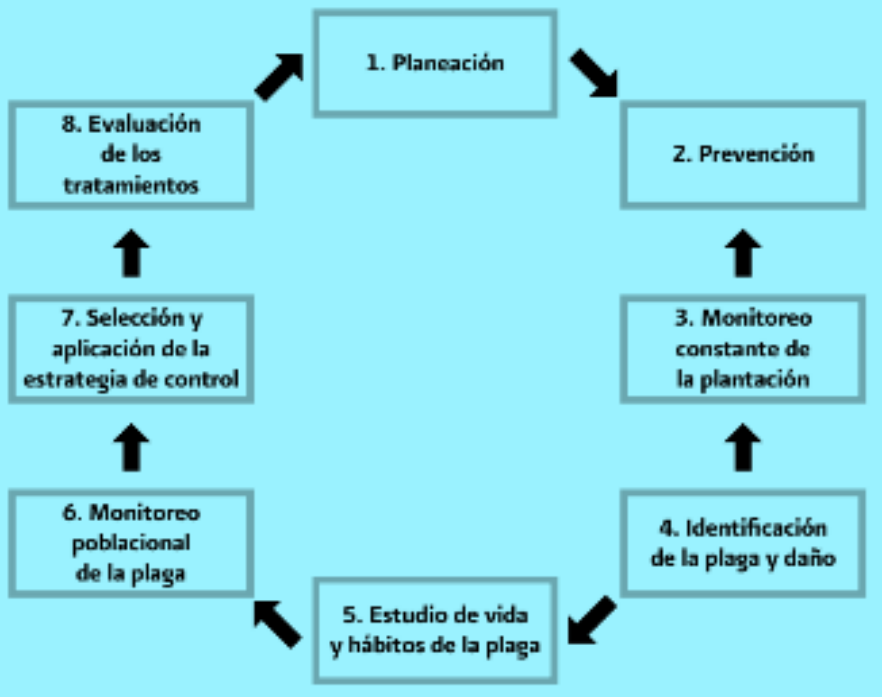
$$pv = \frac{\sum_{i=1}^{n} vi}{\sum_{i=1}^{n} ai} \times 100$$

Donde:

$\sum_{i=1}^{n}$ = sumatoria de los datos de acuerdo a la variable *v* o *a*.
pv = proporción estimada de árboles vigorosos.
vi = número de árboles vigorosos en el sitio de muestreo *i*.
ai = número de árboles vivos en el sitio de muestreo *i*.

Cabe mencionar que los datos de la evaluación por muestreos del estado sanitario, así como de estimación de vigor de la plantación, se extrapolaran de acuerdo a la superficie total de la plantación.

Figura 3: Proceso en el manejo y control de plagas y enfermedades. Tomado de SEMARNAT, 2010.



1.9 ANÁLISIS, PROCESAMIENTO DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

1.9.1 INFORME DE AVANCE Y RESULTADOS

Los reportes a la autoridad ambiental correspondiente se realizarán anualmente durante un periodo de cinco años, en estos se indicará al respecto toda la información registrada a las labores de reforestación. Dentro de los informes se incorporará:

- Métodos utilizados.
- Registro de individuos reforestados.
- Reporte de supervivencia de individuos reforestados.
- Bitácora de avances y obras de reforestación.
- Memoria fotográfica.

Consulta

- Evaluación de la efectividad de las obras realizadas.

Los informes se realizarán de manera anual y serán integrados en el PVA que se entregará a la autoridad.

Consulta Pública

1.10 CALENDARIO DE COMPROBACIÓN

Actividad	Meses																								Años																	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30
Adquisición de germoplasma																										X																									
Delimitación del área de reforestación																										X																									
Limpieza del terreno																										X																									
Instalación de estructuras de protección																										X																									
Reforestación (establecimiento de la plantación)																										X																									
Evaluación de la reforestación																										X	X	X	X	X																					
Mantenimiento																										X	X	X	X	X																					
Seguimiento y/o Mantenimiento (de ser necesario)																										X	X	X	X	X																					
Informe de avances y resultados																										X	X	X	X	X																					

Este cronograma coincide con programa General del Trabajo, toda vez que la reforestación comienza una vez iniciada y avanzada la etapa de Operación y Mantenimiento.

Consulta Pública

1.11 PUNTO DE COMPROBACIÓN

El sitio a restaurar consistirá en una extensión de terreno perturbada de 5.8362 ha, de estas 4.4912 ha corresponderán a la reforestación concerniente a la Selva Baja Caducifolia y 1.3450 ha a superficie correspondiente a la reforestación de Selva Mediana Caducifolia. De esta manera se impactará de manera positiva directamente sobre sitios donde los indicios de perturbación de la cubierta vegetal se efectuaron. Este sitio se caracterizará por la reducción en densidad de organismos vegetales en comparación a las áreas adyacentes. Asimismo, conectara parches aislados de vegetación para dar continuidad a los corredores biológicos y flujo génico local.

1.12 MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

Adicionalmente, en caso de conocer durante el proceso de evaluación la decadencia de organismos en un porcentaje menor al 80% de supervivencia, se considerará sin excepción la reproducción o compra de germoplasma nativo para compensar la pérdida conocida.

1.13 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA

Los costos presentados a continuación corresponden a la aplicación anual del programa. En este sentido se especifica que, conforme al avance y paso del tiempo además de la exigencia de calendario, tales cifras pueden cambiar.

Programa de Reforestación						
Concepto		**Cantidad**	**Unidad**	**Costo Unitario**	**Unidad**	**Costo Total**
Capital humano						
Especialista	1	12	meses	$25,000.00	Salario mensual	$300,000.00
Personal	5	12	meses	$9,000.00	Salario mensual	$540,000.00
Materiales o equipo						
Vehículo	1	12	meses	$25,000.00	Renta	$300,000.00
Bidón	1	1	meses	$3,000.00	Compra	$3,000.00
Agua Pipas	1	12	meses	$1,000.00	Compra	$12,000.00
Arboles	26,365	1	individuos	$30.00	Compra	$790,950
Poceras	4	1	meses	$600.00	Compra	$2,400.00
Palas	4	1	meses	$300.00	Compra	$1,200.00
Azadones	4	1	meses	$300.00	Compra	$1,200.00
Talachos	4	1	meses	$300.00	Compra	$1,200.00
Carretillas	4	1	meses	$1,200.00	Compra	$4,800.00
Guantes	5	1	meses	$200.00	Compra	$1,000.00
Casco	5	1	meses	$200.00	Compra	$1,000.00
Chaleco	5	1	meses	$200.00	Compra	$1,000.00

Consulta Pública

Programa de Reforestación						
Concepto		**Cantidad**	**Unidad**	**Costo Unitario**	**Unidad**	**Costo Total**
Polainas	5	1	meses	$1,200.00	Compra	$6,000.00
Botas	5	1	meses	$700.00	Compra	$3,500.00
Lentes	5	1	meses	$100.00	Compra	$500.00
Laptop	1	1	meses	$15,000.00	Compra	$15,000.00
GPS´s	1	1	meses	$7,000.00	Compra	$7,000.00
Cámaras fotográficas	1	1	meses	$3,000.00	Compra	$3,000.00
Papelería	1	1	meses	$10,000.00	Compra	$10,000.00
TOTAL, COSTO DE LA IMPLEMENTACION						**$2,004,750.00**

1.14 JUSTIFICACIÓN DE LA EQUIVALENCIA DE LA MEDIDA

La medida de reforestación propuesta se considera equivalente y proporcional a los efectos derivados del cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUS), toda vez que su diseño parte directamente de la superficie sujeta a desmonte y de las existencias arbóreas estimadas para dichas áreas. En este sentido, la medida contempla la reforestación de 18,651 individuos pertenecientes a 12 especies arbóreas nativas de Selva Baja Caducifolia, en una superficie de 4.4912 ha adyacente a este tipo de vegetación, así como el establecimiento de 7,714 individuos correspondientes a 9 especies arbóreas nativas de Selva Mediana Caducifolia, en una superficie de 1.3450 ha igualmente adyacente a este tipo de vegetación. En conjunto, la medida representa el establecimiento de 26,365 individuos arbóreos en 5.8362 ha, manteniendo además correspondencia entre el tipo de vegetación afectado y aquel con el cual se encuentra asociado cada sitio seleccionado para la reforestación.

La equivalencia de la medida se sustenta, en primera instancia, en una relación de compensación 1:1 respecto de la superficie intervenida y del número de individuos arbóreos estimados en las áreas sujetas a CUS. De esta manera, por cada unidad de superficie forestal afectada se destina una superficie equivalente para la ejecución de acciones de reforestación y, paralelamente, por cada individuo arbóreo estimado dentro de las superficies de CUS se contempla el establecimiento de un individuo arbóreo. Este criterio permite establecer una relación cuantitativa directa, verificable y proporcional entre la magnitud de la afectación y la medida implementada para su compensación.

Es importante señalar que dicha equivalencia no implica necesariamente una reposición individual por especie en una proporción 1:1. La reproducción, propagación y disponibilidad en vivero de algunas de las especies que integran naturalmente la Selva Baja Caducifolia y la Selva Mediana Caducifolia pueden encontrarse limitadas por aspectos relacionados con la disponibilidad de germoplasma, temporalidad en la producción de semillas, viabilidad y requerimientos particulares de germinación, así como por la limitada producción comercial de determinadas especies forestales nativas. Por tal motivo, la selección propuesta prioriza

Consulta Pública

especies arbóreas nativas y características de cada tipo de vegetación, cuya disponibilidad y posibilidades de propagación permitan alcanzar las metas establecidas y garantizar una mayor factibilidad de supervivencia y establecimiento de la plantación. Así, aunque la compensación no reproduce de manera estricta la proporción de cada una de las especies registradas en las áreas de CUS, sí mantiene la equivalencia en términos del número total de individuos arbóreos, superficie atendida y correspondencia ecológica con el tipo de vegetación.

Asimismo, la ubicación de las superficies de reforestación adyacentes a remanentes de Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Caducifolia, según corresponda, representa una condición favorable para que la medida trascienda el simple establecimiento de individuos plantados y contribuya a un proceso progresivo de recuperación de la estructura y composición de la vegetación. La proximidad con comunidades vegetales conservadas o en proceso de recuperación proporciona fuentes naturales de semillas y propágulos y favorece procesos de dispersión por viento, gravedad y fauna, permitiendo que especies no incluidas inicialmente en la plantación puedan incorporarse de manera paulatina mediante procesos de regeneración natural.

Este proceso se verá favorecido adicionalmente porque las superficies reforestadas serán destinadas específicamente a la recuperación de la cobertura vegetal y permanecerán protegidas de factores de perturbación que pudieran comprometer el establecimiento de los individuos. Bajo estas condiciones, la reforestación funcionará como un núcleo inicial para la restauración, donde los individuos establecidos generarán progresivamente condiciones de cobertura, sombra, acumulación de materia orgánica, retención de humedad y mejoramiento del microhábitat que facilitarán el reclutamiento natural de otras especies propias de la Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Caducifolia. Por consiguiente, durante la implementación y seguimiento del Programa de Reforestación es razonable esperar que la riqueza y complejidad florística de las superficies intervenidas aumenten gradualmente, complementando mediante sucesión y regeneración natural la composición inicialmente establecida a través de la plantación.

La equivalencia de la medida también debe analizarse desde una perspectiva funcional, particularmente respecto de los efectos que la remoción de la cobertura vegetal puede generar sobre el suelo y el comportamiento hidrológico de las superficies sujetas a CUS. El desmonte puede ocasionar temporalmente una mayor exposición del suelo al impacto directo de la precipitación, incrementar la susceptibilidad a la erosión hídrica y modificar el balance entre infiltración y escurrimiento superficial, favoreciendo un incremento del volumen de escurrimiento y una disminución de la infiltración respecto de las condiciones con cobertura vegetal.

En este contexto, el establecimiento de cobertura arbórea en una superficie equivalente constituye una medida directamente relacionada con la recuperación de dichas funciones ambientales. Conforme se desarrollen los individuos reforestados, la cobertura de sus copas contribuirá a interceptar parte de la precipitación y disminuir la energía cinética con la que las gotas alcanzan el suelo; paralelamente, el desarrollo de los sistemas radicales

Consulta Pública

favorecerá la estabilidad y estructuración del sustrato, mientras que la acumulación progresiva de hojarasca y materia orgánica permitirá mejorar sus características físicas, incrementar la rugosidad superficial y reducir la velocidad del flujo de agua sobre el terreno. En conjunto, estos procesos contribuyen a disminuir la susceptibilidad a la erosión hídrica y reducir el escurrimiento superficial, favoreciendo simultáneamente la retención e infiltración del agua en el suelo.

A lo anterior se suma el efecto de la regeneración natural que se espera ocurra dentro de las superficies reforestadas. La incorporación gradual de nuevos individuos arbóreos, arbustivos y herbáceos incrementará la cobertura vegetal en los diferentes estratos y, consecuentemente, la protección física del suelo. Por ello, los beneficios de la medida no se restringen a los 26,365 individuos inicialmente establecidos, sino que se espera que evolucionen conforme avance el proceso de recuperación de la comunidad vegetal y se incremente su complejidad estructural.

Por tanto, la medida propuesta presenta una equivalencia cuantitativa, espacial, ecológica y funcional respecto de los efectos asociados al CUS. Es cuantitativamente equivalente al contemplar la reposición de individuos arbóreos en una relación 1:1; espacialmente equivalente al destinar a la reforestación superficies similares a las sujetas a desmonte; ecológicamente congruente al emplear especies nativas de los tipos de vegetación afectados y localizar las acciones en áreas adyacentes a Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Caducifolia; y funcionalmente compensatoria al promover nuevamente procesos de protección y estabilización del suelo, reducción de la erosión y del escurrimiento superficial, incremento de la infiltración, generación de cobertura vegetal y recuperación progresiva de las condiciones necesarias para el establecimiento natural de otras especies.

En consecuencia, la reforestación no debe entenderse únicamente como la sustitución numérica de los elementos arbóreos retirados, sino como una medida integral de compensación y recuperación ambiental, diseñada en proporción a la magnitud de la afectación y dirigida a restituir progresivamente tanto elementos estructurales de la vegetación como funciones ambientales asociadas al suelo y al ciclo hidrológico. La combinación del establecimiento dirigido de especies arbóreas nativas, la protección permanente de las superficies intervenidas y los procesos subsecuentes de regeneración natural permite prever una mejora progresiva de las condiciones ambientales de los sitios, compensando los efectos derivados del desmonte y proporcionando una base para su recuperación ecológica en el mediano y largo plazo.

Consulta Pública

1.15 Referencias

Akeroyd, J. & Synge, H. (1992) Higher plant diversity. Global Biodiversity, status of the *Earth's living resources*. Chapman & Hall, Londres, Inglaterra, pp. 64–87.

Comisión Nacional Forestal, CONAFOR (2010) Prácticas de reforestación, manual básico. Comisión Nacional Forestal / Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 64 pp.

Gío-Argáez, R. & López-Ochoterena, E. (1993) Diversidad biológica en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Ciudad de México, México. 1–428 pp.

H. Congreso de la Unión (2018) Diario Oficial de la Federación Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 69pp.

Heywood, V.H. & Davis, S.D. (1997) Introduction. Centres of Plant Diversity. A guide and strategy for their conservation. WWF/UICN, Cambridge, Inglaterra, pp. 1–38.

Mittermeier, R.A. & Goettsch, C. (1992) La importancia de la diversidad biológica de México. México ante los retos de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México, pp. 63–73.

Neyra, L. & Durand, L. (1998) Biodiversidad. La diversidad biológica de México: estudio del país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México, pp. 61–102.

Prieto-Ruíz, J.Á. & Goche-Télles, J.R. (2016) Las reforestaciones en México: problemática y alternativas de solución. UJED editorial, Durango, Durango, México. 79 pp.

Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A. & Fa, J. (1993) Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution. Oxford University Press, New York, E.U.A. 812 pp.

Villaseñor, J.L. (2003) Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. Interciencia 28: 160–167.

Villaseñor, J.L. (2004) Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 75: 105–135. https://doi.org/10.17129/botsci.1694

Villaseñor, J.L. (2016) Checklist of the native vascular plants of Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad 87: 559–902. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017

Consulta Pública

Programa De Ahuyentamiento, Rescate Y Reubicación De Fauna Silvestre

Línea de Transmisión asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Datos Protegidos por la LFTAIPG.

Consulta Pública

Umán, Yucatán, México

1 PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE 1

1.1 INTRODUCCIÓN 1
1.2 OBJETIVOS PARTICULARES 4
1.3 METAS PARTICULARES 4
1.4 RESPONSABLES 4
1.5 MÉTODO 4
1.5.1 TÉCNICAS DE AHUYENTAMIENTO, MANEJO, RESCATE Y REUBICACIÓN 4
1.5.2 RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL ENCARGADO DE AHUYENTAMIENTO, MANEJO, RESCATE Y REUBICACIÓN 5
1.5.3 REGISTRO DE FAUNA 6
1.5.4 APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE FAUNA 6
1.6 MEDIDAS ESPECÍFICAS 7
1.6.1 TÉCNICAS DE DISPERSIÓN Y REPULSIÓN DE FAUNA SILVESTRE 7
1.6.2 REPELENTES AUDITIVOS 7
1.6.3 PLAN DE RESCATE DE MAMÍFEROS 7
1.6.4 PLAN DE RESCATE DE REPTILES Y ANFIBIOS 9
1.6.5 LIBERACIÓN DE INDIVIDUOS 11
1.6.6 NIDOS/MADRIGUERAS, HUEVOS Y JUVENILES 11
1.7 REPORTE DE ACTIVIDADES 13
1.8 INDICADORES DE LA REALIZACIÓN 14
1.9 INDICADORES DE LA EFICACIA 14
1.10 ANÁLISIS, PROCEDIMIENTO DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 14
1.11 CALENDARIO DE COMPROBACIÓN 14
1.12 PUNTO DE COMPROBACIÓN 16
1.13 MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN 16
1.14 FACTIBILIDAD DE REINCORPORACIÓN POR ESPECIE 16
1.15 LISTA DE ESPECIES SUSCEPTIBLES DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN 1

Consulta Pública

1 PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE

1.1 Introducción

Con el objetivo de prevenir y mitigar los impactos causados por las actividades de la preparación y construcción del proyecto Línea de Transmisión Asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin, y favorecer la conservación de la riqueza biológica del área que ocupará el proyecto, se propone realizar el rescate y reubicación de ejemplares de fauna, de la totalidad de los individuos con hábitos terrestres, que estén o no considerados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (modificación, 2020), y que pudieran verse afectados por la realización del Proyecto, con los criterios establecidos en este programa:

- Las acciones y/o medidas de rescate, conservación y reubicación de la fauna silvestre, basado en los resultados arrojados a partir de los muestreos incluidos en el presente documento (anexos del capítulo 3 como “muestras fauna”).
- La incorporación de las acciones y/o medidas de rescate, protección y conservación de fauna silvestre, incluyendo los métodos y técnicas a desarrollar para cada grupo o especie en particular.
- Identificación de las especies de fauna silvestre localizadas, así como las que son susceptibles de ser rescatadas y reubicadas.
- Justificación y descripción de las técnicas seleccionadas para realizar el rescate y manejo de los individuos de las especies de la fauna silvestre, así como los nidos y madrigueras.
- Ubicación los sitios destinados al cuidado de las especies rescatadas, lastimadas, juveniles, así como el cuidado de madrigueras y/o nidos.
- Ubicación de las áreas destinadas para la reincorporación de las especies de fauna silvestre; especificando los criterios biológicos y técnicos aplicados para su selección, señalando por especie, la factibilidad de incorporación a su ambiente natural.

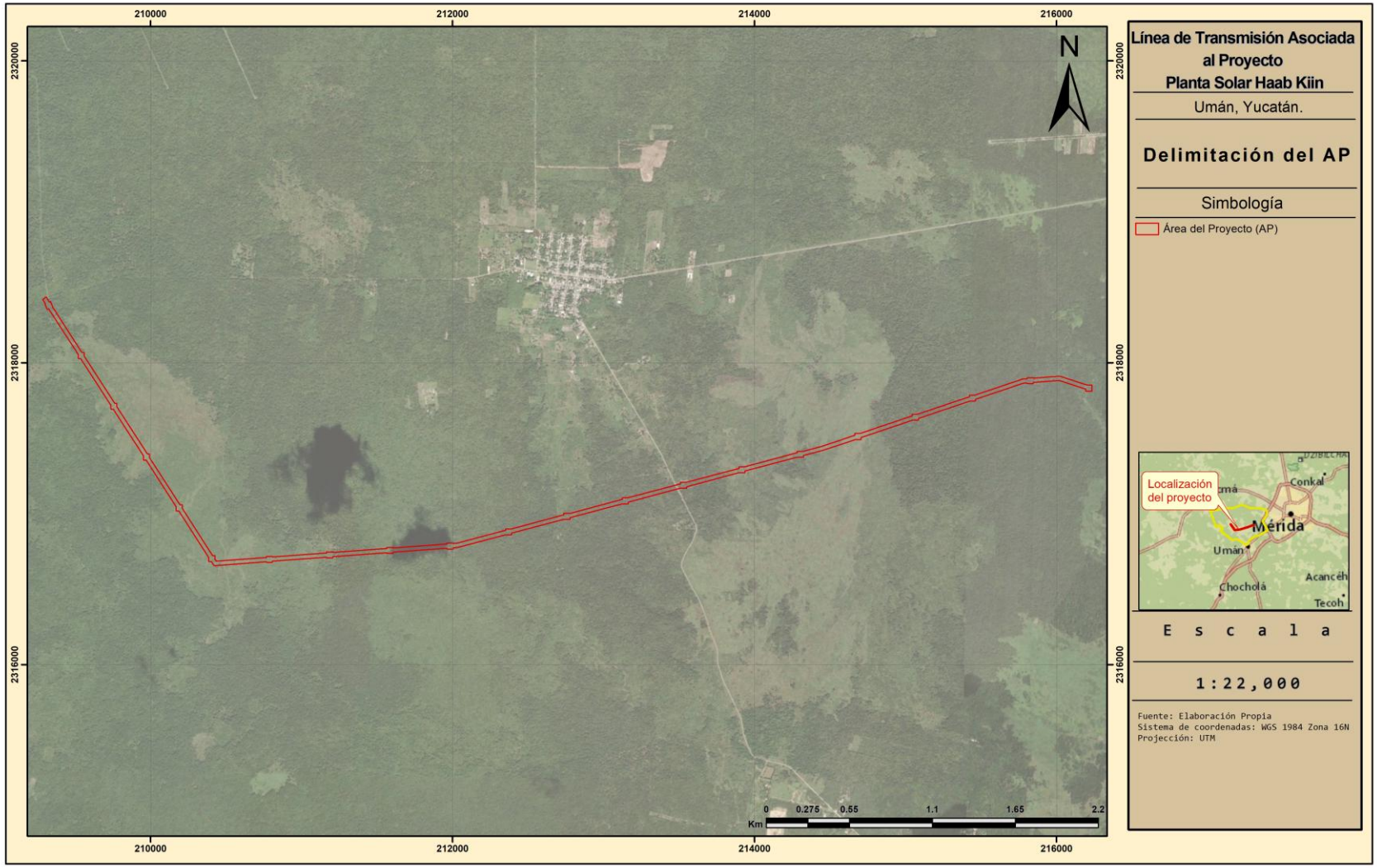
Este Programa está enfocado en la prevención y minimización de los impactos producidos durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto. Los impactos identificados para el componente ambiental Fauna se muestran a continuación:

Consulta Pública

Preparación, construcción, operación y mantenimiento	
Rescate, reubicación y ahuyentamiento	
Impacto que atenuará:	
• Riesgo de afectación a las especies de fauna silvestre que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	
• Riesgo de incidentes por contacto de fauna silvestre con el personal del Proyecto	
Descripción de la medida	Se realizará el ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de las especies de fauna que se localicen en el área del proyecto, brindando especial atención a aquellas que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (modificación, 2020). Esta medida se aplicará solamente con la fauna que sea propensa a rescate; esto es, fauna que, por sus características, etapa de crecimiento o su biología particular, no pueda dirigirse a otra locación por medios propios, descartando a individuos, por ejemplo, ejemplares de aves adultos, que sólo será necesario el ahuyentarlos.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación de los individuos rescatados.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el número acumulado de rescates realizados durante la preparación y construcción.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún individuo de fauna, sobre el área del proyecto y no aplicar el Programa de rescate y reubicación.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará a diario durante la etapa de preparación y construcción, y durante la operación en caso de encontrar algún espécimen cerca de las áreas de trabajo.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de rescate.
Medidas de urgente aplicación	De observarse ejemplares de fauna fuera de las etapas mencionadas se deberá aplicar de igual forma el Programa de rescate, la bitácora que se genere, deberá anexarse a un reporte extraordinario que pormenorice las acciones realizadas, este reporte a su vez deberá ser incluido en el reporte de seguimiento del Programa que en su caso se entregue a la autoridad correspondiente en el periodo en el que se encuentre.
Clasificación	Medida de mitigación
Etapa de aplicación	Preparación, construcción, operación y mantenimiento.
Ubicación	El rescate y ahuyentamiento se realizará en toda el área del proyecto y se reubicarán en dos sitios en la RE.

Consulta Pública

Mapa 1: Área de estudio AP



1.2 Objetivos particulares

- Rescatar y reubicar la mayor cantidad posible de individuos de las especies amenazadas y de poca movilidad, que habiten en el área a intervenir (no se realizará la reubicación o ahuyentamiento del orden Himenóptera como son: abejas, avispas, hormigas, etc. Los hormigueros no son susceptibles a reubicación).
- Establecer los sitios y zonas cercanas al área del proyecto que pudieran ser utilizados para la reubicación y liberación de fauna que se encuentren dentro o cercanas a la RE.
- Implementar las acciones necesarias para el ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de la fauna durante las etapas de preparación y construcción del proyecto.
- Rescatar y reubicar a los individuos que se localicen en el área; dichos individuos serán liberados en sitios que favorezcan su sobrevivencia y desarrollo.
- Implementar las medidas de captura, manejo y traslado necesarias para favorecer la sobrevivencia de los individuos reubicados durante la aplicación de este programa.
- Capacitar al personal y participantes en los trabajos de preparación del sitio y construcción en el manejo y procedimientos de fauna.

1.3 Metas particulares

- Realizar la preparación y construcción de manera exitosa, rescatando y reubicando la mayor cantidad posible de fauna silvestre de las áreas del proyecto.
- Iniciar con el rescate de fauna previo a las labores de preparación del terreno, para luego continuar con el programa durante la construcción del proyecto, rescatando y reubicando aquellos ejemplares que de forma ocasional o fortuita pudieran encontrarse en los frentes de trabajo.
- Llevar a cabo las actividades de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de la fauna que sea localizada dentro del área del AP con el mayor cuidado y la utilización de las mejores técnicas de manejo y contención física.

1.4 Responsables

La responsable de la realización de este programa es Datos Protegidos por la LFTAIPG. El responsable del desarrollo y supervisión de la correcta aplicación de este programa, así como de integrarlo en el PVA será el Supervisor Ambiental del proyecto con la participación de especialistas en manejo de fauna.

1.5 Método

1.5.1 Técnicas de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación

La metodología descrita se enfoca principalmente para aquellas especies que cumplan alguna de las siguientes características:

Consulta Pública

- Se priorizarán especies que estén en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Especies de baja capacidad de desplazamiento y/o de ámbito hogareño reducido que pudieran ser localizadas en el área del AP.
- Se llevarán a cabo labores de ahuyentamiento previo a las actividades de limpieza del terreno para alejar de los frentes de trabajo a las aves y mamíferos de mediano a gran tamaño que pudieran ser localizados en el área.

1.5.2 Responsabilidades del personal encargado de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación

- Queda estrictamente prohibido al personal involucrado en el trabajo de campo realizar colecta, cacería, comercialización u otra actividad que afecte la fauna silvestre de la región.
- Asegurar que el personal encargado del trabajo de rescate sea competente para la identificación y manejo de las especies de fauna silvestre que se pretende rescatar.
- Capacitar al personal para la utilización de los diferentes métodos y equipos de captura, manejo y traslado de la fauna reubicada.
- Las personas encargadas de capturar a las serpientes (en caso de encontrar alguna) estarán capacitadas y tendrán práctica para desarrollar dicha tarea, además de conocer bien los procedimientos de primeros auxilios en caso de mordedura.
- Ningún miembro de la brigada de rescate desarrollará sus labores en solitario, además el equipo contará con radios enlazados con el personal de apoyo para una comunicación rápida.
- El ahuyentado de fauna se realizará dos horas previas al inicio de las actividades.
- Se recorrerá el área, procurando hacer el mayor ruido posible con cornetas y silbatos para que la fauna presente sea ahuyentada del lugar.
- Se removerán los troncos caídos, rocas, material que pudiera servir como refugio para la fauna abarcando la totalidad del área del AP.
- Se rescatarán especies de baja movilidad que se encuentren refugiados durante los recorridos (es importante realizar un nuevo barrido posterior al primero, con el objeto de que se identifiquen los individuos a rescatar o ahuyentar los que no huyeron en el primer barrido).
- Algunas especies se ocultan ante la presencia humana, permaneciendo inmóviles hasta que pasa el “peligro”, en estos casos será necesario generar un ruido más intenso para lo cual se contará con una sirena y de ser necesario se arrojarán pequeñas piedras sin golpear al animal, únicamente para ahuyentarlo.
- En caso de que en el área se detecte la presencia continua de animales domésticos y/o silvestres de dimensiones considerables, se deberá sacarlos del área de posible afectación, esto para evitar que los animales domésticos y alguno que otro silvestre de dimensiones considerables pudiera ser lastimado por las actividades del proyecto.

Consulta Pública

- En caso de que en el área se detecte la colmena de algún himenóptero, se deberá evitar el manejo y dar aviso tanto al supervisor ambiental como al supervisor de seguridad del proyecto para que llamen a la autoridad pertinente.

Una vez que inicien las actividades previstas para la preparación y construcción, estos recorridos serán programados de acuerdo con el avance de la obra, esto es, las brigadas de ahuyentamiento y rescate de fauna estarán trabajando a la par que los frentes de obra, haciendo recorridos de ahuyentamiento al amanecer antes de que se inicien las actividades de preparación.

El manejo de la fauna silvestre es una rama altamente especializada que requiere del dominio y conocimiento de las diversas técnicas de manejo de fauna, además de un amplio conocimiento de ecología, interacciones sociales y gestiones ambientales. Por lo que este Programa será coordinado por un especialista en manejo de fauna silvestre (biólogo), quien dirigirá las actividades asignando dos técnicos por cada frente de obra.

1.5.3 Registro de fauna

Esta actividad se realizará durante la etapa de preparación y construcción, siempre y cuando se localice algún individuo de fauna silvestre en los frentes de obra del proyecto que requiera ser reubicado.

Se llevará una relación de todos los animales reubicados, registrando fecha, especie, nombre común, número de individuos reubicados durante las labores y sitio de liberación (georreferenciados), detallados en la bitácora de campo.

Se llevará un registro fotográfico de los individuos reubicados, poniendo mayor atención en aquellas de difícil identificación.

La identificación y clasificación taxonómica de las especies, se realizará con ayuda de guías de campo y material especializado.

Los registros se realizarán cada vez que se encuentren individuos en los frentes de obra del Proyecto, durante las etapas de preparación y construcción. El informe resultante de estos registros se presentará junto con el reporte anual del PVA del proyecto.

1.5.4 Aplicación del programa de conservación y protección de fauna

Los recorridos se realizarán al inicio del proyecto, durante la realización de las actividades en las etapas de preparación y construcción, donde se aplicarán las técnicas de dispersión y ahuyentamiento de fauna. En caso de encontrar individuos, se aplicarán las técnicas de ahuyentamiento, reubicación, traslado y liberación de organismos.

Además, de forma puntual, en caso de que se produzcan encuentros ocasionales y/o fortuitos con individuos de fauna durante el resto de la construcción en los frentes de obra del proyecto y sus inmediaciones, se aplicarán las técnicas de ahuyentamiento, reubicación, traslado y liberación de organismos.

Consulta Pública

1.6 Medidas específicas

1.6.1 Técnicas de dispersión y repulsión de fauna silvestre

Consiste en el uso de técnicas diseñadas para que el sitio del proyecto deje de ser atractivo para la fauna silvestre, logrando su dispersión a zonas de menor riesgo.

1.6.2 Repelentes auditivos

Los repelentes auditivos se utilizan para la repulsión de organismos, en los frentes de obra del Proyecto y durante los recorridos se emplearán artificios sonoros de disuasión. Estos se utilizarán antes de la preparación del sitio, con el fin de ahuyentar a la mayor cantidad de vertebrados posible (CORPAC S.A., 2008). Estos artificios sonoros pueden consistir en cornetas de aire comprimido, cañones de propano simulando estallidos de escopeta, grabaciones con llamadas de alerta y ruidos que se activen por control remoto, etc.

1.6.3 Plan de rescate de mamíferos

Captura. La identificación de las madrigueras será una de las primeras actividades (10 días antes de iniciar la preparación del sitio) que se realizará dentro de las actividades de rescate y protección de este grupo, en caso de encontrar crías y sea imposible su translocación se procederá a la colocación de banderines, esto con la finalidad de evitar que se realicen obras y puedan dañar a la fauna que pudiera estar ocupándola. Una vez capturados los animales, se procederá a destruir la madriguera para evitar que sea ocupada nuevamente.

En caso de ser necesario se colocarán trampas Sherman (Figura 1), con algún cebo atrayente para roedores como por ejemplo cebadas con avena, vainilla y crema de cacahuate colocadas antes del ocaso. Las trampas serán revisadas diariamente en las primeras horas del día posterior.

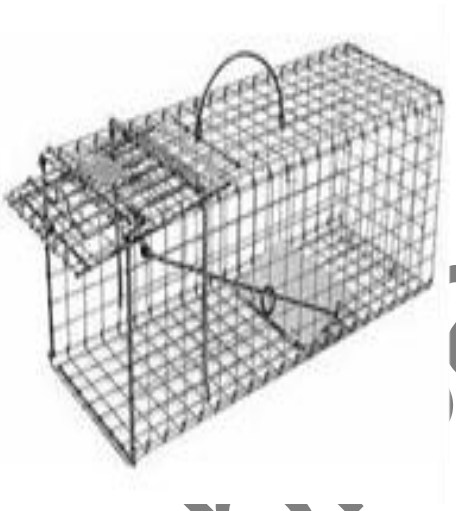
Para la captura de mamíferos de medianos que no se hayan retirado durante las actividades de ahuyentamiento, se colocarán trampas Tomahawk cerca de madrigueras, manteniéndose activas durante la noche y deberán ser revisadas al amanecer.

En caso de ejemplares que no se retiren con las actividades de ahuyentamiento se procederá a su captura directa abriendo las madrigueras con ayuda de palas, teniendo cuidado de no lastimar al animal, y atrapándolo con una pértiga y serán colocadas en mascoteras de plástico listas para su reubicación.

Consulta Pública

Figura 1: Trampa Sherman y trampa Tomahawk útiles para la captura de mamíferos de talla pequeña y mediana.





Asimismo, es necesario cubrir los contenedores con mantas, para evitar que los animales se estresen y se lastimen o enfermen. Todos los individuos capturados en trampas serán identificados a nivel de especie con la ayuda de guías especializadas y fotografiados.

Se mantendrán en las trampas de manera individual en un lugar seco y fresco hasta su traslado a los sitios de reubicación dentro de las primeras 24 horas.

Se rescatarán todos los ejemplares capturados, no sólo las especies en categoría de conservación debido al lento desplazamiento.

Esfuerzo de captura. El esfuerzo de captura estará dado por las condiciones de hábitat presentes en cada zona de obra, y por los resultados del trabajo de campo.

Manejo y liberación. Luego de capturados, los individuos serán trasladados al sitio de liberación en las mismas trampas, esto permitirá disminuir la manipulación de los animales con el objeto de reducir el estrés.

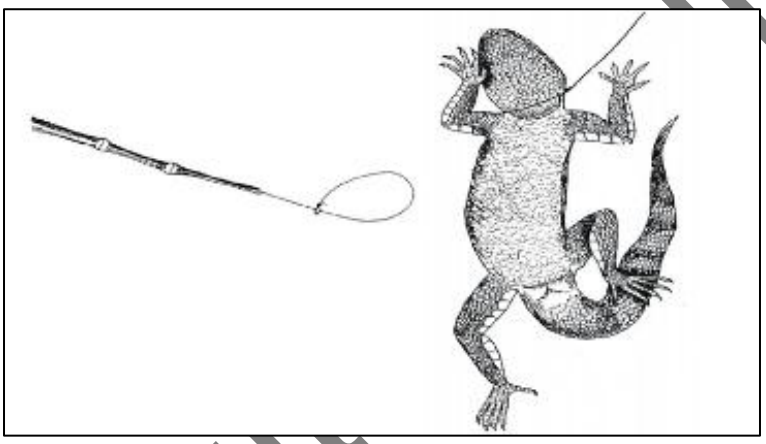
Justificación de la captura. -El trabajo de campo y la consecuente captura de animales permite conocer su biología, identificarlos de manera precisa y establecer sus relaciones sistemáticas y evolutivas. Se usarán métodos no invasivos (ahuyentamiento) con el fin no causar tanto estrés en los ejemplares y permitir su libre desplazamiento hacia otras zonas y además se usarán métodos invasivos (trampas) para asegurar que los ejemplares sean reubicados en zonas seguras. El uso de trampas Tomahawk permite la captura selectiva de mamíferos medianos, facilitando la identificación (por ser abiertas se puede hacer sin manipular al individuo) y facilitan la liberación en un lugar seguro, ya que solo se traslada la trampa al sitio de reubicación y se abre para que el individuo pueda salir por sus medios. El uso de trampas Sherman al ser plegadizas de aluminio el animal queda atrapado sin sufrir daños, con ellas pueden capturarse musarañas, roedores y algunos lagomorfos y carnívoros pequeños que pueden ser difíciles o escurridizos para métodos como ahuyentamiento. La ventaja del uso de trampas plegadizas (Sherman y Tomahawk) es que

Consulta Pública

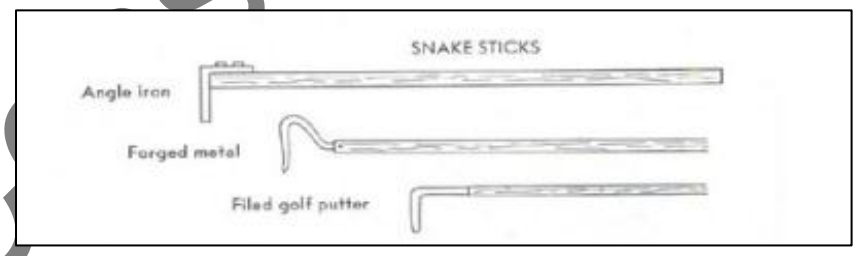
requieren poco espacio, pueden colocarse con poco esfuerzo y el riesgo de dañar a los ejemplares se reduce notablemente.

1.6.4 Plan de rescate de reptiles y anfibios

Para las lagartijas, muchas de ellas se pueden atrapar manualmente al buscarlas en su ambiente en cualquier lugar donde estas puedan esconderse. Se recomienda ampliamente el uso de guantes cuando se busca animales venenosos. Se recomienda el uso de una vara con una cuerda para atar el cuello de las lagartijas, esta es una técnica efectiva ya que muchas tienen comportamiento huidizo al posar momentáneamente. El lazo debe ser de nylon o de seda para que quede bien abierto y tenga una circunferencia de más o menos el doble de la cabeza del animal. La captura se realiza acercando lentamente la vara, paralela al cuerpo de la lagartija y por encima, de atrás hacia delante, se hace entrar el lazo hasta el cuello y se da un jalón para arriba y hacia atrás.

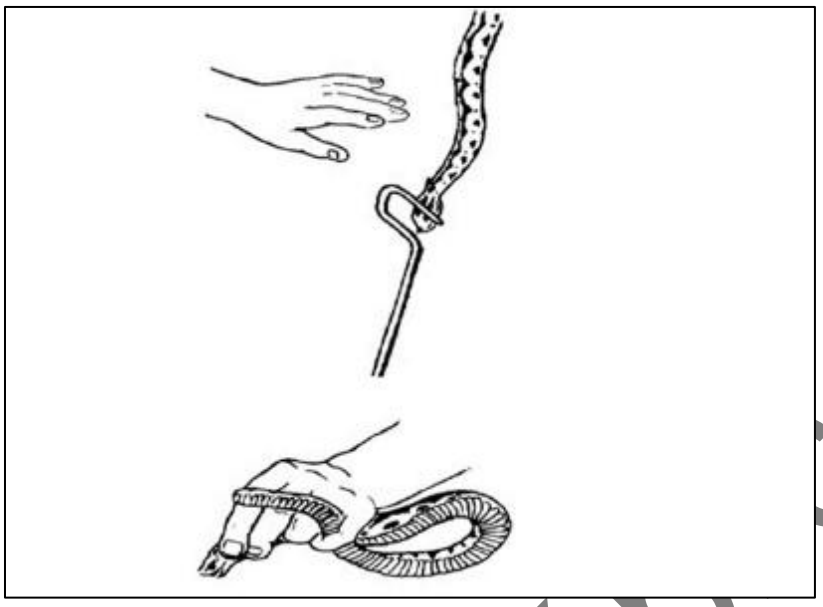


Los bastones herpetológicos son de gran ayuda cuando se busca reptiles ya que estas permiten la manipulación de los individuos, así como al buscarlas, el bastón permite la búsqueda en lugares donde estas pueden esconderse.

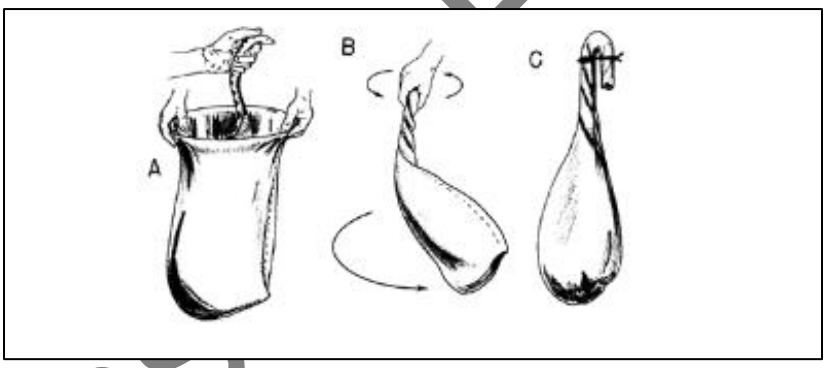


Para la captura de serpientes, se debe inmovilizar primero la cabeza, sujetando con el bastón la cabeza contra el suelo, en un lugar firme. Se toma la parte posterior de la cabeza con los dedos pulgar y medio, el dedo índice en la parte superior, con la otra mano se sujeta el cuerpo.

Consulta pública



Una vez capturados los individuos se colocan en una bolsa de manta introduciendo primero la parte posterior, una vez dentro el saco debe torcerse, doblarse y amarrarse, así como su etiquetado de la especie o el individuo que lo contiene.



En el caso de las serpientes, se deberán tratar siempre como si fuesen venenosas, aunque ésta no lo sea. No se le debe tomar por la cola ni agarrarle directamente, se deben usar unas pinzas grandes y se toma al ejemplar del cuello o usando un gancho herpetológico para evitar ser mordido. se debe procurar no acercar las manos a la boca del ejemplar y se debe manipular con cuidado. Todas las especies de reptiles deberán ser colocadas en costales de tela resistentes, pero a la vez porosos; la manta suele funcionar siempre y cuando se asegure que no haya orificios en los costales y que el tamaño de estos sea proporcional al tamaño del animal. En el caso de los anfibios (ranas, sapos, etc.), estos se atraparán y colocarán en bolsas de plástico tipo ziploc o en contenedor con un poco de sustrato húmedo para evitar su desecación, ya que estos individuos dependen de condiciones de elevada humedad para su sobrevivencia. Se debe tener mucho cuidado de guardar adecuadamente al animal al momento de colocarlo dentro del costal o bolsa para su transporte. Es importante que se vigile que el costal o la bolsa esté bien cerrado (a) y que no dañe ninguna de las extremidades del animal.

Consulta Pública

1.6.5 Liberación de individuos

La relocalización de los individuos rescatados constituye una fase vital dentro de cualquier plan de rescate de fauna, pues la correcta elección de estos sitios es fundamental para asegurar el destino de las especies prioritarias.

Para la selección del sitio de relocalización se utilizaron tres criterios, los dos primeros antagónicos:

1) sitios cercanos a los lugares de captura

2) sitios alejados de la zona de obras

3) sitios con condiciones ambientales similares de sustrato, exposición y pendiente a los lugares de origen.

Es decir, los animales serán liberados en sitios con condiciones similares a los lugares de procedencia, relativamente cerca de donde fueron capturados, pero suficientemente alejados de la zona de trabajo, con el objetivo de prevenir su recolonización.

Además, deben considerarse los siguientes parámetros:

- Presentar ambientes similares a los de origen de las especies a relocalizar;
- Presentar comunidades de las especies a relocalizar.

Considerando los criterios antes mencionados, se proponen tres sitios para la reubicación de la fauna rescatada en el área del AP. En la tabla siguiente, se muestran las coordenadas centrales de estos sitios:

Justificación de la captura. - La captura para este grupo se efectúa debido a que son considerados de lento desplazamiento o aquellos que tengan una baja o limitada movilidad, manteniendo la integridad física del ejemplar. Las herramientas como lazos o ganchos herpetológicos nos permiten remover objetos, evitar mordeduras y evitar maltratar a los organismos.

1.6.6 Nidos/madrigueras, huevos y juveniles

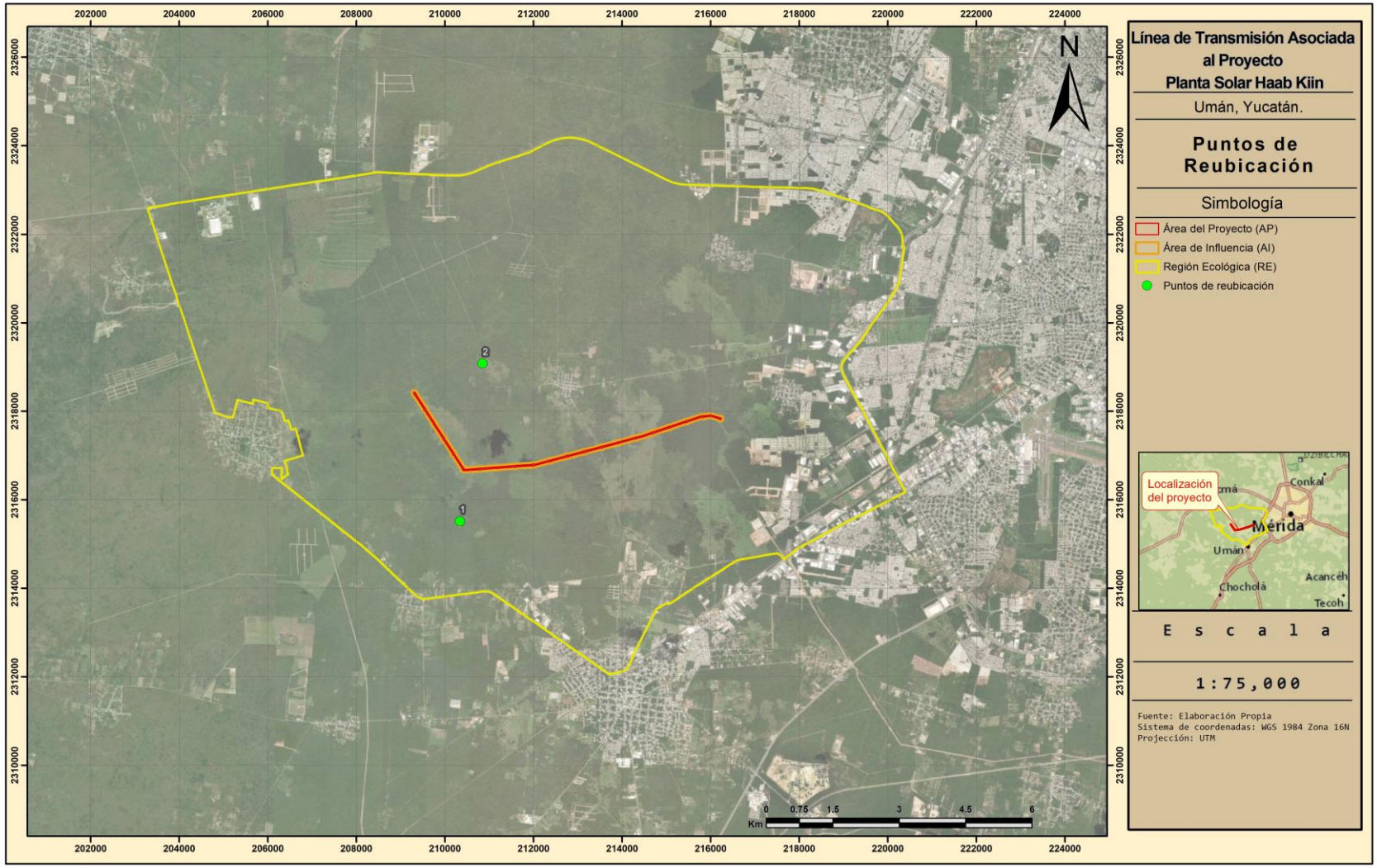
Se realizarán recorridos y transectos de observación con el fin de registrar la presencia de nidos y/o madrigueras, diferenciando activos e inactivos. En el caso de nidos o madrigueras activas, se procede a registrar de forma documental y fotográfica, identificando la especie a la que corresponde y el número de huevos o crías observado. No se procederá a la reubicación hasta que el ciclo de gestación o desarrollo le permita el desplazamiento, señalizando la ubicación y delimitando un perímetro de seguridad.

Tabla 1: Coordenadas del punto de reubicación de fauna

Sitio de reubicación de fauna	X	Y
1	210342	2315508
2	210851	2319075

Consulta Pública

Mapa 2: Ubicación de los puntos de reubicación.



1.7 Reporte de actividades

Todas las actividades que se realicen como parte de este Programa se registrarán en una bitácora de campo la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

Bitácora de Campo

La bitácora de campo contendrá los siguientes apartados:

- Nombre del técnico que realiza la maniobra
- Nombre común y científico de las especies capturadas y liberadas
- Número de especies capturadas y liberadas
- Fecha de captura y liberación
- Coordenadas geográficas o UTM del sitio de captura y liberación
- Descripción de las características del sitio de liberación, especificando los criterios técnicos y biológicos para su selección
- Metodología utilizada.
- Anexo fotográfico de las especies capturadas y liberadas.
- Anexo fotográfico de las acciones realizadas.

Estas bitácoras se incorporarán a los reportes que serán entregados a la autoridad dentro del PVA.

Figura 2: Bitácora de campo a utilizar en el rescate y reubicación de fauna

Nombre del técnico:							
Nombre común	Nombre científico	Especies NOM-059	Fecha	Coordenada de rescate		Coordenada de liberación	
				X	Y	X	Y

Pública

1.8 Indicadores de la realización

Se llevará a cabo el Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna antes de comenzar la preparación del proyecto y durante la construcción del proyecto, esto con el propósito de que haya personal capacitado para realizar la captura y reubicación de cualquier individuo que pudiese regresar al sitio donde se llevan a cabo las actividades de construcción. Se comprobará la realización de esta medida mediante la relación de todos los individuos rescatados, así como de todas las eventualidades ocurridas durante las actividades de rescate.

1.9 Indicadores de la eficacia

Se presentarán reportes con las actividades realizadas, número de individuos reubicados, con sus respectivas fichas de registro y evidencia fotográfica de individuos, así como de las técnicas empleadas para la captura y manipulación de los ejemplares.

1.10 Análisis, procedimiento de datos e interpretación de resultados

Se analizarán los datos obtenidos en las bitácoras que se generen de los rescates y reubicaciones realizadas, a fin de verificar el cumplimiento de los objetivos y las metas de este programa.

1.11 Calendario de comprobación

Esta medida se comprobará particularmente durante las actividades de preparación en el AP, y durante construcción cuando se produzcan encuentros fortuitos con ejemplares de fauna.

El Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna, se realizará desde el inicio de la preparación del sitio de manera gradual conforme avancen los frentes de trabajo y durante las actividades en caso de encontrar especies de fauna sobre las áreas de trabajo.

Consulta Pública

Tabla 2: Cronograma de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación

Actividad	Meses														Años			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	1	2	3	30
Ahuyentamiento		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Rescate (captura de ejemplares in situ)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Reubicación (traslado y liberación de individuos en áreas destinadas)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Informe de actividades							X					X			X	X	X	X
Eventos extraordinarios															X	X	X	X

Consulta Pública

1.12 Punto de comprobación

Los resultados de la ejecución de las acciones de ahuyentamiento y rescate señaladas en el presente Programa, se incorporarán a los informes anuales de cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). El informe contendrá, además de la descripción de las actividades realizadas, resultados obtenidos, bitácoras de registro de capacitación, y evidencia fotográfica, la identificación y censo de las especies de fauna que hayan sido rescatadas y reubicadas, la ubicación de las zonas donde se realizó la reubicación de estas especies y en caso de ser necesario, la aplicación de acciones emergentes.

1.13 Medidas de urgente aplicación

De presentarse alguna contingencia, por ejemplo, que durante el manejo resulte lesionado algún individuo, se transportará mediante el uso de cajas de transporte (kennels), adecuados a los servicios médicos veterinarios para asegurar su salvedad, posteriormente una vez recuperado será liberado en los sitios dispuestos para estos.

1.14 Factibilidad de reincorporación por especie

Para la reincorporación de especies se tomaron en cuenta únicamente las especies de hábitos terrestres, que se pudieran encontrar en el área de afectación directa del proyecto, de esta manera se enviarán al sitio seleccionado de reubicación.

Estas especies se podrán reincorporar en el sitio seleccionado debido a que estos presentan las condiciones propias de las especies silvestres, de acuerdo con lo siguiente:

- Porque son sitios que se encuentran alejados de las actividades del proyecto.
- Porque se reducen los riesgos de interacciones negativas entre la fauna silvestre con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto.
- Porque son sitios con disponibilidad de alimento y refugio.
- Porque son especies que se adaptan fácilmente y presentan un ámbito hogareño amplio.

Consulta Pública

1.15 Lista de especies susceptibles de ahuyentamiento, rescate y reubicación

Para la lista de especies consideradas para el ahuyentamiento, rescate y reubicación, se tomaron en cuenta las especies registradas durante los muestreos realizados que se encuentran listados en el presente documento.

Las listas de especies se muestran a continuación;

Tabla 3: Especies de vertebrados registrados en el AP

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo
Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus canivetii*	Esmeralda tijereta
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca
Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris
Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida aurita*	Huilota caribeña
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy
Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos tropical
Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental
Galliformes	Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Pavo o guajolote ocelado
Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo
Passeriformes	Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorín azulnegro
Passeriformes	Cardinalidae	*Granatellus sallaei*	Granatelo yucateco
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul
Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca
Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas
Passeriformes	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique pico claro
Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor
Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria dorso negro mayor
Passeriformes	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris
Passeriformes	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita pico grueso
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de magnolias
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito migratorio
Passeriformes	Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgrís
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batará barrado
Passeriformes	Thraupidae	*Tiaris olivaceus*	Semillero oliváceo
Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared moteado
Passeriformes	Troglodytidae	*Thryothorus ludovicianus*	Saltapared de Carolina
Passeriformes	Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Saltapared Vientre Blanco
Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico
Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus crinitus*	Papamoscas viajero
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común
Passeriformes	Tyrannidae	*Tolmomyias sulphurescens*	Mosquerito Ojos Blancos
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano Cuir
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí
Passeriformes	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón cejas canela
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca
Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio
Squamata	Colubridae	*Drymarchon melanurus*	Culebra arroyera de cola negra
Squamata	Colubridae	*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical
Squamata	Colubridae	*Oxybelis fulgidus*	Culebra bejuquilla verde
Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos
Squamata	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño

Consulta Pública

Consulta Pública

Programa de Manejo Integral de Residuos

Línea de Transmisión asociada al Proyecto Planta Solar Haab Kiin

Datos Protegidos por la LFTAIPG.

Umán, Yucatán, México

Consulta Pública

Contenido

1 PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS 1

1.1 ALCANCES 1

1.2 OBJETIVOS PARTICULARES 3

1.3 METAS PARTICULARES 3

1.4 RESPONSABLE 3

1.5 MARCO NORMATIVO 4

1.6 MODALIDAD DEL PLAN DE MANEJO Y SU ÁMBITO DE APLICACIÓN TERRITORIAL 4

1.7 MÉTODO 4

1.7.1 FORMAS DE MANEJO INTEGRAL PROPUESTAS PARA LOS TIPOS DE RESIDUOS 5

1.8 MEDIDAS ESPECÍFICAS 14

1.9 INDICADORES DE REALIZACIÓN 14

1.10 INDICADORES DE EFICACIA 15

1.11 CALENDARIO DE COMPROBACIÓN 1

1.12 PUNTO DE COMPROBACIÓN DE LA MEDIDA 1

1.13 MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN 1

1.14 GLOSARIO 1

1.15 BIBLIOGRAFÍA 2

Consulta Pública

1 PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

Las actividades productivas industriales cada día generan mayor cantidad de residuos. No sólo aquellos derivados de las actividades de alimentación y servicios a los trabajadores, sino también los que se generan por el propio proceso productivo, generalmente se generan en grandes cantidades. Entre estos residuos, se encuentran aquellos que requieren de un manejo especial, aunque no son peligrosos, deben ser manejados de acuerdo a la legislación aplicable existente en el país.

El manejo ambientalmente adecuado de los residuos de manejo especial implica reúso, reciclaje, valorización o el confinamiento cuando ya no tienen una utilidad. Este confinamiento debe llevarse a cabo en los lugares designados por las autoridades ambientales de las diferentes entidades del país. Por tal motivo, es necesario el registro de los mismos y un plan de manejo de residuos de manejo especial, que permita un control estricto dentro y fuera de las instalaciones; así como, dar a conocer a las autoridades el manejo de los residuos que se generan en el territorio.

1.1 ALCANCES

El presente Programa es de observancia general y obligatoria del Proyecto y busca promover la correcta separación de los residuos dentro de sus instalaciones a fin de mejorar e incrementar la eficiencia en el manejo y disposición de los residuos sólidos.

Etapas de preparación, construcción y mantenimiento	
Se colocarán contenedores con tapa en las áreas de trabajo (manejo integral de residuos)	
Impacto que atenuará: • Generación de residuos sólidos municipales • Atracción de fauna nociva u oportunista	
Descripción de la medida	Se colocarán depósitos (tambos) con tapa etiquetados destinados a contener residuos sólidos municipales.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación de los depósitos instalados, y las fechas de recolección o acopio al sitio destinado por el municipio para este tipo de residuos
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el número de eventualidades que ocurran por atracción de fauna nociva u oportunista.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún manejo deficiente de este tipo de residuos.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará a diario, durante todo el tiempo que exista presencia de trabajadores sobre el área de proyecto
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de ingreso y salida de los residuos, así como de rescate de fauna de presentarse el caso.
Medidas de urgente aplicación	De observarse ejemplares de fauna en las áreas de comida u oficinas móviles, se deberá aplicar el programa de rescate de fauna, las bitácoras para este caso deberán ser muy explicitas en la situación que propicio el evento, para con esto poder idear formas innovadoras para evitar que esta situación siga ocurriendo.

Consulta Pública

Etapas de preparación, construcción y mantenimiento	
Clasificación	Medida de prevención
Etapa de aplicación	Preparación, construcción, operación y mantenimiento
Ubicación	Se colocarán los depósitos en las áreas cercanas a los centros de trabajo y se moverán conforme avancen las obras.

Etapas de preparación, construcción y mantenimiento	
Baños portátiles	
Impacto que atenuará:	
• Generación de aguas residuales sanitarias	
Descripción de la medida	Durante la etapa de preparación, construcción y mantenimiento (en caso de requerirse) las aguas residuales serán colectadas y manejadas por la empresa que preste el servicio de baños portátiles.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación de los baños instalados.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el volumen de agua sanitaria retirado por la empresa contratada.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún manejo deficiente de este tipo de residuo.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará cada que la empresa realice el retiro o limpieza de los sanitarios y durante todo el tiempo que exista presencia de trabajadores sobre el área de proyecto.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con los manifiestos de retiro y limpieza de los sanitarios por parte de la empresa contratista.
Medidas de urgente aplicación	De observarse un mal manejo o inclusive un derrame de aguas sanitarias, se deberá realizar el rescate de la mayor cantidad de ésta y el saneamiento del área afectada.
Clasificación	Medida de prevención
Etapa de aplicación	Etapa de preparación, construcción y mantenimiento
Ubicación	Se colocarán los baños portátiles en las áreas cercanas a los centros de trabajo.

Etapas de preparación y construcción	
Almacén temporal de residuos de manejo especial y peligrosos	
Impacto que atenuará:	
• Generación de residuos de manejo especial	
• Generación de residuos peligrosos	
Descripción de la medida	Los residuos de manejo especial y peligroso que se generen durante la preparación y construcción del Proyecto, serán separados en tambos de 200 litros etiquetados con el tipo de residuo que contienen, para ser llevados al almacén temporal del proyecto y posteriormente ser

Consulta Pública

Etapas de preparación y construcción	
	entregados a una empresa autorizada para darles el manejo adecuado hasta su deposición final.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación entre los residuos que se envíen e ingresen al almacén y los residuos que salgan del mismo por parte de la empresa contratada para brindar el manejo de estos.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante la comparación entre la cantidad de residuos generados contra la cantidad de residuos que se estimaron.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse durante la etapa de preparación y construcción.
Umbral inadmisible	Será inadmisible haber concluido con estas etapas sin haber realizado dicha medida.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará cada que la empresa que se contrate para esto realice la recolección de estos residuos.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con los manifiestos de recolección o retiro por parte de la empresa.
Medidas de urgente aplicación	De observarse una generación de estos residuos que exceda la capacidad del almacén, deberá hacerse el llamado a la empresa encargada para que haga el retiro extraordinario de los residuos que se generen.
Clasificación	Medida de prevención
Etapa de aplicación	Etapa de preparación y construcción
Ubicación	Este tipo de residuos serán enviados al almacén temporal del proyecto.

1.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Proporcionar un manejo adecuado a los residuos que se generan en el Proyecto.
- Establecer el procedimiento para instrumentar la separación correcta de los residuos sólidos y peligrosos dentro de las instalaciones del Proyecto.
- Informar y capacitar a los trabajadores sobre el manejo que se debe de proporcionar a estos residuos.

1.3 METAS PARTICULARES

- Realizar de manera eficaz y eficiente el manejo de los residuos producidos durante todas las etapas que contempla su desarrollo a fin de reducir y minimizar los impactos por su desarrollo.

1.4 RESPONSABLE

Datos Protegidos por la LFTAIPG, es el responsable del desarrollo y supervisión de la correcta aplicación de este programa. El responsable de integrarlo en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) será el Supervisor ambiental del proyecto, así como del cumplimiento de los procedimientos, planes y programas relativos al manejo, minimización de los residuos peligrosos y el seguimiento de los mismos.

Consulta Pública

1.5 MARCO NORMATIVO

1 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
3 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

1.6 MODALIDAD DEL PLAN DE MANEJO Y SU ÁMBITO DE APLICACIÓN TERRITORIAL

Este plan se establece en la modalidad de privado, individual y local. Sólo es aplicable para el proyecto y contempla exclusivamente los residuos generados por el mismo.

1.7 MÉTODO

Para la identificación y separación de los residuos por tipo se utiliza una estandarización por gama cromática como se muestra a continuación:

Consulta Pública



Para lo cual, dentro de las instalaciones del Proyecto, estarán distribuidos contenedores identificados con la colorimetría del tipo de residuo sólido que contendrán, previo a que se envíen al almacén temporal de este tipo de residuos, donde a su vez serán enviados a los sitios autorizados por el municipio para recibirlos.

1.7.1 FORMAS DE MANEJO INTEGRAL PROPUESTAS PARA LOS TIPOS DE RESIDUOS

Gestión de sólidos urbanos

Residuos sólidos urbanos (RSU): Son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por la Ley como residuos de otra índole.

Cons

Para hacer la separación desde la fuente de los residuos sólidos se requiere capacitar al personal en el área que la manera en la que se deben separar sea de tal forma que no se contaminen con otros residuos, cosa que usualmente pasa cuando se mezcla el papel con los envases que suelen contener líquidos que terminan afectando la calidad del papel.

Los residuos domésticos serán clasificados en forma adecuada en el lugar de generación.

En los sitios fijos de generación (frentes de trabajo) los residuos serán almacenados transitoriamente en bolsas plásticas que estarán colocados en recipientes de volumen adecuado a la cantidad diaria de generación.

A los efectos de mejorar la higiene de la zona, se dispondrán de varios contenedores en varios puntos del mismo. Estos recipientes estarán señalizados con la leyenda "RESIDUOS DOMESTICOS".

La recolección de residuos domésticos, se realiza en las áreas de trabajo o los frentes de obra, cambiando las bolsas ubicadas en los recipientes fijos. Dichos residuos se enviarán al almacén temporal (ubicado dentro de las instalaciones del proyecto) de este tipo de residuos, donde a su vez serán enviados a los sitios autorizados por el municipio para recibirlos.

Gestión de residuos reutilizables/ reciclables

Los materiales plausibles de ser reutilizados/reciclados tanto en las áreas de trabajo como en los frentes de obra son:

- Residuos reciclables: plásticos, metales, cartones, cubiertas usadas.
- Residuos reutilizables: maderas, envases limpios, restos metálicos, etc.

Previo a que cualquier material sea considerado residuo se analizará su alternativa de reúso en la misma obra u otra actividad relacionada. Se clasificarán de la siguiente manera:

- Plásticos (nylon, lonas, material de embalaje).
- Chatarra metálica (restos de varillas, perfiles metálicos)
- Madera (encofrados, embalajes de piezas, pallets).
- Cubiertas usadas

Siempre que sea posible, la tarea de recolección será realizada directamente de los distintos sitios de trabajo dentro de la obra al almacén de acopio transitorio.

Los residuos serán almacenados en un área destinada a tal fin. El área a determinar dependerá de los volúmenes generados en obra y del tiempo en el que se prevé la disposición final de dichos residuos.

El acopio transitorio se realizará bajo las siguientes condiciones:

- Delimitación de cada área en tres de sus cuatro lados con materiales que no permitan su segregación en el terreno (mallas de sombra, mallas naranjas, tablas, etc.) o utilización de volquetas procurando que las mismas queden tapadas.
- Señalización con cartelería adecuada en cada área: "PLASTICOS", "CHATARRAS", "MADERAS"

Consulta Pública

Especificaciones particulares según el material a acopiar:

- **Maderas:** deberán clasificarse y separase al momento de acopiarlas aquellas maderas que hayan recibido algún tipo de tratamiento de las que no, y cada sub-área se identificara bajo las leyendas de “Maderas” y “Maderas tratadas”.
- **Cubiertas**: el acopio de cubiertas permanecerá protegido ya sea en un recinto cerrado o por una lona impermeable de forma de evitar la acumulación de agua.

El destino final de los distintos residuos clasificados previamente será el siguiente:

- **Plásticos:** será entregada a recicladores (particulares o empresas), a criterio del Jefe de Obra, salvo que la empresa tenga convenios establecidos.
- **Chatarra metálica:** la chatarra será entregada a centros a cargo de la reutilización/reciclaje de los metales (particulares o empresas), a criterio del Jefe de Obra, salvo que la empresa tenga convenios establecidos.
- **Maderas**: sitio de disposición final o reúso (donaciones). Se debe considerar que las maderas tratadas no podrán ser utilizadas como leña, y se alertara de dicha condición.
- **Cubiertas:** será entregada a centros a cargo de la reutilización del material (particulares o empresas), salvo que la empresa tenga convenios establecidos.
- **Papel:** Hojas de desecho y otros papeles que serán almacenados en cajas en el área de oficinas. Posteriormente, serán vendidos o donados a empresas autorizadas para el reciclaje de papel y cartón.

Se llevará registro de la entrega de cada material a recicladores, tarea que estará a cargo del supervisor ambiental.

Gestión de residuos de construcción

Los materiales que conforman esta categoría son los siguientes:

- **Sacos vacíos que contuvieron materiales de construcción**

Una vez utilizados los insumos de construcción, los sacos vacíos que contenían los materiales serán colocados en contenedores de 200 litros de capacidad. Estarán ubicados en las áreas de almacenamiento y serán etiquetados con el rótulo: Residuos de Manejo Especial. Cuando se llene el contenedor, se enviará al centro de disposición mediante transporte autorizado, para ser utilizado como combustible alterno mediante su incineración.

- **Escombro**

Se generará en la etapa de preparación del sitio y construcción. Las cantidades son variables. Se recogerá y se enviará al área de almacenamiento de residuos. Una vez almacenada una cantidad considerable, se solicitará al municipio el permiso para disponerlo en los lugares indicados. Se contratará transporte autorizado para el manejo de residuos de manejo especial.

- **Material de excavación**

Consulta Pública

Se utilizará como material de relleno, restauración o será enviado a un sito de tiro autorizado.

- **Cartón, plástico y madera producto del embalaje de herramientas y materiales no peligrosos**

Se generará principalmente en el almacén de materiales y equipos. Una vez que se retire el embalaje, se colocará en el contenedor para residuos de manejo especial. La disposición puede ser mensualmente o cuando se requiera, ya que su generación no es constante.

- **Concreto**

Las pautas de manejo ambiental del concreto y sus efluentes generados por lavado de herramientas para manejo de concreto y camiones de concreto premezclado (Mixer) son:

En cuanto a las materias primas:

- Las zonas de acopio de áridos para la fabricación, así como el portland estarán protegidas para evitar incremento de polvo ambiente y correcta conservación de las mismas.

Concreto In situ

- Se deberá tener especial cuidado en no realizar vertidos directos sobre el suelo. Se deberá excavar un pozo debajo del área de vertido e impermeabilizarlo o utilizar bandejas removibles. Los restos se dejarán endurecer para disponerlo como restos inertes.
- Las herramientas menores que sean utilizadas para la fabricación de concreto serán lavadas inmediatamente después de terminar la tarea en tambores de 200lts. Acondicionados con agua limpia, se dejarán decantar los sólidos y luego de retirarlos se procederá al tratamiento del agua generada.
- El residuo sólido de los tambores para el lavado de herramientas, así como otros residuos de concreto o derrames en el suelo, una vez secos, serán dispuestos como escombro.

En el caso de que el concreto sea premezclado se utilizaran:

- Bandejas de contención bajo la conexión entre el Mixer y la manga de bombeo o cubeta. De esta forma se evita la contaminación del suelo por filtraciones de concreto fresco.
- Antes de proceder al lavado del Mixer se revisará que el tambor del mismo no contenga restos de concreto, de existir excedentes los mismos serán volcados sobre piso impermeable o bandeja de contención y se dispondrán como escombros una vez se haya realizado su fraguado.
- Los residuos sólidos de los tambores, así como otros residuos de concreto o derrames en el suelo serán dispuestos como escombro, una vez secos.
- En la medida de lo posible se exigirá a las empresas proveedoras que laven su mixer en sus instalaciones, no permitiéndose el lavado en el área afectada por la obra.

Consulta Pública

- Se llevará registro de los camiones Mixer utilizados en la Obra.

Gestión de residuos peligrosos

Residuos peligrosos (RP): Son 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 se establece en la Ley.

Por tal motivo los residuos peligrosos que se generen serán almacenados en contenedores cerrados, dentro del almacén de residuos peligrosos y debidamente etiquetados con el CRETIB que les corresponda mismo que será de un tamaño legible a distancia, cabe señalar que cada contenedor sólo contendrá un tipo de residuo peligroso a fin que no se mezcle para evitar cualquier tipo de reacción que pudiera desencadenar una situación de riesgo.

En este grupo encontramos principalmente restos de pinturas, solventes, líquidos hidráulicos, trapos sucios con sustancias peligrosas, baterías y restos de material eléctrico, madera contaminada, envases de productos con sustancias peligrosas, filtros de aceites lubricantes usados y tierra contaminada con aceites o hidrocarburos.

Para el manejo de residuos peligrosos se dispondrá de bolsas de polietileno, de varios tamaños y recipientes estancos del tipo de contenedor con tapa hermética.

Los contenedores deberán estar identificados con un letrero indicando “RESIDUOS PELIGROSOS” acompañado de la descripción del contenido y sus fichas de seguridad si correspondiere.

Se dispondrá de un recinto cercado, con piso impermeable con cordón perimetral que permita la contención del 10% del volumen acopiado y techado donde se puedan acopiar estos residuos en forma segregada y segura.

Los residuos peligrosos deberán ser trasladados debidamente acondicionados. Se gestionará el envío al proveedor o la disposición final de los mismos mediante gestores debidamente autorizados.

Los aceites y lubricantes que sean retirados de la maquinaria serán trasladados al recinto de residuos peligrosos en recipientes estancos, donde serán pasados a tanques de mayor tamaño (tambores de 200 litros). Una vez completados y/o al finalizar la obra se entregarán al proveedor habitual o a gestor autorizado para su disposición final.

Los tanques de 200 litros serán dispuestos dentro del área especial para almacenamiento de aceites usados y lubricantes, zona que tendrá las siguientes características:

Zócalo perimetral de mampostería en la zona de almacenamiento de residuos peligrosos, para confinar posibles derrames, goteos o fugas.

- Carteles indicativos del uso específico del área, señalizando especialmente el área para aceites usados y lubricantes.

Consulta Pública

El aceite almacenado será entregado periódicamente a la empresa contratada para su disposición o al proveedor del producto.

Se realizará un control sobre la expedición de estos residuos y un control sobre el manejo de aceites y lubricantes.

Almacén de residuos peligrosos

El almacén de residuos peligrosos contará con las siguientes características:

- Estar separadas de las áreas de construcción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- Estar ubicados en zonas donde se reduzcan los riesgos de emisiones, incendios, explosiones e inundaciones.
- Contar con muros de contención para materiales inflamables y fosas de retención para la captación de residuos o lixiviados.
- Los pisos contarán con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con una capacidad mínima de la quinta parte de lo almacenado.
- Contar con sistemas de extinción contra incendios.
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.
- Los frentes de los almacenes serán de malla ciclónica para mantener una adecuada ventilación.
- Se tendrán pasillos amplios para las maniobras y atención de posibles incendios y dispondrán de extintores tipo ABC.

Las áreas que contengan residuos peligrosos contarán con geomembranas impermeables a fin de evitar cualquier filtrado de alguna sustancia peligrosa al suelo, así también todo el suelo que se vea contaminado por algún residuo peligroso será considerado de igual manera y brindársele el mismo manejo.

Etapa previa a la decisión de desechar (Residuos Peligrosos)

En esta etapa se aplicarán medidas tendientes a eliminar o reducir los residuos generados, así como mejorar la gestión de los mismos dentro de la empresa.

Alternativas de minimización

- Sustitución de materias primas por otras de menor peligrosidad.
    a) Se implementarán políticas de sustitución de materiales peligrosos por otros menos peligrosos. Para esto, se realizará una evaluación constante de los productos en el mercado, que pudieran resultar más convenientes y efectivos para el cambio.
- Cambios organizativos en la empresa.
    a) Designación del responsable técnico de los residuos peligrosos.

Consulta Pública

b) Los responsables de las diferentes áreas de la empresa tienen la obligación de dar cumplimiento a lo establecido en el procedimiento de manejo de residuos peligrosos que se elabore.

- Mejora en el control y supervisión internos y mejora sobre prácticas.
  a) Elaboración de un procedimiento de manejo de residuos peligrosos, para la adecuada gestión de residuos, incluyendo todas las operaciones implicadas:
     - Minimización
     - Clasificación
     - Envasado
     - Etiquetado
     - Almacenamiento
  b) Aumento del control e inspección sobre las actividades generadoras de residuos.
  c) Concientización y capacitación específica en el manejo de residuos peligrosos para el personal.
  d) Elaboración de procedimientos de manejo de materiales peligrosos y de atención a emergencias ocasionadas por derrames de residuos o materiales peligrosos.
  e) Protección al suelo en todas las actividades que pudieran generar derrames de sustancias peligrosas o residuos.
  f) Orden y la limpieza en las instalaciones.
  g) La clasificación y separación de las diferentes corrientes de residuos, desde el punto de generación, para evitar la contaminación de residuos no peligrosos con residuos peligrosos.
  h) Los residuos peligrosos se depositarán en contenedores adecuados a su estado físico y características físico-químicas. Estarán tapados y debidamente identificados, para evitar que se ponga en ellos cualquier otro tipo de residuos o se mezclen, reduciendo sus posibilidades de valorización.
  i) El equipo de protección personal se utilizará de manera adecuada para maximizar su vida útil.
  j) Para los materiales que vienen en diferentes presentaciones, se evaluará la conveniencia de adquirir la de mayor tamaño, para generar menos contenedores vacíos.
  k) Cualquier derrame de materiales o residuos peligrosos que se presente, será inmediatamente detenido y limpiado, para evitar que provoque una mayor afectación.
  l) Siempre se mantendrán materiales absorbentes disponibles para cualquier emergencia por derrame de materiales o residuos peligrosos disponibles, tanto en los almacenes del campamento, como en las áreas de almacenamiento.

Ahorro de materias primas:

Consulta Pública

a) Los contenedores de materiales peligrosos serán vaciados completamente, aprovechando al máximo el material y previniendo derrames, por pequeños que sean.

Recuperación de material - producto y aprovechamiento de los recursos.

a) Los acumuladores plomo-ácido, tanto de vehículos como de equipo, siempre serán entregados a cambio cuando se requiera reposición.
b) Buscar acuerdos con el proveedor para que se haga cargo de los envases de suministro, de forma que se responsabilice de la gestión de los mismos. Los tambores vacíos que hayan contenido materiales peligrosos serán entregados al proveedor del material, por lo que no serán golpeados ni perforados.
c) En caso necesario de cambio de proveedores, se buscarán aquellos que tengan establecidos sistemas de recuperación de envases.
d) En caso de que no se logre la cooperación de los proveedores, se hará una reutilización de los envases de materias primas para llenarlos con residuos peligrosos. Siempre y cuando sean sustancias compatibles.

Gestión externa de residuos.

a) Revisión de la documentación que acredita a las empresas de manejo de los residuos peligrosos, para asegurar la correcta gestión de los mismos fuera de la empresa.
b) Revisión de la identificación y caracterización de los residuos peligrosos, para optimizar su gestión externa.
c) Buscar sistemas que permitan la valorización externa de los residuos.
d) Se buscarán opciones de tratamiento para todos aquellos residuos que no sean valorizables, pero sean susceptibles de ser tratados para reducir o eliminar la peligrosidad.

Cada uno de los puntos anteriores será aplicado, buscando la reducción en la cantidad de residuos generados. Estas medidas serán permanentes para cumplir con la meta de minimización establecida.

Etapa de manejo de los residuos peligrosos

Los residuos que no haya sido posible eliminar desde la fuente, serán manejados de acuerdo a la legislación ambiental vigente.

Gestión de efluentes sanitarios

Los únicos residuos líquidos que se generaran durante el proyecto, serán las aguas sanitarias, provenientes de los baños móviles durante la etapa de operación y construcción y será la empresa contratada para brindar este servicio quien se encargue de la recolección, tratamiento y disposición de este residuo.

Se calcula un sanitario por cada 25 trabajadores, por lo tanto, para las 60 personas que laborarán durante la duración de las etapas de preparación y construcción del proyecto; se utilizarán 20,430 litros de agua al mes que por los 24 meses de ambas etapas son 490,320

Consulta Pública

litros de agua. Se calcula la contratación de 3 baños portátiles con un gasto de agua diaria de 34.4285 litros (por sanitario).

Durante la operación y el mantenimiento, al ser este Proyecto un proyecto asociado a la Planta Solar Haab Kiin, se utilizarán los sanitarios de las instalaciones de la planta. Estos baños que contarán con una fosa séptica y se contratara el servicio con una empresa autorizada para su limpieza y mantenimiento.

En caso de ser requerido, se contratará un baño móvil que irá moviéndose con forme se realice el mantenimiento y se instalará en el frente de trabajo donde se esté realizando el mantenimiento. Se calcula un gasto de 5,400 litros al mes. Con un gasto de 9 litros por persona diario para las 20 personas que laborarán en esta etapa.

Registro de los residuos

Se llevará una bitácora de la generación y modalidades de manejo a las que se sujetan los residuos.

Los residuos serán almacenados en el área correspondiente, que cumplirá con los siguientes requisitos:

- Estar separada de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- Estar ubicada en zonas donde se reduzca el riesgo por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Contar con dispositivos para contener posibles derrames, como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.
- Cuando se almacenen residuos líquidos, contar con pendientes en el piso, o con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a la fosa de retención, que tendrá una capacidad para contener como mínimo, una quinta parte de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño.
- Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en caso de emergencia.
- Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad, para atención a emergencias, acordes con el tipo y cantidad de residuos almacenados.
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos almacenados, en lugares y formas visibles.
- La altura máxima de estiba debe ser de tres tibores en forma vertical.
- No existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudiera permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida.
- Las paredes estarán construidas con materiales no inflamables.
- Contar con ventilación natural.

Consulta Pública

- Estar localizado en área cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5 al nivel de agua, alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona.
- El material que se utilice para proteger el suelo será resistente a los residuos almacenados.
- En los casos de áreas abiertas no techadas, no se almacenarán residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados.
- En los casos de áreas no techadas, los residuos estarán cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

1.8 MEDIDAS ESPECÍFICAS

Como medidas específicas se realizará la separación adecuada de los residuos sólidos urbanos y peligrosos, así también se dispondrá de geomembranas impermeables en cada área de manejo de residuos peligrosos, como se describe a continuación:

Los residuos son aquellos materiales cuyo poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso contenido o no en recipientes y que pueden ser susceptibles de recibir tratamiento o disposición final.

1.9 INDICADORES DE REALIZACIÓN

Informe de avance y resultados

Los resultados de las acciones de manejo señaladas en el presente Programa, se incorporarán a los informes anuales de cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA); en estos reportes se indicará al respecto toda la información registrada.

Los indicadores estarán comprobados mediante la realización e integración de los siguientes documentos:

- Bitácoras de almacenamiento residuos
- Recepción de manifiestos de manejo y confinamiento entregado por la contratista
- Reporte de supervisión de orden y limpieza de cada área
- Memoria fotográfica

Bitácora

La bitácora contendrá como mínimo los siguientes apartados:

- Nombre del residuo
- Cantidad generada
- CRETIB
- Área o proceso de generación
- Fecha de ingreso
- Fecha de salida
- Fase de manejo siguiente la salida del almacén
- Prestador de servicio

Consulta Pública

- Nombre o denominación social
- Número de autorización

1.10 INDICADORES DE EFICACIA

La eficacia de la aplicación de la presente medida se medirá en función a los siguientes apartados:

- Cantidad de suelo contaminado por derrames accidentales
- Comparativa de la cantidad de residuos generados año con año (aplicando técnicas que vuelvan eficientes los procesos)
- Cantidad de situaciones de riesgos presentadas u observadas que tengan relación directa con una mala aplicación de los procedimientos de orden y limpieza.

Se espera que los puntos anteriores decrezcan con el paso de los años y la correcta aplicación de este programa o incluso se mantengan con cero incidentes.

Consulta Pública

1.11 CALENDARIO DE COMPROBACIÓN

| Cronograma de aplicación | | |

1.12 PUNTO DE COMPROBACIÓN DE LA MEDIDA

La aplicación de este Programa se comprobará diariamente con las inspecciones de orden y limpieza sobre todas las áreas que contempla el Proyecto, así también con las bitácoras de los residuos que entren y salgan de los almacenes de residuos. Esta medida prevendrá y/o mitigará de presentarse el caso, las afectaciones potenciales detectadas a los factores suelo y seguridad.

1.13 MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

En caso de no cumplirse las metas y objetivos del presente plan, realizará una evaluación integral de los puntos que no están resultando como se esperaba y de ser necesario incluso rediseñarse el mismo a fin de llegar el cumplimiento de las metas mencionadas en este y con esto cumplir con todo lo estipulado por la autoridad ambiental.

1.14 GLOSARIO

Los siguientes conceptos están contenidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Disposición final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones, cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

Generación: Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

Generador: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo

Material: Sustancia, compuesto o mezcla de ellos, que se usa como insumo y es un componente de productos de consumo, de envases, empaques, embalajes y de los residuos que se generan.

Material peligroso: Elementos, substancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

Prevención: Evitar la generación de residuos, por medio de la aplicación de procesos más limpios, en los que se resuelve el problema en su origen.

Reciclado: Transformación de los residuos, a través de distintos procesos, que permite restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos.

Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha. Se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos,

Consulta Pública

puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven.

Residuos de manejo especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Reutilización: El empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación.

Valorización: Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

1.15 BIBLIOGRAFÍA

Diario Oficial de la Federación. 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. México.

Diario Oficial de la Federación. 2006. NOM-052-SEMARNAT-2005. México. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2016. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015. México.

Consulta Pública