MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (MIA-P) MODALIDAD PARTICULAR

BANCO DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS (CUSTF)



CAPÍTULO 1.

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

2026

CONSTRUCTORA CONSTHER S.A. DE C.V.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1
1.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO 1
1.1.1. Nombre del proyecto 1
1.1.2. Ubicación del Proyecto 1
1.1.3. Duración del proyecto 1
1.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 2
1.2.1. Nombre o Razón Social 2
1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente 2
1.2.3. Nombre del Representante Legal 2
1.2.4. Dirección del Promovente 2
1.3. DATOS DEL RESPONSABLE QUE ELABORÓ EL ESTUDIO 2
1.3.1. Nombre o Razón Social 2
1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes 2
1.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio 3
1.3.4. Dirección del responsable de la elaboración Estudio 3

TABLAS

Tabla 1. Duración de las Etapas del CUSTF. 2

FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área del proyecto 1

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

1.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1.1. Nombre del proyecto

"Banco de Extracción de Materiales Pétreos (CUSTF)"

1.1.2. Ubicación del Proyecto

El polígono que se propone para Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) se localiza en el Predio Rústico "CONSTHER", ubicado a 8 km del entronque localizado en el km 9 del tramo carretero Terán-Vicente Guerrero, en el Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Estado de Chiapas (Figura 1).

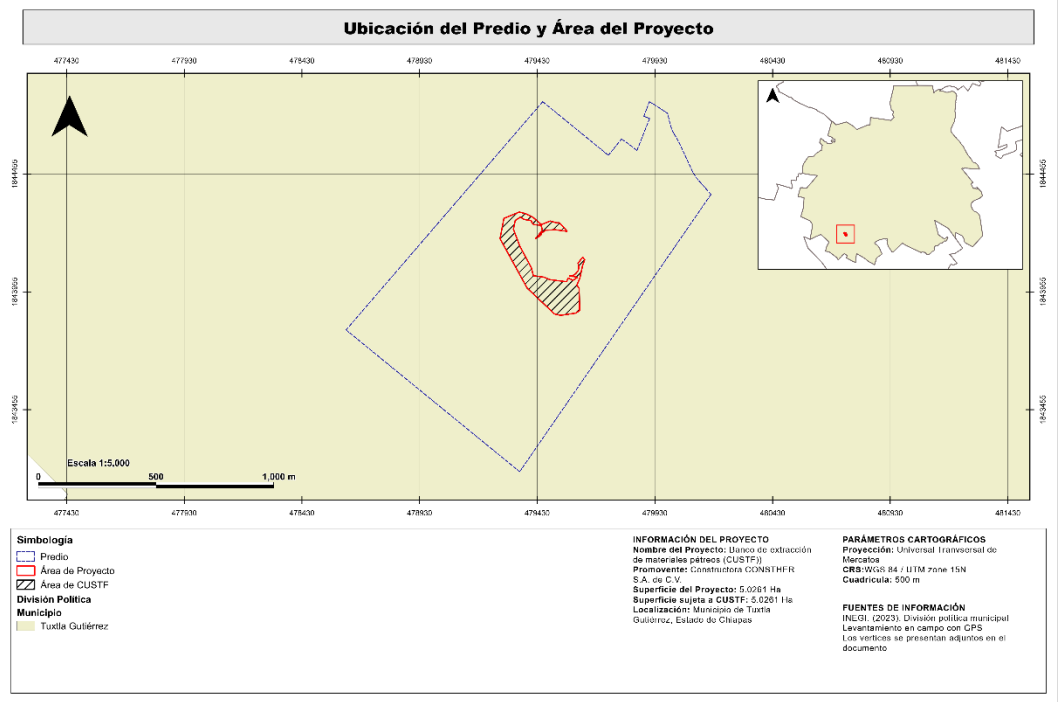


Figura 1. Ubicación del área del proyecto

1.1.3. Duración del proyecto

El periodo programado para llevar a cabo las actividades que comprenden el CUSTF será de **2 años (24 meses)** para cada una de las etapas que lo comprenden. Por lo tanto, la duración total será de **10 años**, como se ve en la Tabla 1:

Etapa	Tipo de Vegetación	Superficie (Ha)	Duración
1	Vegetación Secundaria Arbórea	1.0455	2 años
2		1.0176	2 años
3		0.9775	2 años

Etapa	Tipo de Vegetación	Superficie (Ha)	Duración
4	de Selva Baja Caducifolia	1.0168	2 años
5		0.9687	2 años
Total		**5.0261**	**10 años**

Tabla 1. Duración de las Etapas del CUSTF.

Aunado a lo anterior, se contempla un mínimo de **5 años** para las actividades de seguimiento y mantenimiento de la reforestación, así como del establecimiento de las obras de conservación de suelos y aguas que serán implementadas como medida de mitigación adicional.

1.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1.2.1. Nombre o Razón Social

Constructora CONSTHER S.A. de C.V.

Se adjuntan los documentos que certifican la personalidad de la Promovente.

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

CCO980610PX3

En el Anexo, se adjunta copia de la constancia de situación fiscal de la Promovente.

1.2.3. Nombre del Representante Legal

C. Erasmo Manolo Constantino Aguilar

Se anexa copia del poder legal del represente legal.

1.2.4. Dirección del Promovente

Domicilio: [redacted]

Teléfono: [redacted]

Correo Electrónico: [redacted]

1.3. DATOS DEL RESPONSABLE QUE ELABORÓ EL ESTUDIO

1.3.1. Nombre o Razón Social

Ing. Jesús Israel Rodríguez Manuel

Se adjunta copia de la INE del Responsable en el Anexo.

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes

[redacted]

1.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

Ing. Jesús Israel Rodríguez Manuel

Se adjunta copia de la identificación oficial del responsable de la elaboración del estudio.

1.3.4. Dirección del responsable de la elaboración Estudio

Dirección: [redacted]

Teléfono: [redacted]

Correo Electrónico: [redacted]

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (MIA-P) MODALIDAD PARTICULAR

BANCO DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS (CUSTF)



CAPÍTULO 2.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2026

CONSTRUCTORA CONSTHER S.A. DE C.V.

ÍNDICE

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 1
2.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 1
2.1.1. Naturaleza del proyecto 1
2.1.3. Selección del sitio 3
2.1.4. Ubicación física del Proyecto y planos de localización 3
2.1.5. Inversión requerida 9
2.1.6. Dimensiones del Proyecto 9
2.1.7. Uso actual del suelo 9
2.8. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 10
2.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 10
2.2.1. Programa General de Trabajo 12
2.2.2. Preparación del sitio 25
2.2.2.1. Actividades previas al CUSTF 25
2.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del Proyecto 26
2.2.4. Etapa de Construcción 26
2.2.5. Etapa de Operación y Mantenimiento 26
2.2.5.1. Estimación del volumen en metros cúbicos de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo 27
2.2.5.1.1. Obtención de información de campo 28
2.2.5.1.2. Superficie por poligonal y tipo de vegetación en la que se propone realizar derribo de vegetación 33
2.2.5.1.3. Material utilizado en la obtención de la muestra y ubicación de sitios de muestreo por poligonal 34
2.2.5.1.4. Análisis de datos de campo 35
2.2.5.1.5. Volumen por especie por predio 36
2.2.5.1.6. Número de ejemplares de las Especies catalogadas en los estratos Arbustivo, Herbáceo y No Maderables que serán removidas por el CUSTF 46
2.2.5.1.7. Uso para el que serán destinados los productos resultantes 51
2.2.5.2. Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación 51
2.2.5.2.1. Capacitación y Concientización Ambiental 52
2.2.5.2.2. Manejo Integral de Residuos 52
2.2.5.2.3. Mantenimiento de Maquinaria y Equipos 53
2.2.5.2.4. Seguridad e Higiene 53
2.2.5.2.5. Aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas 54
2.2.5.2.6. Rescate y Reubicación de Flora 54
2.2.5.2.7. Rescate y Reubicación de Fauna 54
2.2.6. Descripción de obras asociadas al Proyecto 55
2.2.7. Etapa de Abandono del Sitio 55
2.2.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 55
2.2.9. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos 56

TABLAS

Tabla 1. Duración de las Etapas del CUSTF. 1
Tabla 2. Autorizaciones Estatales para la Extracción de Material Pétreo. 2
Tabla 3. Coordenadas UTM del Predio. 5
Tabla 4. Desglose de superficies. 6
Tabla 5. Coordenadas UTM del área de CUSTF. 7
Tabla 6. Desglose de superficies por etapas del área de CUSTF. 8
Tabla 7. Coordenadas UTM de las Etapas del área de CUSTF. 9
Tabla 8. Descripción de las Superficies del Proyecto. 9
Tabla 9. Distribución de los Usos de Suelo y Vegetación presentes en el Área del Proyecto. 9
Tabla 10. Programa General de Trabajo. 23
Tabla 11. Programa de Seguimiento y Mantenimiento para la Reforestación y actividades de conservación de suelo y agua y el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre. 24
Tabla 12. Actividades a desarrollar durante el CUSTF. 27
Tabla 13. Coordenadas UTM de los Sitios de Muestreo de Flora en el Área de CUSTF. 31
Tabla 14. Coordenadas UTM de los vértices de los Sitios de Muestreo de flora en el área de CUSTF. 32
Tabla 15. Distribución de sitios por Etapa. 33
Tabla 16. Distribución de los Sitios por Etapa del Proyecto. 34
Tabla 17. Análisis experimental del muestreo aplicado en el área de CUSTF. 36
Tabla 18. Fórmulas para la estimación de volumen. 37
Tabla 19. Número de individuos por especies arbórea por etapa. 40
Tabla 20. Resumen de número de individuos de especies arbórea por etapa. 40
Tabla 21. Volumen total a remover de las especies arbóreas por etapa. 43
Tabla 22. Concentrado de individuos y volumen de especies arbórea por etapa. 46
Tabla 23. Resumen de número de individuos de especies arbórea por etapa. 46
Tabla 24. Número de individuos de especies en el estrato Arbustivo. 47
Tabla 25. Resumen de número de individuos de especies arbustivas a remover por etapa. 48
Tabla 26. Número de individuos de especies en el estrato Herbáceo. 49
Tabla 27. Resumen de número de individuos de especies del estrato Herbáceo. 50
Tabla 28. Número de individuos de especies No Maderables por etapa. 51
Tabla 29. Resumen de número de individuos de especies no maderables a remover. 51

FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización del proyecto. 4
Figura 2. Microlocalización del Predio. 4
Figura 3. Ubicación del Predio "CONSTHER". 5
Figura 4. Ubicación del área del proyecto de CUSTF. 6
Figura 5. Etapas del área de CUSTF. 7
Figura 6. Usos de Suelo y Vegetación del Área del Proyecto. 10
Figura 7. Barrera Vegetal en el Perímetro del Predio. 11

Figura 8. Uso de Suelo y Vegetación del Área de CUSTF (Campo). 28
Figura 9. Ejemplificación de dimensiones y distribución de los sitios. 29
Figura 10. Levantamiento de coordenadas de Sitios de Muestreo. 29
Figura 11. Marque de sitios y medición de ejemplares de flora. 30
Figura 12. Ubicación de los Sitios de Muestreo para flora en el área de CUSTF. 30
Figura 13. Materiales y equipos utilizados en el muestreo en campo. 34

GRÁFICOS

Gráfico 1. Acciones de Carácter Preventivo. 25
Gráfico 2. Actividades a desarrollar durante el CUSTF 26

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1.1. Naturaleza del proyecto

La promovente hace entrega de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-P) Modalidad Particular del Proyecto denominado *"Banco de Extracción de Materiales Pétreos (CUSTF)"* para su respectiva evaluación, a fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT en el Estado de Chiapas para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) a través de la remoción de vegetación forestal correspondiente a **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia**, de un área de **5.0261 Ha,** para la continuación de las actividades de extracción de material pétreo en el Predio Rústico "CONSTHER" en el Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

La causa que motiva el presente Proyecto es la presencia en grandes cantidades del material pétreo en la zona de estudio y dentro del Predio Rústico (propiedad de la Promovente), en donde se pretende ejecutar el CUSTF durante un periodo total de **10 años** que serán distribuidos en **5 etapas** para una superficie total de **5.0261 Ha**. Cada etapa se llevará a cabo durante **2 años (24 meses)**, como se observa en la Tabla 1:

Etapa	Superficie (Ha)	Duración
1	1.0455	2 años
2	1.0176	2 años
3	0.9775	2 años
4	1.0168	2 años
5	0.9687	2 años
Total	**5.0261**	**10 años**

Tabla 1. Duración de las Etapas del CUSTF.

Tras el CUSTF, se continuaría con las actividades de aprovechamiento de material pétreo.

Cabe mencionar que la Promovente ha realizado actividades de extracción a lo largo de los años y ha obtenido las autorizaciones correspondientes por parte de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN):

No.	Año	Oficio de Autorización	Volumen	Superficie (m^2)
1	2005	Oficio resolutivo número IHNE/DG/000721/05 de fecha 10 de agosto de 2005	60,000.00	5,000.00
2	2007	Oficio resolutivo número IHNE/DG/000103/07 de fecha 31 de enero de 2007	40,320.00	9,402.00
3	2008	Oficio resolutivo número SEMADUVI/0001311/08 de fecha 07 de julio de 2008	40,710.00	6,785.00
4	2011	Oficio resolutivo número SEMAHN/0632/2011 de fecha 02 de agosto de 2011	60,000.00	4,874.70
5	2014	Oficio resolutivo número SEMAHN/0702/2014 de fecha 04 de julio de 2014	60,654.10	3,983.85

No.	Año	Oficio de Autorización	Volumen	Superficie (m^2)
6	2016	Oficio resolutivo número SEMAHN/000182/2016 de fecha 02 de marzo de 2016	61,682.90	8,276.52
7	2018	Oficio resolutivo número SEMAHN/000370/2018 de fecha 22 de marzo de 2018	22,430.00	3,354.00
8	2021	Oficio resolutivo número SEMAHN/000642/2021 de fecha 04 de enero de 2021	12,556.55	1,268.35
9	2024	Oficio resolutivo número SEMAHN/SMAyCC/DPAyDE/00326/2018 de fecha 26 de abril de 2024	12,556.55	1,268.35

Tabla 2. Autorizaciones Estatales para la Extracción de Material Pétreo.

El aprovechamiento de material pétreo es compatible con las actividades económicas que se desempeñan en la región, creando nuevas oportunidades en el campo laboral y evitando la ejecución de proyectos que requieren el cambio de uso del suelo en grandes superficies de terreno con actividades como la agricultura, el aprovechamiento forestal y actividades pecuarias.

Por lo antepuesto, se entiende que la implementación del Proyecto se origina de la demanda de materiales pétreos derivado de la ejecución de nuevas obras civiles y actividades de rehabilitación de la infraestructura existente en el Estado de Chiapas. Por consiguiente, se busca apoyar a disminuir la demanda de mencionada materia, generado un impacto social y económico importante a nivel local y regional; teniendo constante cuidado y supervisión en la protección de los recursos naturales; así como la de la Flora y Fauna Silvestre presente en el área del Proyecto.

Asimismo, el sitio de estudio se localiza en los límites de la zona urbana de Tuxtla Gutiérrez, dentro de un entorno rural caracterizado por un ecosistema montañoso donde la presencia de materiales pétreos es significativa. La selección del predio se fundamentó en los resultados del estudio geotécnico realizado in situ por la empresa Calidad de Materiales y Construcciones S.A. de C.V. Dicho estudio concluye que el área presenta una litología compuesta por Caliza de Alta Pureza ($CaCO_3$), de origen sedimentario marino, cubierta por una capa superficial delgada de suelo residual.

Estas condiciones geológicas confieren al sitio una aptitud extractiva favorable, al permitir el acceso directo a un volumen considerable de material explotable, con características idóneas para su aprovechamiento.

Aunado a lo anterior, la elección del sitio se basó también en las siguientes consideraciones:

- Presencia de yacimiento de material pétreo.
- Reconocimiento geológico minero.
- Condiciones geográficas de ubicación.
- Calidad y forma de la piedra caliza en el banco de material.

Aunado, debido a que el Proyecto se localiza dentro la cabecera municipal de Tuxtla Gutiérrez, su desarrollo se encuentra regulado por lo establecido en el PMDUTGZ 2021-

2050. En este contexto, el área del Proyecto cuenta con la **Factibilidad de Uso de Suelo** emitida por la Dirección de Ordenamiento Territorial de la Secretaría de Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, la cual fue emitida mediante Oficio No. **SDU/DOT/USyCA/FACT/0653/2026** de fecha 16 de junio de 2026 (se anexa copia simple de la Factibilidad a este documento), otorgando la factibilidad de uso de suelo Comercial, señalando como Uso Específico de Extracción y Procesamiento de Material Pétreo, con una zonificación de Banco de Material.

En conclusión, el desarrollo del presente Proyecto es el primer paso para la continuación de actividades extractivas dentro del Predio Rústico “CONSTHER”, las cuales aportarán una considerable fuente de trabajo, derrama económica e impulsará la oferta y demanda de obras civiles en la región. El desarrollo de actividades como el desmonte, despalme y derribo de arbolado serán necesarias, por lo cual se solicita el CUSTF.

En la medida de lo posible, se buscará desarrollar el Proyecto de manera sustentable, ejecutando las actividades de manera progresiva, a la par de acciones compensatorias que mitiguen el daño generado al medio natural, por lo que la ejecución total del CUSTF se realizará en un lapso de 10 años y se distribuirá en 5 etapas.

2.1.3. Selección del sitio

El área del Proyecto fue seleccionada considerando lo siguiente:

- El sitio es un depósito natural de material pétreo de calidad, esencial para el desarrollo de actividades constructivas en la zona centro del Estado.
- Las áreas colindantes inmediatas al sitio del Proyecto comparten el uso de suelo, por lo que no se considera como zona de fomento ecológico.
- Se cuenta con la propiedad del predio rústico.
- No incide en Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal ni Estatal. De igual manera, no se ubica sobre zonas arqueológicas o de valor histórico.
- El sitio no se encuentra en un área que presente fallas o hundimientos diferenciales de terreno.
- El sitio se conecta directamente con una vía de comunicación existente y con buenas condiciones óptimas, por lo que no se requiere la apertura de vías de acceso.

2.1.4. Ubicación física del Proyecto y planos de localización

El Proyecto se localiza dentro del Predio Rústico “CONSTHER” propiedad de la Promovente, ubicado en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (Figura 1). Dicha entidad municipal forma parte de la Región Socioeconómica I - “Metropolitana”, dentro del Estado de Chiapas.

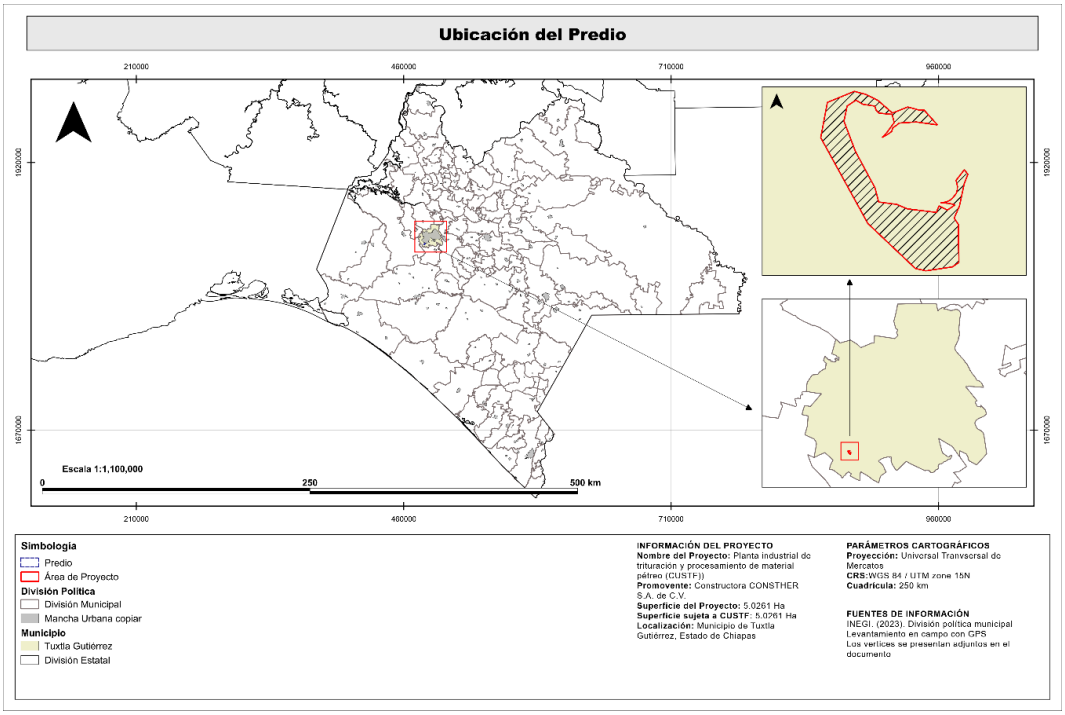


Figura 1. Macrolocalización del proyecto.

De forma específica, el proyecto se ubica en la porción suroeste de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, a 8 Km del entronque localizado en el Km 9, del tramo carretero Terán-Vicente Guerrero (Figura 2).

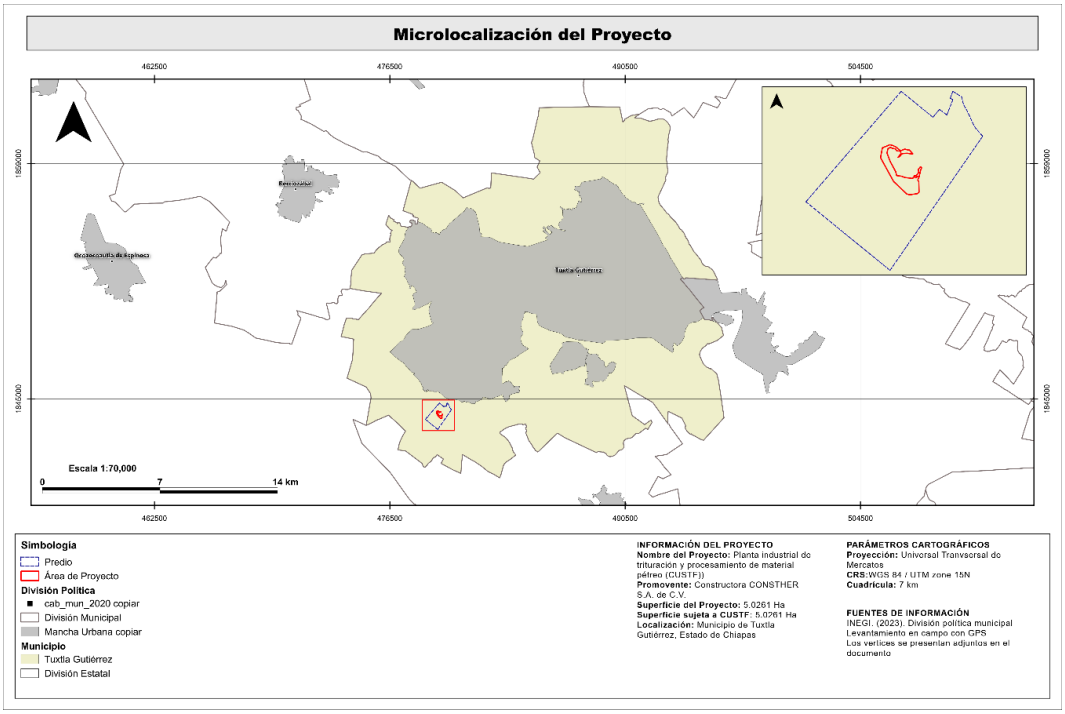


Figura 2. Microlocalización del Predio.

Para acreditar la propiedad del Predio en donde se ubica el proyecto, se presentan los siguientes documentales:

- Instrumento Número 4,050, Volumen 77, de fecha 05 de diciembre de 2025, ante la fe del Lic. Jesús Alejandro Cruz Gutiérrez, Titular de la Notaría Pública Núm. 101 del Estado de Chiapas.
- Instrumento Número 4,143, Volumen 79, de fecha 21 de julio de 2026, ante la fe del Lic. Jesús Alejandro Cruz Gutiérrez, Titular de la Notaría Pública Núm. 101 del Estado de Chiapas.
- Instrumento Número 4,144, Volumen 79, de fecha 21 de julio de 2026, ante la fe del Lic. Jesús Alejandro Cruz Gutiérrez, Titular de la Notaría Pública Núm. 101 del Estado de Chiapas.

A continuación, en la Tabla 3 se presentan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 N) que delimitan el Predio “CONSTHER”, así como el plano de ubicación en la Figura 3.

Coordenadas UTM					
Vértice	**X**	**Y**	**Vértice**	**X**	**Y**
1	479453.250	1844761.890	11	479994.470	1844666.870
2	479732.030	1844534.460	12	480004.310	1844637.340
3	479788.180	1844603.300	13	480025.600	1844601.480
4	479816.603	1844583.737	14	480034.970	1844583.850
5	479853.560	1844554.650	15	480091.590	1844461.770
6	479907.580	1844690.760	16	480107.800	1844436.890
7	479883.201	1844699.992	17	480168.100	1844368.270
8	479906.270	1844761.830	18	479355.320	1843191.610
9	479926.270	1844750.280	19	478617.800	1843793.280
10	479983.960	1844712.290			

Tabla 3. Coordenadas UTM del Predio.

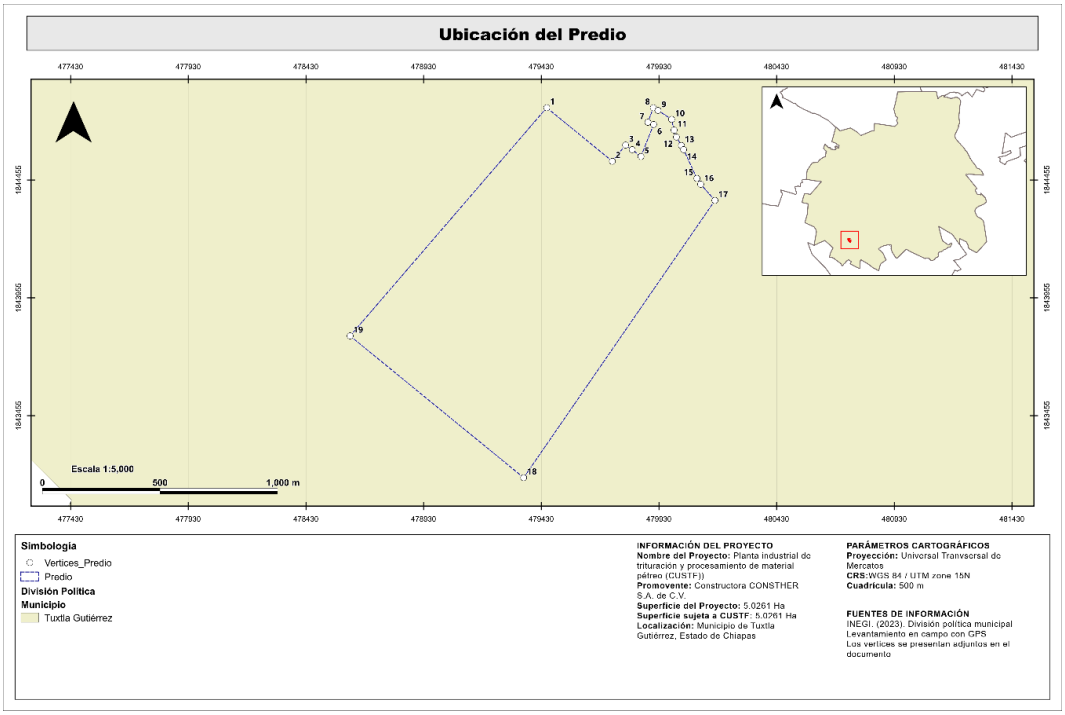


Figura 3. Ubicación del Predio "CONSTHER".

En lo que respecta al área del Proyecto, es decir, el área sujeta a cambio de uso de suelo (CUSTF), se ubica dentro del Predio “CONSTHER” y cuenta con una superficie de **5.0261 Ha** (Figura 4), que será intervenida en cinco etapas.

Concepto	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)*
Predio “CONSTHER”	122.0000	100.00
Área Nuevo Ciclo Extractivo	5.0261	4.12*
** Proporción ocupada respecto al predio.*		

Tabla 4. Desglose de superficies.

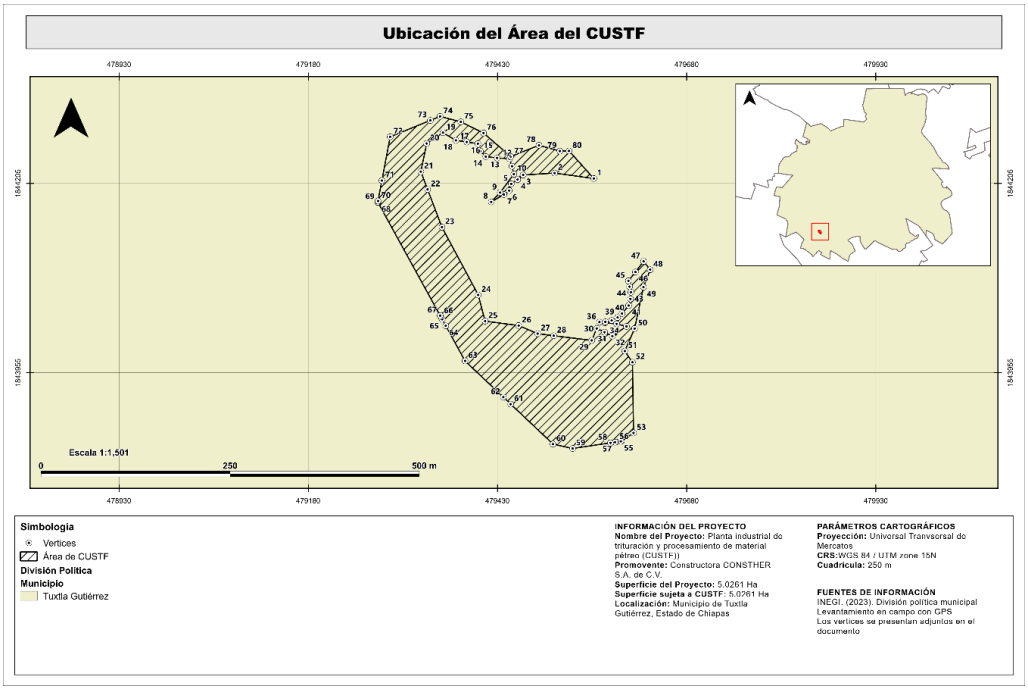


Figura 4. Ubicación del área del proyecto de CUSTF.

A continuación, se presentan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 N) que delimitan el área de CUSTF.

Coordenadas UTM					
Vértice	**X**	**Y**	**Vértice**	**X**	**Y**
1	479557.377	1844211.506	41	479603.358	1844043.835
2	479505.672	1844218.717	42	479605.792	1844052.626
3	479463.967	1844216.154	43	479606.392	1844061.471
4	479456.697	1844210.112	44	479604.655	1844068.745
5	479448.161	1844204.474	45	479603.077	1844076.392
6	479445.476	1844195.603	46	479612.317	1844088.099
7	479438.545	1844190.310	47	479623.118	1844102.087
8	479421.793	1844180.679	48	479631.865	1844091.116
9	479433.605	1844192.923	49	479622.964	1844068.046
10	479451.648	1844217.303	50	479611.266	1844013.400
11	479449.122	1844227.757	51	479598.271	1843983.701
12	479445.931	1844237.689	52	479608.376	1843968.926
13	479429.663	1844238.682	53	479609.863	1843875.594
14	479414.542	1844240.458	54	479593.928	1843864.700
15	479407.347	1844247.652	55	479593.019	1843864.565
16	479404.130	1844257.567	56	479586.901	1843863.654

Coordenadas UTM					
Vértice	**X**	**Y**	**Vértice**	**X**	**Y**
17	479389.563	1844259.722	57	479585.522	1843863.448
18	479374.995	1844261.878	58	479579.370	1843862.532
19	479357.990	1844272.020	59	479529.381	1843855.085
20	479336.580	1844257.780	60	479503.409	1843860.864
21	479328.730	1844220.690	61	479447.557	1843913.623
22	479337.720	1844197.059	62	479437.807	1843922.832
23	479356.660	1844147.270	63	479387.161	1843970.673
24	479404.660	1844057.770	64	479361.697	1844016.995
25	479413.700	1844023.210	65	479356.909	1844025.705
26	479457.990	1844017.430	66	479354.847	1844029.456
27	479483.010	1844006.730	67	479354.281	1844030.486
28	479504.364	1844003.986	68	479272.175	1844179.849
29	479554.750	1843997.800	69	479271.892	1844180.365
30	479561.111	1844013.594	70	479272.172	1844181.844
31	479571.625	1844008.669	71	479277.287	1844208.829
32	479581.891	1844003.574	72	479288.229	1844266.559
33	479600.466	1844016.272	73	479341.320	1844288.278
34	479587.607	1844019.594	74	479354.176	1844293.537
35	479571.950	1844021.004	75	479381.596	1844286.335
36	479564.817	1844021.886	76	479411.608	1844271.575
37	479572.590	1844022.220	77	479447.537	1844240.525
38	479580.940	1844024.143	78	479484.877	1844255.391
39	479588.875	1844028.003	79	479512.575	1844247.750
40	479594.674	1844033.285	80	479524.685	1844247.900

Tabla 5. Coordenadas UTM del área de CUSTF.

En seguida, se presenta las áreas por cada etapa del proyecto (Tabla 6, Figura 5):

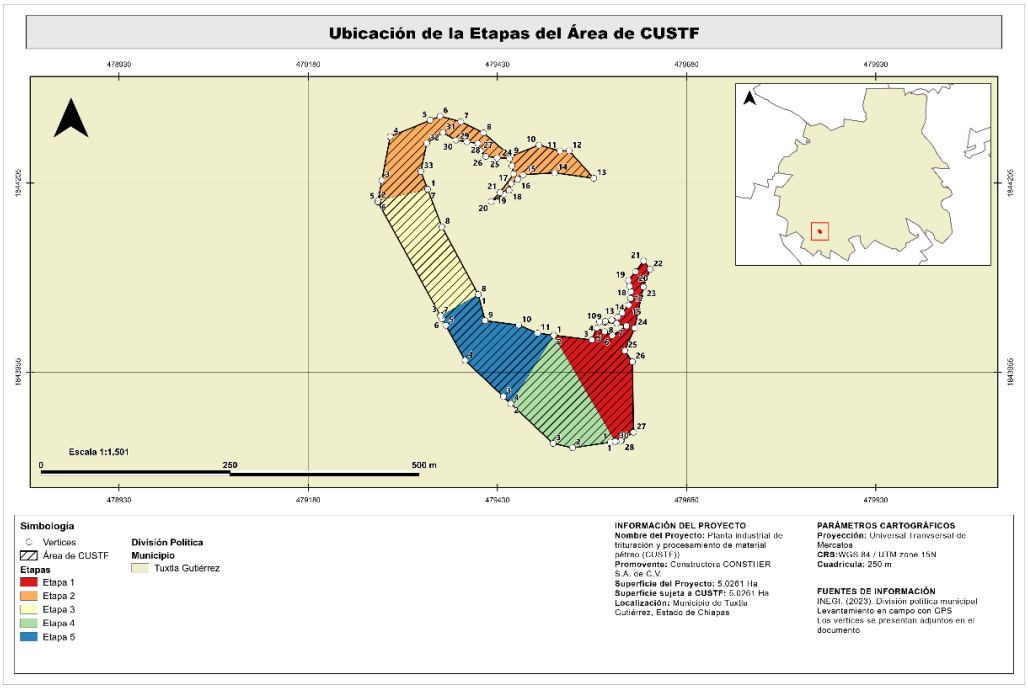


Figura 5. Etapas del área de CUSTF.

Polígono	Área (Ha)
Etapa 1	1.0455
Etapa 2	1.0176
Etapa 3	0.9775
Etapa 4	1.0168
Etapa 5	0.9687
Total	**5.0261**

Tabla 6. Desglose de superficies por etapas del área de CUSTF.

En cuanto a las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) que conforman las cinco etapas de la nueva superficie a extraer, se presentan enseguida:

Coordenadas UTM						
Etapa	**Vértice**	**X**	**Y**	**Vértice**	**X**	**Y**
1	1	479585.521	1843863.448	16	479605.792	1844052.626
	2	479504.364	1844003.986	17	479606.392	1844061.471
	3	479554.750	1843997.800	18	479604.655	1844068.745
	4	479561.111	1844013.594	19	479603.077	1844076.392
	5	479571.625	1844008.669	20	479612.317	1844088.099
	6	479581.891	1844003.574	21	479623.118	1844102.087
	7	479600.466	1844016.272	22	479631.865	1844091.115
	8	479587.607	1844019.594	23	479622.963	1844068.046
	9	479571.950	1844021.004	24	479611.265	1844013.399
	10	479564.817	1844021.886	25	479598.270	1843983.700
	11	479572.590	1844022.220	26	479608.375	1843968.926
	12	479580.940	1844024.143	27	479609.863	1843875.594
	13	479588.875	1844028.003	28	479593.927	1843864.700
	14	479594.674	1844033.285	29	479593.018	1843864.564
	15	479603.358	1844043.835	30	479586.900	1843863.653
2	1	479337.719	1844197.058	18	479445.476	1844195.603
	2	479272.171	1844181.843	19	479438.545	1844190.310
	3	479277.286	1844208.829	20	479421.793	1844180.679
	4	479288.228	1844266.558	21	479433.605	1844192.923
	5	479341.320	1844288.277	22	479451.648	1844217.303
	6	479354.175	1844293.536	23	479449.122	1844227.757
	7	479381.596	1844286.334	24	479445.931	1844237.689
	8	479411.608	1844271.574	25	479429.663	1844238.682
	9	479447.536	1844240.524	26	479414.542	1844240.458
	10	479484.876	1844255.391	27	479407.347	1844247.652
	11	479512.575	1844247.750	28	479404.130	1844257.567
	12	479524.684	1844247.899	29	479389.563	1844259.722
	13	479557.377	1844211.506	30	479374.995	1844261.878
	14	479505.672	1844218.717	31	479357.990	1844272.020
	15	479463.967	1844216.154	32	479336.580	1844257.780
	16	479456.697	1844210.112	33	479328.730	1844220.690
	17	479448.161	1844204.474			
3	1	479404.660	1844057.770	5	479271.891	1844180.365
	2	479354.847	1844029.456	6	479272.171	1844181.843
	3	479354.281	1844030.486	7	479337.719	1844197.058

Coordenadas UTM						
Etapa	**Vértice**	**X**	**Y**	**Vértice**	**X**	**Y**
	4	479272.175	1844179.849	8	479356.660	1844147.270
4	1	479579.369	1843862.531	4	479447.556	1843913.622
	2	479529.381	1843855.085	5	479504.364	1844003.986
	3	479503.409	1843860.864	6	479585.521	1843863.448
5	1	479504.364	1844003.986	7	479354.847	1844029.456
	2	479447.556	1843913.622	8	479404.660	1844057.770
	3	479437.807	1843922.832	9	479413.700	1844023.210
	4	479387.160	1843970.673	10	479457.990	1844017.430
	5	479361.697	1844016.995	11	479483.010	1844006.730
	6	479356.909	1844025.705			

Tabla 7. Coordenadas UTM de las Etapas del área de CUSTF.

2.1.5. Inversión requerida

Para la ejecución de los trabajos de CUSTF, se requiere de una inversión aproximada de $1,350,000.00 (Un millón trecientos cincuenta mil pesos 00/100 M.N.).

2.1.6. Dimensiones del Proyecto

El área del Proyecto contempla una superficie de **5.0261 Ha** de las cuales el 100% estará sujeto a CUSTF. En la Tabla 8, se indica la superficie requerida y el tipo de vegetación a remover:

Etapa	Tipo de Vegetación	Superficie (Ha)	Porcentaje (%) respecto al Total
1	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	1.0455	20.80
2		1.0176	20.25
3		0.9775	19.45
4		1.0168	20.23
5		0.9687	19.27
Total		**5.0261**	**100%**

Tabla 8. Descripción de las Superficies del Proyecto.

2.1.7. Uso actual del suelo

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII del INEGI (2021), se identifican dos usos de suelo y vegetación en el área del Proyecto (Tabla 9, Figura 6):

Uso de Suelo y Vegetación	Área de CUSTF	
	Ha	**%**
Asentamientos Humanos	0.0005	0.01
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	5.0256	99.99
Total	**5.0261**	**100.00**

Tabla 9. Distribución de los Usos de Suelo y Vegetación presentes en el Área del Proyecto.

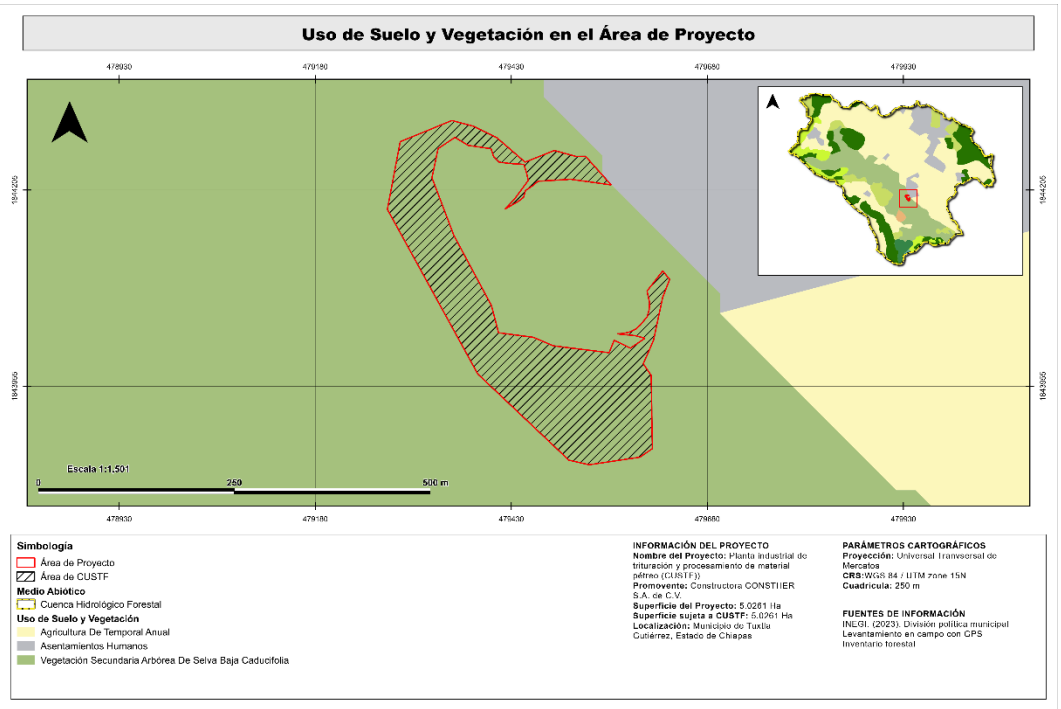


Figura 6. Usos de Suelo y Vegetación del Área del Proyecto.

Derivado de las visitas de campo realizadas al área del Proyecto, así como de la revisión de las imágenes satelitales en el software libre Google Earth Pro, el inventario florístico efectuado y la búsqueda de información bibliográfica de la región, se constató que el tipo de vegetación del área total del proyecto corresponde al mencionado por INEGI, siendo esta la **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.** Los resultados del muestreo y el análisis de los datos se muestran de manera detallada en el **Capítulo 4** de esta MIA-P.

2.8. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área del Proyecto se encuentra inmerso dentro de la localidad urbana de Tuxtla Gutiérrez, capital del Estado de Chiapas. Se cuenta con vías de comunicación para la llegada al sitio y con accesos habilitados en buenas condiciones. Se cuenta con luz eléctrica, alumbrado y acceso a agua potable y drenaje.

2.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El objetivo principal del Proyecto denominado *"Banco de Extracción de Materiales Pétreos (CUSTF)"*; es obtener la autorización en materia de impacto ambiental para la ejecución del CUSTF, a través de la remoción de vegetación forestal correspondiente a **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia**, para la continuación de las actividades de extracción de material pétreo en el Predio Rústico "CONSTHER" en el Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

El proceso de extracción se realizará a cielo abierto, contemplando actividades de procesamiento, almacenamiento y venta de materiales pétreos destinados a la industria de

la construcción. Se prevé la extracción de un volumen anual de **12,556.55 m^3** de material procesado, trabajando en un horario diurno de lunes a sábado, bajo condiciones de demanda regular para la región.

Inicialmente los materiales pétreos son cargados con una máquina excavadora hidráulica a los camiones tipo volteo que transportan el recurso hacia la máquina trituradora, la cual recibe la piedra en la tolva alimentadora, que le retira el material térreo que pudiera contener y posteriormente la envía a la trituradora primaria de quijadas para reducir su tamaño. Después, una banda transportadora envía el material triturado a una criba vibratoria donde se lleva a cabo la clasificación del material con medidas de 1 ½", ¾" y finos, mientras que, el material que por su tamaño no haya podido pasar por las cribas instaladas, es enviado por gravedad a una trituradora secundaria de impacto, la cual vuelve a reducir el tamaño del material pétreo y a su salida es enviado de regreso a la criba vibratoria para continuar con su clasificación. Una vez clasificado, el material es enviado mediante tres bandas transportadoras al almacén temporal mientras se realiza la venta al público en general.

Para evitar la propagación de polvos durante el proceso de trituración y cribado se ha instalado un sistema de aspersión de agua en las zonas críticas donde se produce polvo, así como cubre polvos en todas las bandas transportadoras de la máquina de trituración y cribado. Aunado a lo anterior, se ha establecido un programa de barreras vegetales en el perímetro del área de trituración y procesamiento, mediante la siembra y cuidado de especies vegetales de la región, tales como: Cupapé, Brasil, Candox, Primavera y Benjamina; con el fin de minimizar el impacto visual y de evitar la propagación de los polvos generados en el proceso de trituración y cribado.



Figura 7. Barrera Vegetal en el Perímetro del Predio.

Al continuar con las actividades extractivas se podrá disponer de productos pétreos como material para la construcción y, de esta manera, se abastecerán la necesidad de este tipo de recursos a nivel local y regional, aportando al desarrollo y mejora de la calidad de vida de los centros de población. Asimismo, el Proyecto contribuirá a mejorar el nivel de vida de los trabajadores de la zona que laborarán para este, así como sus familias, e incluso se generarán empleos indirectos a raíz de las diferentes obras públicas y/o privadas que se aperturarán gracias al abastecimiento de los materiales pétreos. De esta forma, se

beneficiará a la economía local y regional, logrando un aprovechamiento sustentable de los recursos del sitio de estudio y en apego a la normatividad vigente.

2.2.1. Programa General de Trabajo

A continuación, en la Tabla 10, se presenta el Programa General de Trabajo, mismo que integra las actividades que comprenden el CUSTF, programado a realizarse en un periodo de **10 años** a partir de la resolución positiva por parte de las Autoridades, contemplando **2 años (24 meses)** para cada una de las 5 etapas del CUSTF: se ejecutará el CUSTF durante 1 año (12 meses) y el segundo año será para el establecimiento de la planta de trituración y procesamiento de material pétreo, abarcando en total los 2 años mencionados.

De igual manera, se considera el seguimiento y mantenimiento del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y del Programa de Reforestación para la conservación del suelo y agua, para garantizar la sobrevivencia de las especies.

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Año 1 (Etapa 1)												
Preparación del Sitio												
Trazo y delimitación del área del Proyecto	■											
Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales												
Medición, cuantificación y marqueo del arbolado a derribar	■	■										
Desmonte y deshierbe de la vegetación			■	■	■							
Derribo y desrame del arbolado			■	■	■							
Troceo y aprovechamiento de los productos maderables						■	■	■				
Despalme de la vegetación									■	■	■	
Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua (Etapa 1)							■	■	■	■	■	■
Reforestación (Etapa 1)[1]:					■	■	■	■	■			
→ Trazo y delimitación del área de Reforestación					■							
→ Determinación de especies y cantidad requerida					■							
→ Obtención de Plantas					■	■						
→ Preparación del Terreno					■	■						
→ Transporte de Plantas						■						
→ Plantación						■	■					
Programa de Rescate y Reubicación de Flora[2]:				■	■	■	■	■	■			
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación				■								
→ Ubicación de los individuos susceptibles a rescate				■								
→ Rescate de los Organismos (plántulas)				■	■							
→ Construcción y Establecimiento del Vivero Rústico					■							
→ Rescate de los Organismos (germoplasma)					■	■						
→ Plantación y Aplicación de Riegos				■	■	■	■	■	■			
→ Fertilización de los Individuos							■	■				
→ Control Fitosanitario					■		■		■			
→ Seguimiento y Evaluación del Trasplante (plántulas)									■			
→ Seguimiento y Evaluación del Trasplante (germoplasma)									■			
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna:	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación	■											
→ Recorrido previo para identificación de Fauna	■											
→ Recorrido para ubicación de Fauna *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Ahuyentamiento de Fauna Silvestre *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Rescate y Reubicación de los Individuos *(actividad sujeta a la presencia de especies en el sitio)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Abandono del Sitio[3]												
Retiro de Materiales, Equipo y Maquinaria												■
Desmantelamiento de Obras Provisionales												■
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informes de Actividades												■
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua			■			■			■			■
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)[4]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación[4]			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación[4]						■						■
Programa de Rescate y Reubicación de Flora[4]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas[4] *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada.*			■			■			■			■
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Año 2 (Etapa 1)												
Establecimiento de la Planta de Trituración y Procesamiento de Material Pétreo[5]												
Extracción, Trituración y Procesamiento de Material Pétreo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Almacenamiento Temporal y Comercialización	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua							■	■	■	■	■	■
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna:	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación	■											
→ Recorrido previo para identificación de Fauna	■											
→ Recorrido para ubicación de Fauna *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Ahuyentamiento de Fauna Silvestre *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Rescate y Reubicación de los Individuos *(actividad sujeta a la presencia de especies en el sitio)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental												

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bitácora de Actividades	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informes de Actividades												■
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*			■			■			■			■
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)[4] *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación[4] *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación[4] *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*						■						■
Programa de Rescate y Reubicación de Flora[4] *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas[4] *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada, en el periodo del año 2 al año 6 para la Etapa 1*			■			■			■			■
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Año 3 (Etapa 2)												
Preparación del Sitio												
Trazo y delimitación del área del Proyecto	■											
Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales												
Medición, cuantificación y marqueo del arbolado a derribar	■	■										
Desmonte y deshierbe de la vegetación			■	■	■							
Derribo y desrame del arbolado			■	■	■							
Troceo y aprovechamiento de los productos maderables						■	■	■				
Despalme de la vegetación									■	■	■	
Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua							■	■	■	■	■	■
Reforestación (Etapa 2)[1]:					■	■	■	■	■			
→ Trazo y delimitación del área de Reforestación					■							
→ Determinación de especies y cantidad requerida					■							
→ Obtención de Plantas					■	■						
→ Preparación del Terreno					■	■						
→ Transporte de Plantas						■						
→ Plantación						■	■					
Programa de Rescate y Reubicación de Flora[2]:				■	■	■	■	■	■			
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación				■								
→ Ubicación de los individuos susceptibles a rescate				■								
→ Rescate de los Organismos (plántulas)				■	■							

Actividades	Meses 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
→ Construcción y Establecimiento del Vivero Rústico					■							
→ Rescate de los Organismos (germoplasma)					■	■						
→ Plantación y Aplicación de Riegos				■	■	■	■	■	■			
→ Fertilización de los Individuos							■	■				
→ Control Fitosanitario					■		■		■			
→ Seguimiento y Evaluación del Trasplante (plántulas)									■			
→ Seguimiento y Evaluación del Trasplante (germoplasma)									■			
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna:	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación	■											
→ Recorrido previo para identificación de Fauna	■											
→ Recorrido para ubicación de Fauna *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Ahuyentamiento de Fauna Silvestre *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Rescate y Reubicación de los Individuos *(actividad sujeta a la presencia de especies en el sitio)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Abandono del Sitio[3]												
Retiro de Materiales, Equipo y Maquinaria												■
Desmantelamiento de Obras Provisionales												■
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informes de Actividades												■
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua			■			■			■			■
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)[4]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación[4]			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación[4]						■						■
Programa de Rescate y Reubicación de Flora (Supervisión)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas[4] *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada*			■			■			■			■
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Año 4 (Etapa 2)												
Establecimiento de la Planta de Trituración y Procesamiento de Material Pétreo[5]												
Extracción, Trituración y Procesamiento de Material Pétreo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Almacenamiento Temporal y Comercialización	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua							■	■	■	■	■	■
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna:	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación	■											

Actividades	Meses 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
→ Recorrido previo para identificación de Fauna	■											
→ Recorrido para ubicación de Fauna *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Ahuyentamiento de Fauna Silvestre *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Rescate y Reubicación de los Individuos *(actividad sujeta a la presencia de especies en el sitio)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informes de Actividades												■
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*			■			■			■			■
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)[4] *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación[4] *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación[4] *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*						■						■
Programa de Rescate y Reubicación de Flora[4] *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas[4] *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada, en el periodo del año 4 al año 8 para la Etapa 2*			■			■			■			■
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Año 5 (Etapa 3)												
Preparación del Sitio												
Trazo y delimitación del área del Proyecto	■											
Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales												
Medición, cuantificación y marqueo del arbolado a derribar	■	■										
Desmonte y deshierbe de la vegetación			■	■	■							
Derribo y desrame del arbolado			■	■	■							
Troceo y aprovechamiento de los productos maderables						■	■	■				
Despalme de la vegetación									■	■	■	
Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua							■	■	■	■	■	■
Reforestación (Etapa 3)[1]:					■	■	■	■	■			
→ Trazo y delimitación del área de Reforestación					■							
→ Determinación de especies y cantidad requerida					■							

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
→ Obtención de Plantas					■	■						
→ Preparación del Terreno					■	■						
→ Transporte de Plantas						■						
→ Plantación						■	■					
Programa de Rescate y Reubicación de Flora[2]:				■	■	■	■	■	■			
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación				■								
→ Ubicación de los individuos susceptibles a rescate				■								
→ Rescate de los Organismos (plántulas)				■	■							
→ Construcción y Establecimiento del Vivero Rústico					■							
→ Rescate de los Organismos (germoplasma)					■	■						
→ Plantación y Aplicación de Riegos				■	■	■	■	■	■			
→ Fertilización de los Individuos							■	■				
→ Control Fitosanitario					■		■		■			
→ Seguimiento y Evaluación del Trasplante (plántulas)									■			
→ Seguimiento y Evaluación del Trasplante (germoplasma)									■			
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna:	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación	■											
→ Recorrido previo para identificación de Fauna	■											
→ Recorrido para ubicación de Fauna *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Ahuyentamiento de Fauna Silvestre *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Rescate y Reubicación de los Individuos *(actividad sujeta a la presencia de especies en el sitio)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Abandono del Sitio[3]												
Retiro de Materiales, Equipo y Maquinaria												■
Desmantelamiento de Obras Provisionales												■
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informes de Actividades												■
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua			■			■			■			■
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)[4]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación[4]			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación[4]						■						■
Programa de Rescate y Reubicación de Flora (Supervisión)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas[4] *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada*			■			■			■			■
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Año 6 (Etapa 3)												
Establecimiento de la Planta de Trituración y Procesamiento de Material Pétreo[5]												
Extracción, Trituración y Procesamiento de Material Pétreo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Almacenamiento Temporal y Comercialización	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación												

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua							■	■	■	■	■	■
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna:	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación	■											
→ Recorrido previo para identificación de Fauna	■											
→ Recorrido para ubicación de Fauna *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Ahuyentamiento de Fauna Silvestre *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Rescate y Reubicación de los Individuos *(actividad sujeta a la presencia de especies en el sitio)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informes de Actividades												■
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*			■			■			■			■
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)[4] *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación[4] *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación[4] *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*						■						■
Programa de Rescate y Reubicación de Flora[4] *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas[4] *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada, en el periodo del año 6 al año 10 para la Etapa 3*			■			■			■			■
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Año 7 (Etapa 4)												
Preparación del Sitio												
Trazo y delimitación del área del Proyecto	■											
Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales												
Medición, cuantificación y marqueo del arbolado a derribar	■	■										
Desmonte y deshierbe de la vegetación			■	■	■							
Derribo y desrame del arbolado			■	■	■							
Troceo y aprovechamiento de los productos maderables						■	■	■				
Despalme de la vegetación									■	■	■	
Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua							■	■	■	■	■	■
Reforestación (Etapa 4)[1]:					■	■	■	■	■			
→ Trazo y delimitación del área de Reforestación					■							
→ Determinación de especies y cantidad requerida					■							
→ Obtención de Plantas					■	■						
→ Preparación del Terreno					■	■						
→ Transporte de Plantas						■						
→ Plantación						■	■					
Programa de Rescate y Reubicación de Flora[2]:				■	■	■	■	■	■			
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación				■								
→ Ubicación de los individuos susceptibles a rescate				■								
→ Rescate de los Organismos (plántulas)				■	■							
→ Construcción y Establecimiento del Vivero Rústico					■							
→ Rescate de los Organismos (germoplasma)					■	■						
→ Plantación y Aplicación de Riegos				■	■	■	■	■	■			
→ Fertilización de los Individuos							■	■				
→ Control Fitosanitario					■		■		■			
→ Seguimiento y Evaluación del Trasplante (plántulas)									■			
→ Seguimiento y Evaluación del Trasplante (germoplasma)									■			
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna:	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación	■											
→ Recorrido previo para identificación de Fauna	■											
→ Recorrido para ubicación de Fauna *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Ahuyentamiento de Fauna Silvestre *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Rescate y Reubicación de los Individuos *(actividad sujeta a la presencia de especies en el sitio)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Abandono del Sitio[3]												
Retiro de Materiales, Equipo y Maquinaria												■
Desmantelamiento de Obras Provisionales												■
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informes de Actividades												■
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua			■			■			■			■
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)[4]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación[4]			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación[4]						■						■
Programa de Rescate y Reubicación de Flora (Supervisión)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas[4]			■			■			■			■

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada												
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Año 8 (Etapa 4)												
Establecimiento de la Planta de Trituración y Procesamiento de Material Pétreo[5]												
Extracción, Trituración y Procesamiento de Material Pétreo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Almacenamiento Temporal y Comercialización	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua							■	■	■	■	■	■
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna:	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación	■											
→ Recorrido previo para identificación de Fauna	■											
→ Recorrido para ubicación de Fauna *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Ahuyentamiento de Fauna Silvestre *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Rescate y Reubicación de los Individuos *(actividad sujeta a la presencia de especies en el sitio)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informes de Actividades												■
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4*			■			■			■			■
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)[4] *Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación[4] *Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4*			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación[4] *Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4*						■						■
Programa de Rescate y Reubicación de Flora[4] *Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas[4] *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada, en el periodo del año 8 al año 12 para la Etapa 4*			■			■			■			■
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Año 9 (Etapa 5)												
Preparación del Sitio												
Trazo y delimitación del área del Proyecto	■											

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales												
Medición, cuantificación y marqueo del arbolado a derribar	■	■										
Desmonte y deshierbe de la vegetación			■	■	■							
Derribo y desrame del arbolado			■	■	■							
Troceo y aprovechamiento de los productos maderables						■	■	■				
Despalme de la vegetación									■	■	■	
Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua							■	■	■	■	■	■
Reforestación (Etapa 5)[1]:					■	■	■	■	■			
→ Trazo y delimitación del área de Reforestación					■							
→ Determinación de especies y cantidad requerida					■							
→ Obtención de Plantas					■	■						
→ Preparación del Terreno					■	■						
→ Transporte de Plantas						■						
→ Plantación						■	■					
Programa de Rescate y Reubicación de Flora[2]:				■	■	■	■	■	■			
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación				■								
→ Ubicación de los individuos susceptibles a rescate				■								
→ Rescate de los Organismos (plántulas)				■	■							
→ Construcción y Establecimiento del Vivero Rústico					■							
→ Rescate de los Organismos (germoplasma)					■	■						
→ Plantación y Aplicación de Riegos				■	■	■	■	■	■			
→ Fertilización de los Individuos							■	■				
→ Control Fitosanitario					■		■		■			
→ Seguimiento y Evaluación del Trasplante (plántulas)									■			
→ Seguimiento y Evaluación del Trasplante (germoplasma)									■			
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna:	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación	■											
→ Recorrido previo para identificación de Fauna	■											
→ Recorrido para ubicación de Fauna *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Ahuyentamiento de Fauna Silvestre *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Rescate y Reubicación de los Individuos *(actividad sujeta a la presencia de especies en el sitio)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Abandono del Sitio[3]												
Retiro de Materiales, Equipo y Maquinaria												■
Desmantelamiento de Obras Provisionales												■
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informes de Actividades												■
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Obras de Conservación de Suelo y Agua	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua			■			■			■			■
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)[4]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación[4]			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación[4]						■						■
Programa de Rescate y Reubicación de Flora (Supervisión)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas[4] *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada*			■			■			■			■
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Año 10 (Etapa 5)												
Establecimiento de la Planta de Trituración y Procesamiento de Material Pétreo[5]												
Extracción, Trituración y Procesamiento de Material Pétreo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Almacenamiento Temporal y Comercialización	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua							■	■	■	■	■	■
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna:	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Trazo y delimitación del área de Reubicación	■											
→ Recorrido previo para identificación de Fauna	■											
→ Recorrido para ubicación de Fauna *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Ahuyentamiento de Fauna Silvestre *(diariamente antes de iniciar las actividades)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
→ Rescate y Reubicación de los Individuos *(actividad sujeta a la presencia de especies en el sitio)*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Abandono del Sitio[3]												
Retiro de Materiales, Equipo y Maquinaria												■
Desmantelamiento de Obras Provisionales												■
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informes de Actividades												■
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo Integral de Residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Seguridad e Higiene	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*			■			■			■			■
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)[4] *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación[4] *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación[4]						■						■

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5												
Programa de Rescate y Reubicación de Flora[4] *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas[4] *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada, en el periodo del año 10 al año 14 para la Etapa 5*			■			■			■			■

Tabla 10. Programa General de Trabajo.

[1]El inicio de esta actividad estará directamente relacionado al comienzo de la temporada de lluvias. En el caso del Proyecto, este periodo empieza en el mes de mayo y termina en septiembre. Esta actividad estará distribuida en 5 etapas al igual que la ejecución del CUSTF.

[2] El inicio del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre estará directamente relacionado al comienzo de la temporada de lluvias. En el caso del Proyecto, este periodo empieza en el mes de mayo y termina en septiembre.

[3] El Abandono del Sitio se refiere al término de las actividades para la etapa de CUSTF correspondiente.

[4] Se contempla un mínimo de 5 años de seguimiento para estas actividades.

[5] La etapa de establecimiento de la planta se indica para conocimiento, ya que su evaluación le corresponderá a la Autoridad pertinente.

Cabe mencionar que el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre se implementará al inicio de cada etapa y cubriendo la superficie total de cada etapa correspondiente.

El seguimiento y mantenimiento del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, de la reforestación y de las obras de conservación de suelo y agua se realizarán en un mínimo de **5 años** a partir de su ejecución, durante 5 etapas de forma similar y progresiva a la ejecución del CUSTF; a partir del segundo año de cada etapa correspondiente. Lo anterior, se muestra a detalle en la Tabla 11:

Actividades	Años													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Etapa 1														
Reforestación	■													
Obras de Conservación de Suelo y Agua	■													
Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre	■													
Seguimiento y Mantenimiento de la Reforestación		■	■	■	■	■								
Seguimiento y Mantenimiento de las Obras de Conservación de Suelo y Agua		■	■	■	■	■								
Seguimiento y Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas		■	■	■	■	■								
Etapa 2														
Reforestación			■											
Obras de Conservación de Suelo y Agua			■											
Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre			■											
Seguimiento y Mantenimiento de la Reforestación				■	■	■	■	■						
Seguimiento y Mantenimiento de las Obras de Conservación de Suelo y Agua				■	■	■	■	■						

Actividades	Años													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Seguimiento y Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas				■	■	■	■	■						
Etapa 3														
Reforestación					■									
Obras de Conservación de Suelo y Agua					■									
Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre					■									
Seguimiento y Mantenimiento de la Reforestación						■	■	■	■	■				
Seguimiento y Mantenimiento de las Obras de Conservación de Suelo y Agua						■	■	■	■	■				
Seguimiento y Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas						■	■	■	■	■				
Etapa 4														
Reforestación							■							
Obras de Conservación de Suelo y Agua							■							
Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre							■							
Seguimiento y Mantenimiento de la Reforestación								■	■	■	■	■		
Seguimiento y Mantenimiento de las Obras de Conservación de Suelo y Agua								■	■	■	■	■		
Seguimiento y Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas								■	■	■	■	■		
Etapa 5														
Reforestación									■					
Obras de Conservación de Suelo y Agua									■					
Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre									■					
Seguimiento y Mantenimiento de la Reforestación										■	■	■	■	■
Seguimiento y Mantenimiento de las Obras de Conservación de Suelo y Agua										■	■	■	■	■
Seguimiento y Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas										■	■	■	■	■

Tabla 11. Programa de Seguimiento y Mantenimiento para la Reforestación y actividades de conservación de suelo y agua y el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.

El CUSTF proveerá las condiciones físicas necesarias para continuar con las actividades de extracción de material pétreo en el área del Proyecto. Las mencionadas acciones serán gestionadas ante la Autoridad competente para tramitar los permisos correspondientes y que determinen la viabilidad de su ejecución en materia de impacto ambiental conforme a la legislación estatal.

De esta forma, es imperativo mencionar y aclarar que, para los fines de la presente MIA-P, la información presentada se refiere exclusivamente a las actividades que comprende la ejecución del CUSTF.

De igual manera, es importante aclarar que las actividades propias del banco de extracción únicamente se mencionan para conocimiento de la Secretaría, ya que su evaluación le corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN).

2.2.2. Preparación del sitio

Se presentan las actividades que deben llevarse a cabo durante la etapa de preparación del sitio:

2.2.2.1. Actividades previas al CUSTF

- **Trazo y delimitación del área del Proyecto**

Para esta actividad, se realizan recorridos en los límites del polígono que forma parte del área de CUSTF, localizando los vértices de los puntos de inflexión de la poligonal con la ayuda de un navegador satelital (GPS). Durante el recorrido, se colocan estacas a diferentes distancias y la cantidad de estacas y el tamaño de estas depende de la densidad de la vegetación y de la topografía del sitio, además son cubiertas con pintura para que sean visibles a distancia.

De considerarse necesario, se puede abrir una brecha de 1 m de ancho, esto con el objetivo de no derribar vegetación que se encuentre fuera de la superficie sujeta a CUSTF, y debe ser acompañada de banderolas de color rojo o algún otro color visible.

- **Rescate y reubicación de Flora y Fauna**

Para esta actividad se contempla la implementación de los Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre a través de los cuales se busca prevenir afectaciones a las especies que se encuentren dentro del Proyecto y/o en zonas aledañas. Esto debe realizarse por personal capacitado para la identificación, captura y relocalización de dichos individuos. Cabe mencionar que esta actividad también debe realizarse durante la etapa de ejecución del CUSTF.

- **Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación**

Durante esta etapa se realizan las acciones de carácter preventivo, ya que deben llevarse a cabo antes de la ejecución del CUSTF, siendo principalmente las siguientes:

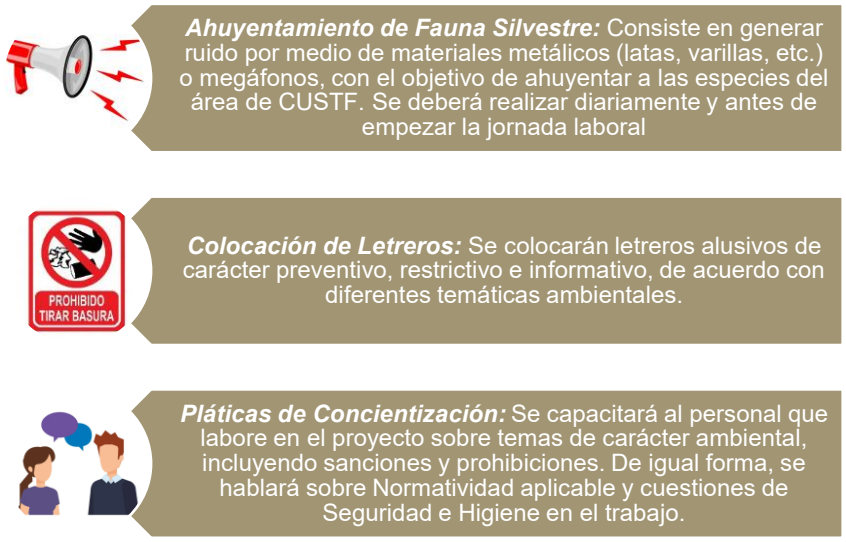


Gráfico 1. Acciones de Carácter Preventivo.

Aunado a lo anterior, se deben implementar otras medidas de importancia, mismas que se describen a detalle en el **Capítulo 6** de la MIA-P.

2.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del Proyecto

Durante las actividades de CUSTF, se instalaron sanitarios portátiles, oficinas, bodegas y campamentos temporales.

2.2.4. Etapa de Construcción

No aplica.

2.2.5. Etapa de Operación y Mantenimiento

En el Gráfico 2 se ilustran las actividades que debieron desarrollarse durante el CUSTF:



Gráfico 2. Actividades a desarrollar durante el CUSTF

En la Tabla 7 se enlistan las actividades mencionadas anteriormente y la descripción de cada una de ellas:

Actividad	Descripción
Medición y marqueo de arbolado	Esta actividad se refiere al señalamiento de los individuos del estrato arbóreo que deben ser derribados y consiste en la selección individual o grupal del arbolado a aprovechar, en donde se debe utilizar el martillo forestal que le fue autorizado al prestador de servicios técnicos que será responsable de la ejecución del CUSTF. La marca se realiza en la base del fuste a una altura no mayor a los 30 cm desde la base del suelo, previo espejeo y aplicación de pintura. En seguida, se enlista la metodología para llevar a cabo dicho proceso: ○ Identificación del arbolado a derribar. ○ Espejeo a una altura máxima de 30 cm a partir de la base del árbol con herramientas manuales (hachas y/o machetes). ○ Pintar con crayola la base del martillo donde se ubica el número de registro y marcar el árbol.
Desmonte y deshierbe de vegetación	Una vez finalizado el marqueo de arbolado, se realizará el desmonte y deshierbe, esto consiste en eliminar la vegetación propia del sitio, cortando y retirando la maleza, hierba, zacate y toda aquella materia vegetal presente en la superficie del área propuesta a CUSTF, así como el desenraice.
Derribo y desrame de arbolado	Se prosigue con la remoción de vegetación existente en el área sujeta a CUSTF, con el objetivo de eliminar la presencia de material vegetal, tomando en consideración lo siguiente:

Actividad	Descripción
	○ El derribo de las especies forestales maderables se hará de manera direccional, para evitar dañar la vegetación que no estará sujeta al CUSTF, buscando que el árbol caiga al interior de la poligonal de las obras. Esta labor será llevada a cabo con herramientas manuales (machetes y/o hachas) o mecánicas (motosierras), según sea el caso. ○ El desrame, se realizará con machete y hacha, limpiando el fuste del árbol de las ramas que este posee. ○ La asistencia técnica permanente será requerida para el desarrollo de estas actividades, dada la importancia que representa esta actividad en el Proyecto.
Troceo y aprovechamiento de productos maderables	Una vez derribados los árboles marcados, se lleva a cabo el troceo de estos, dimensionando el fuste con base en las características de la troza y del producto que se desee obtener, utilizando motosierras. Para mitigar los efectos negativos sobre la vegetación, el suelo y el agua, el desrame y troceo de los árboles derribados debe realizarse en el lugar de su caída. Se propone esperar un tiempo de dos semanas para que la Promovente extraiga los productos maderables que vayan a ser utilizados en actividades de restauración como parte de cordones, presas o barreras.
Despalme de la vegetación	Para la ejecución del despalme, se emplea maquinaria pesada como tractores y excavadoras, haciéndolos pasar sobre el terreno hasta descubrirlo de la vegetación y de las primeras capas de suelo. Debido a que la capa vegetal o mantillo es la que sostiene el crecimiento de los árboles y arbustos, esta contiene más humedad que la inmediata inferior y con el objetivo de que esta capa inferior pueda perder humedad y sea más fácil para moverla, resulta ventajoso despalmar tan pronto como sea posible. En el desarrollo de esta etapa se debe tener el extremo cuidado de no dañar la Fauna silvestre que ahí reside o la que en ese momento se encuentre en movimiento, debiendo para ello, antes del inicio de los trabajos, realizar recorridos diarios en el área utilizando implementos que causen ruido con la finalidad de ahuyentar a los individuos, o bien, identificarlos, rescatarlos y reubicarlos en las zonas predeterminadas para tal fin.
Limpieza y acarreo	Se refiere a la limpieza final del área en la que se efectúa el CUSTF, así como al acarreo de herramientas, equipos y materiales que fueron utilizados y que pudieran encontrarse en ella; lo anterior, para dar inicio con las actividades posteriores, en este caso, la extracción de materiales pétreos.

Tabla 12. Actividades a desarrollar durante el CUSTF.

2.2.5.1. Estimación del volumen en metros cúbicos de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

Para estimar el volumen de las materias primas forestales a remover debido al Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) se utilizó el procedimiento conocido como muestreo, una herramienta esencial en los inventarios forestales, ya que, a partir de un fragmento de vegetación representativo, es posible hacer inferencias de una masa forestal, tanto del estado actual de conservación como de forma volumétrica, obteniéndose un alto grado de confiabilidad.

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2005), a lo largo del territorio nacional se distribuye una gran diversidad de comunidades vegetales naturales como los bosques, selvas, matorrales y pastizales, junto con amplios

terrenos dedicados a actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y zonas urbanas. A las diferentes formas en que se emplea un terreno y su cubierta vegetal se les conoce como usos del suelo.

Cabe mencionar que el área de CUSTF, de acuerdo con la Carta Temática de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021), incide sobre el uso **"Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia"** (Figura 8), lo cual se confirmo con la información recopilada en campo.

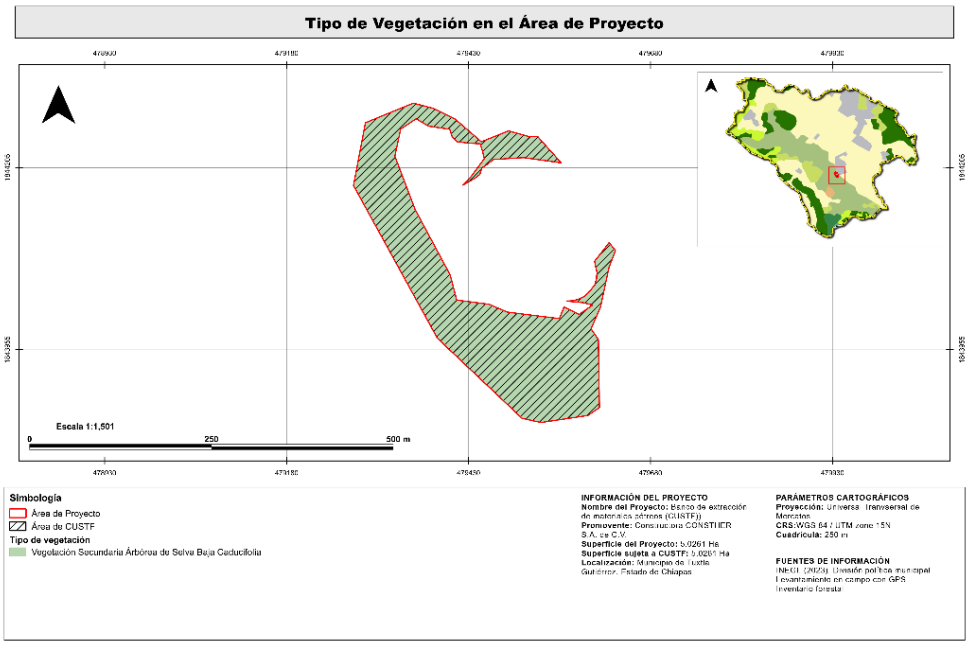


Figura 8. Uso de Suelo y Vegetación del Área de CUSTF (Campo).

2.2.5.1.1. Obtención de información de campo

Para caracterizar la vegetación y analizar su diversidad, se consideró uno de los lineamientos establecidos por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2014) en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos, en el que se indica que la forma geométrica de las unidades de muestreo en selvas es rectangular. En cuando a la dimensión de los sitios de muestreo, los lineamientos de la CONAFOR (2014) establecen unidades de 400 m^2, sin embargo, por la forma del área de estudio y la dimensión de esta, se emplearon sitios de 200 m^2 (FAO, 2012; Ramírez *et al.* 2021), ya que esto permite una mayor distribución de sitios en diferentes zonas dentro del área de estudio.

Como primera etapa, en gabinete se realizó el diseño de muestreo de forma sistemática, mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG). Este diseño consideró la distribución espacial de las unidades de muestreo sobre el polígono del área de estudio, abarcando la cobertura vegetal predominante, clasificada como Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia. Posteriormente, en campo se verificaron los sitios de muestreo seleccionados, dependiendo de las condiciones de acceso y la topografía del sitio, para el levantamiento del inventario florístico.

Dentro del área del Proyecto se registraron todos los individuos que se presentaron en los diferentes estratos. Los datos fueron capturados y analizados con el programa Microsoft Excel (2007) para Windows.

a) En los sitios de 200 m^2 se mide y registra el arbolado cuyo diámetro normal (DAP) a la altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 5 cm.
b) En el subsitio de 12.56 m^2 se mide y registra por género y especie, la frecuencia y diámetro basal de todos los arbustos que tengan su diámetro menor a 5 cm.
c) En el subsitio de 1 m^2, se medirán todas las herbáceas, tomando datos de cada género y especie de la frecuencia y diámetros basales para cada ejemplar.

Es importante señalar que el método de los subsitios, se toma de acuerdo a lo mencionado en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos de CONAFOR (2014). Para la toma de datos, se contó con el apoyo de cuerdas compensada y un geoposicionador, en el cual se marcó el sitio y subsitios, se midieron y anotaron datos como número de sitio, coordenadas, estrato, especies por sitio, diámetro basal, entre otras. Debido a que la vegetación del subsitio de 1 m^2 es la más frágil y puede sufrir daños al realizar el levantamiento de datos del subsitio de 12.56 m^2 y sitio de 200 m^2, es recomendable que los datos de estos subsitios sean los que se tomen primero.

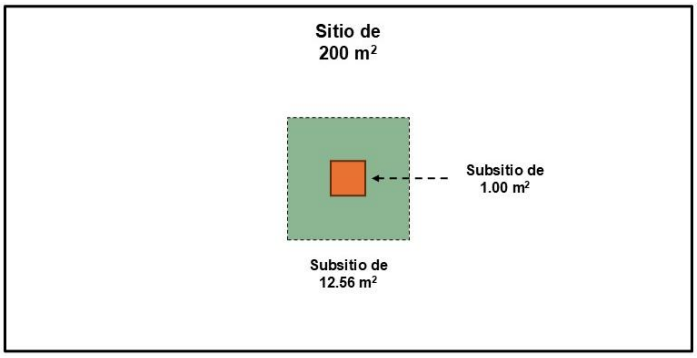


Figura 9. Ejemplificación de dimensiones y distribución de los sitios.

En la Figura 10 se observa el levantamiento de las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) de la ubicación de los sitios de muestreo (centroide y vértices) con apoyo del GPS marca Garmin, modelo Etrex10:



Figura 10. Levantamiento de coordenadas de Sitios de Muestreo.

Asimismo, se muestra evidencia de los trabajos realizados en campo para la delimitación de los sitios y subsitios de muestreo para el inventario, así como el marqueo de los ejemplares existentes en los sitios y la toma de datos del individuo.



Figura 11. Marque de sitios y medición de ejemplares de flora.

Asimismo, en la Figura 12, se presenta la ubicación de los sitios de muestreo de Flora dentro del área de CUSTF y SA.

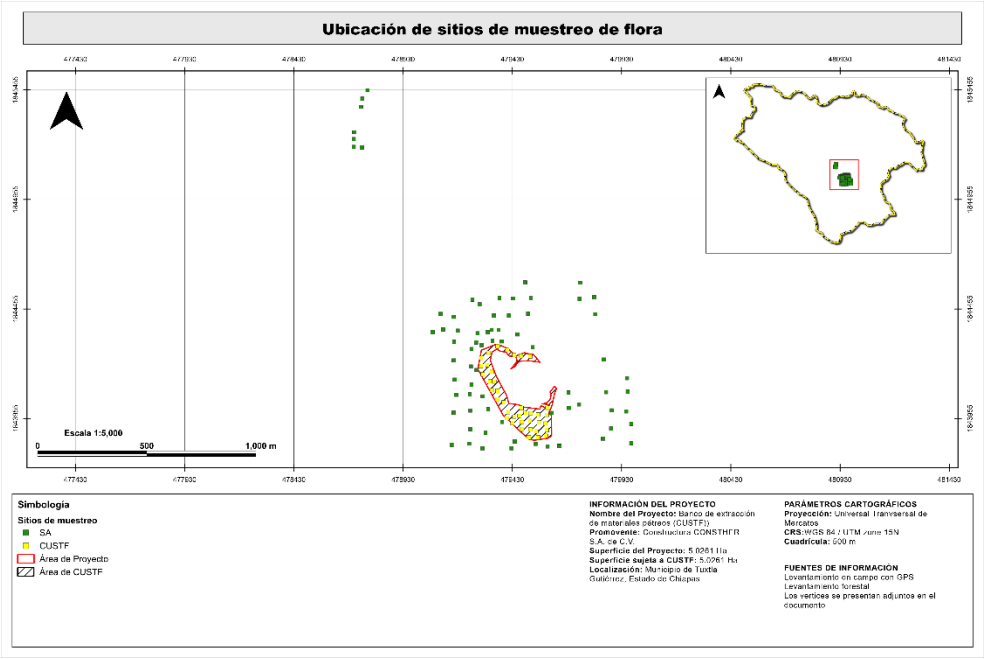


Figura 12. Ubicación de los Sitios de Muestreo para flora en el área de CUSTF.

Con base en lo anterior, en la Tabla 13 se enlistan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) de los centroides de los 39 sitios de muestreo para Flora que se ubicaron dentro de la superficie de CUSTF, mismas que fueron tomadas en campo; mientras que en la Tabla 14, se enlistan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) de los vértices que comprenden dichos sitios.

No. Sitio	X	Y	No. Sitio	X	Y
1	479590	1844003	**21**	479405	1843956
2	479588	1843971	**22**	479411	1843983

No. Sitio	X	Y	No. Sitio	X	Y
3	479581	1843932	**23**	479390	1844029
4	479588	1843902	**24**	479361	1844043
5	479584	1843876	**25**	479362	1844081
6	479548	1843869	**26**	479337	1844084
7	479540	1843896	**27**	479328	1844125
8	479551	1843937	**28**	479348	1844123
9	479548	1843973	**29**	479336	1844168
10	479514	1843978	**30**	479294	1844157
11	479511	1843944	**31**	479287	1844194
12	479513	1843905	**32**	479315	1844198
13	479505	1843869	**33**	479321	1844255
14	479473	1843906	**34**	479287	1844231
15	479473	1843938	**36**	479362	1844285
16	479490	1843980	**37**	479407	1844268
17	479472	1844002	**38**	479438	1844245
18	479462	1843967	**39**	479469	1844241
19	479438	1843963	**40**	479512	1844238
20	479430	1843934	-	-	-
Error de error del GPS: ±3 metros					

Tabla 13. Coordenadas UTM de los Sitios de Muestreo de Flora en el Área de CUSTF.

Sitio	Coordenadas UTM			Sitio	Coordenadas UTM		
	Vértices	X	Y		Vértices	X	Y
1	1	479589	1844016	**21**	1	479404	1843966
	2	479594	1844013		2	479402	1843968
	3	479580	1844000		3	479414	1843956
	4	479584	1843993		4	479412	1843953
2	1	479583	1843963	**22**	1	479410	1843991
	2	479585	1843958		2	479404	1843992
	3	479585	1843978		3	479420	1843974
	4	479593	1843978		4	479408	1843972
3	1	479580	1843924	**23**	1	479389	1844042
	2	479578	1843922		2	479396	1844038
	3	479586	1843940		3	479397	1844022
	4	479578	1843993		4	479389	1844023
4	1	479585	1843896	**24**	1	479354	1844052
	2	479589	1843894		2	479362	1844059
	3	479589	1843911		3	479362	1844038
	4	479585	1843911		4	479366	1844037
5	1	479590	1843885	**25**	1	479366	1844075
	2	479580	1843885		2	479360	1844070
	3	479586	1843868		3	479364	1844088
	4	479579	1843867		4	479356	1844091
6	1	479545	1843869	**26**	1	479327	1844089
	2	479551	1843878		2	479336	1844094
	3	479542	1843862		3	479339	1844073
	4	479550	1843859		4	479347	1844077
7	1	479540	1843889	**27**	1	479331	1844131
	2	479544	1843891		2	479326	1844131
	3	479548	1843907		3	479320	1844117
	4	479542	1843907		4	479323	1844116
8	1	479553	1843945	**28**	1	479354	1844113
	2	479561	1843941		2	479348	1844111
	3	479545	1843931		3	479350	1844129

Sitio	Coordenadas UTM			Sitio	Coordenadas UTM		
	Vértices	X	Y		Vértices	X	Y
	4	479548	1843926		4	479343	1844133
9	1	479548	1843964	29	1	479340	1844178
	2	479545	1843964		2	479335	1844176
	3	479556	1843978		3	479342	1844160
	4	479553	1843982		4	479335	1844162
10	1	479516	1843987	30	1	479298	1844164
	2	479523	1843990		2	479292	1844165
	3	479512	1843970		3	479294	1844149
	4	479521	1843967		4	479300	1844149
11	1	479508	1843949	31	1	479278	1844203
	2	479516	1843950		2	479286	1844200
	3	479514	1843950		3	479286	1844189
	4	479508	1843931		4	479288	1844187
12	1	479514	1843898	32	1	479309	1844202
	2	479504	1843898		2	479314	1844207
	3	479503	1843917		3	479314	1844185
	4	479515	1843918		4	479323	1844188
13	1	479513	1843878	33	1	479322	1844266
	2	479505	1843875		2	479328	1844266
	3	479500	1843859		3	479320	1844246
	4	479508	1843854		4	479327	1844246
14	1	479479	1843911	34	1	479293	1844242
	2	479469	1843896		2	479298	1844236
	3	479465	1843901		3	479286	1844225
	4	479481	1843913		4	479282	1844226
15	1	479475	1843950	36	1	479360	1844294
	2	479480	1843944		2	479367	1844298
	3	479467	1843935		3	479362	1844279
	4	479471	1843931		4	479359	1844278
16	1	479495	1843988	37	1	479413	1844262
	2	479491	1843972		2	479413	1844281
	3	479487	1843989		3	479413	1844273
	4	479484	1843973		4	479405	1844264
17	1	479476	1843991	38	1	479437	1844255
	2	479467	1844013		2	479442	1844253
	3	479465	1844000		3	479442	1844235
	4	479486	1843995		4	479432	1844232
18	1	479462	1843976	39	1	479465	1844253
	2	479454	1843976		2	479469	1844251
	3	479470	1843958		3	479473	1844234
	4	479463	1843956		4	479469	1844233
19	1	479443	1843967	40	1	479511	1844238
	2	479438	1843970		2	479517	1844250
	3	479433	1843958		3	479516	1844228
	4	479437	1843957		4	479509	1844237
20	1	479426	1843926	Error de error del GPS: ±3 metros			
	2	479428	1843926				
	3	479428	1843944				
	4	479434	1843943				

Tabla 14. Coordenadas UTM de los vértices de los Sitios de Muestreo de flora en el área de CUSTF.

2.2.5.1.2. Superficie por poligonal y tipo de vegetación en la que se propone realizar derribo de vegetación

La superficie para el cálculo de volumen de los recursos forestales maderables, según la forma de obtener la información de campo, queda distribuida como se indica en la Tabla 15.

Etapa	Tipo de vegetación	No. de sitios	Superficie de CUSTF (Ha)	Porcentaje que representa (%)
1	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	7	1.0455	20.80
2		9	1.0176	20.25
3		7	0.9775	19.45
4		9	1.0168	20.23
5		7	0.9687	19.27
Total		**39**	**5.0261**	**100.00**

Tabla 15. Distribución de sitios por Etapa.

Asimismo, en la Tabla 16 se detalla los sitios que inciden en cada una de las etapas:

Etapa	No. Sitio	X	Y
Etapa 1	1	479590	1844003
	2	479588	1843971
	3	479581	1843932
	4	479588	1843902
	5	479584	1843876
	8	479551	1843937
	9	479548	1843973
Total Etapa 1	**7**		
Etapa 2	**No. Sitio**	**X**	**Y**
	31	479287	1844194
	32	479315	1844198
	33	479321	1844255
	34	479287	1844231
	36	479362	1844285
	37	479407	1844268
	38	479438	1844245
	39	479469	1844241
	40	479512	1844238
Total Etapa 2	9		
Etapa 3	**No. Sitio**	**X**	**Y**
	24	479361	1844043
	25	479362	1844081
	26	479337	1844084
	27	479328	1844125
	28	479348	1844123
	29	479336	1844168
	30	479294	1844157
Total Etapa 3	**7**		
Etapa 4	**No. Sitio**	**X**	**Y**
	6	479548	1843869
	7	479540	1843896
	10	479514	1843978
	11	479511	1843944
	12	479513	1843905
	13	479505	1843869
	14	479473	1843906
	15	479473	1843938
	16	479490	1843980

Etapa	No. Sitio	X	Y
Total Etapa 4	**9**		
Etapa 5	**No. Sitio**	**X**	**Y**
	17	479472	1844002
	18	479462	1843967
	19	479438	1843963
	20	479430	1843934
	21	479405	1843956
	22	479411	1843983
	23	479390	1844029
Total Etapa 5	**7**		
Total de Sitios CUSTF			**39**

Tabla 16. Distribución de los Sitios por Etapa del Proyecto.

2.2.5.1.3. Material utilizado en la obtención de la muestra y ubicación de sitios de muestreo por poligonal

El material y equipos que se utilizaron para obtener la información en campo se enlistan a continuación:

- Cuerda Compensada de 25 metros (para delimitación de los puntos de muestreo).
- Clinómetro Suunto (para cálculo de pendiente).
- Cinta Diamétrica (para medir el diámetro del arbolado).
- Cámara Fotográfica (para registro de evidencias).
- Forcípula (para medición del arbolado).
- Flexómetro (para medición de sitios de vegetación arbustiva y herbácea).
- Prensa Botánica.
- GPS marca Garmin modelo Etrex 10 (para ubicación de sitios), con margen de error de ±3.00 metros.
- Brújula.
- Estacas (como medio de identificación de centroides y vértices).
- Pintura en Aerosol (para marqueo de los centroides y vértices de los sitios).
- Formatos de Registro (para el levantamiento de datos).
- Chalecos (para identificación de la brigada).
- Conos de Tránsito (como medio de apoyo provisional para el establecimiento de los centroides y vértices de los sitios de muestreo).

En la Figura 13, se presentan alguno de los materiales enlistados anteriormente:



Figura 13. Materiales y equipos utilizados en el muestreo en campo.

2.2.5.1.4. Análisis de datos de campo

Variables dasométricos que se midieron en campo.

Las variables dasométricas medidas fueron altura total (metros) y diámetro a la altura del pecho (diámetro normal) en centímetros, sobre cada uno de los ejemplares de arbolado de cada punto de muestreo. En seguida, se describen dichas variables:

- Diámetro Normal: Las medidas de diámetro normal se obtuvieron a 1.30 m de altura de la base del árbol. Se midieron árboles con diámetro mayor o igual a 5 cm.
- Altura: Se consideró la altura total medida desde la base hasta el ápice.

Análisis del muestreo aplicado

Una forma de conocer la confiablidad de los datos recabados en campo es calculando el ***error de muestreo***. De esta forma, se realizó el cálculo con una confiabilidad de 95% y la variable a considerar fue el número de especies que se encontraron en cada uno de los sitios de muestreo. Las fórmulas aplicadas para obtener el error de muestreo se exhiben a continuación:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_1}{n} = media\ de\ la\ variable\ de\ interés\ de\ la\ muestra, estimador\ básico$$

$$S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (y_1 - \bar{y})^2}{n-1} = varianza\ de\ la\ variable\ en\ la\ muestra, estimador$$

$$f = \frac{n}{N} = fracción\ o\ intensidad\ de\ muestreo, suele\ expresarse\ en\ porcentaje$$

$$FCF = (1-f) = factor\ de\ corrección\ por\ población\ finita$$

$$S_{\bar{y}}^2 = \frac{S_y^2}{n}\left(1 - \frac{n}{N}\right) = \frac{S_y^2}{n} FCF = varianza\ de\ la\ media$$

$$tS_{\bar{y}} = error\ de\ muestreo\ observado\ o\ experimental$$

$$E = error\ de\ muestreo\ requerido, define\ la\ precisión\ deseada\ en\ la\ estimación$$

$$n_{nec} = \frac{1}{\frac{E^2}{S_y^2 t^2} + \frac{1}{N}} = \begin{matrix} tamaño\ de\ muestra\ necesario\ para\ satisfacer \\ la\ precisión\ y\ confiabilidad\ requeridos \end{matrix}$$

Donde:

$y = Número\ de\ especies\ que\ se\ encontraron\ en\ los\ sitios\ de\ muestreo.$
$n = Número\ de\ muestras\ recabadas\ en\ la\ superficie\ propuestas\ para\ el\ CUSTF.$
$N = Número\ total\ de\ muestras\ en\ la\ superficie\ propuesta\ para\ el\ CUSTF.$

Error de muestreo

De acuerdo con la información levantada en campo y utilizando un tamaño de muestra de 39 sitios de muestreo de 200 m^2, distribuidos en una superficie total de 5.0261 Ha con Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia, se obtuvo como resultado una intensidad de muestreo del 15.52%.

Aunado a lo anterior, se realizó el cálculo del error de muestro con la aplicación de las fórmulas que se describen en el apartado *Análisis del muestreo aplicado* del presente Capítulo. Por lo tanto, considerando el número de especies que se encontraron en cada sitio de muestreo, se obtiene como resultado un error de muestreo del 8.01%, con una confiabilidad del 95%.

Con base en lo anterior, en la Tabla 17, se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las fórmulas mencionadas, para el tipo de vegetación dentro de la superficie que estará sujeta a CUSTF.

Superficie	Símbolo	Descripción	Valor
5.0261 Ha	**N**	Tamaño de la población, número de unidades muestrales en ella	251
	α	Probabilidad de que la conclusión sea incorrecta	0.05
	n	Tamaño de la muestra, número de unidades en ella	39
	$\bar{y}$ = y-barra	Media muestral	15.30769231
	S^2_y	Varianza muestral de la variable	16.95546559
	f= n/N=	Fracción o intensidad de muestreo	0.16
	FCF=1-f	Factor de corrección por población finita	0.84
	$S^2_{\bar{y}}$	Varianza muestral del estimador media muestral	0.37
	$S_{\bar{y}}$	Desviación estándar de la media muestral (Error típico)	0.606041135
	(α,gl=n-1)	Valor *t*-Student	2.024394164
	$tS_{\bar{y}}$	Error de muestreo o de estimación	1.227
	$\bar{y}+tS_{\bar{y}}$	Límite superior de estimación de la media	16.53455844
	$\bar{y}-tS_{\bar{y}}$	Límite inferior de estimación de la media	14.08082617
	E	Error máximo aceptable o requerido	1.543589744
	$n_{necesaria}$	Tamaño de muestra necesario o unidades de muestreo necesarias	27
	---	Unidades de muestreo faltantes	- 12
	$\hat{t}$	Total estimado	3,846.90
	---	Límite Superior de Estimación Total	4,155.22
	---	Límite Inferior de Estimación Total	3,538.58
	---	Error de Muestreo Total	8.01%
	---	Intensidad de Muestreo Total	15.52%

Tabla 17. Análisis experimental del muestreo aplicado en el área de CUSTF.

2.2.5.1.5. Volumen por especie por predio

La estimación del volumen a remover se realizó mediante la aplicación de las ecuaciones para el cálculo de volúmenes del **Inventario Nacional Forestal y de Suelos (Informe 2009-2014)**, disponible para su consulta en el enlace: Resultados 2009 -2014. En este documento, se presentan ecuaciones específicas por género y especie, así como modelos generales para cada entidad federativa de la República Mexicana.

En este documento, se presentan ecuaciones específicas por género y especie, así como modelos generales para cada entidad federativa de la República Mexicana. Las fórmulas y variables que lo determinan para cada una de las especies presentes en el área de CUSTF se presentan en la Tabla 18. Para las especies que no se enlistan en el inventario, se utilizó la ecuación general establecida para la estimación de volumen de madera en rollo total por árbol con corteza para el Estado de Chiapas.

Especie	Fórmula
Mimosa tenuiflora	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))

Especie	Fórmula
Albizia niopoides	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Alvaradoa amorphoides	EXP(-9.843341+1.92700277*LN(diam)+1.00612327*LN(alt))
Bauhinia divaricata	EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt))
Bourreria andrieuxii	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Terminalia macrostachya	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Bursera excelsa	EXP(-9.86139158+1.93994057*LN(diam)+1.04126898*LN(alt))
Bursera simaruba	EXP(-9.86139158+1.93994057*LN(diam)+1.04126898*LN(alt))
Casearia corymbosa	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Ceiba aesculifolia	EXP(-10.22400164+1.93392327*LN(diam)+1.12044335*LN(alt))
Coccoloba acapulcensis	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Cochlospermum vitifolium	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Comocladia guatemalensis	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Cordia alliodora	EXP(-9.73746695+1.85643537*LN(diam)+1.07354086*LN(alt))
Erythrina goldmanii	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Erythroxylum mexicanum	EXP(-9.8528306+1.93994057*LN(diam)+1.0307694*LN(alt))
Euphorbia schlechtendalii	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Ficus cookii	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Guazuma ulmifolia	EXP(-9.80434696+1.91033696*LN(diam)+1.03262007*LN(alt))
Gymnopodium floribundum	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Gyrocarpus americanus	EXP(-9.8528306+1.93994057*LN(diam)+1.0307694*LN(alt))
Haematoxylum brasiletto	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Heliocarpus reticulatus	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Hintonia latiflora	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Leucaena leucocephala	EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt))
Lonchocarpus guatemalensis	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Lonchocarpus parviflorus	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Lysiloma divaricatum	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Montanoa tomentosa	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Plumeria rubra	EXP(-9.843341+1.92700277*LN(diam)+1.00612327*LN(alt))
Pseudobombax ellipticum	EXP(-9.843341+1.92700277*LN(diam)+1.00612327*LN(alt))
Randia aculeata	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Senna atomaria	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Senna skinneri	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Spondias mombin	EXP(-10.1261214+1.97537735*LN(diam)+1.05085957*LN(alt))
Tabernaemontana glabra	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Trichilia hirta	EXP(-10.09141965+1.90481967*LN(diam)+1.09303973*LN(alt))
Vachellia collinsii	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Vachellia pennatula	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Zanthoxylum fagara	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))

Tabla 18. Fórmulas para la estimación de volumen.

- **Número de árboles y volumen a remover por tipo de vegetación**

En la siguiente tabla, se exponen la cantidad de árboles a remover para el CUSTF:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Etapa 1				
Albizia niopoides	Guanacastle Blanco	1	50	53
Alvaradoa amorphoides	Camarón	1	50	53
Bourreria andrieuxii	Calabacita	1	50	53
Bursera excelsa	Copal	3	150	157
Bursera simaruba	Mulato	4	200	210
Casearia corymbosa	Cafecito	1	50	53
Ceiba aesculifolia	Mosmot	1	50	53

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Cochlospermum vitifolium	Tambor	1	50	53
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	2	100	105
Cordia alliodora	Molinillo	1	50	53
Euphorbia schlechtendalii	Chicle	1	50	53
Ficus cookii	Higo	1	50	53
Gymnopodium floribundum	Nangaño	1	50	53
Gyrocarpus americanus	San Felipe	1	50	53
Haematoxylum brasiletto	Palo Brasil	1	50	53
Hintonia latiflora	Caniquita	1	50	53
Leucaena leucocephala	Guaje	3	150	157
Lysiloma divaricatum	Amolillo	1	50	53
Mimosa tenuiflora	Sierrita	3	150	157
Montanoa tomentosa	Malacate	1	50	53
Senna atomaria	Hediondillo	2	100	105
Senna skinneri	Santa Rosa	2	100	105
Tabernaemontana glabra	Corcoche	1	50	53
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	1	50	53
Trichilia hirta	Napahuito	1	50	53
Zanthoxylum fagara	Cola de Lagarto	1	50	53
Total		**38**	**1900**	**2003**
Etapa 2				
Albizia niopoides	Guanacastle Blanco	2	100	102
Alvaradoa amorphoides	Camarón	1	50	51
Bourreria andrieuxii	Calabacita	5	250	255
Bursera excelsa	Copal	1	50	51
Bursera simaruba	Mulato	1	50	51
Coccoloba acapulcensis	Carnero	1	50	51
Cochlospermum vitifolium	Tambor	1	50	51
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	1	50	51
Cordia alliodora	Molinillo	1	50	51
Erythroxylum mexicanum	Escobillo	1	50	51
Euphorbia schlechtendalii	Chicle	1	50	51
Guazuma ulmifolia	Caulote	1	50	51
Gymnopodium floribundum	Nangaño	1	50	51
Gyrocarpus americanus	San Felipe	1	50	51
Haematoxylum brasiletto	Palo Brasil	1	50	51
Heliocarpus reticulatus	Guaspó	1	50	51
Hintonia latiflora	Caniquita	1	50	51
Leucaena leucocephala	Guaje	3	150	153
Lonchocarpus guatemalensis	Calagua	1	50	51
Lonchocarpus parviflorus	Chaperla	4	200	204
Lysiloma divaricatum	Amolillo	1	50	51
Mimosa tenuiflora	Sierrita	1	50	51
Montanoa tomentosa	Malacate	1	50	51
Randia aculeata	Crucecita	1	50	51
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	3	150	153
Zanthoxylum fagara	Cola de Lagarto	1	50	51
Total		**38**	**1900**	**1938**
Etapa 3				
Albizia niopoides	Guanacastle Blanco	2	100	98
Alvaradoa amorphoides	Camarón	1	50	49
Bauhinia divaricata	Casco de Vaca	1	50	49
Bourreria andrieuxii	Calabacita	2	100	98
Bursera excelsa	Copal	1	50	49

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Bursera simaruba	Mulato	7	350	343
Casearia corymbosa	Cafecito	1	50	49
Ceiba aesculifolia	Mosmot	1	50	49
Cochlospermum vitifolium	Tambor	4	200	196
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	2	100	98
Cordia alliodora	Molinillo	1	50	49
Euphorbia schlechtendalii	Chicle	1	50	49
Ficus cookii	Higo	1	50	49
Heliocarpus reticulatus	Guaspó	1	50	49
Hintonia latiflora	Caniquita	2	100	98
Leucaena leucocephala	Guaje	4	200	196
Lonchocarpus guatemalensis	Calagua	1	50	49
Lonchocarpus parviflorus	Chaperla	1	50	49
Lysiloma divaricatum	Amolillo	1	50	49
Mimosa tenuiflora	Sierrita	5	250	245
Plumeria rubra	Flor de Mayo	1	50	49
Pseudobombax ellipticum	Sospó	1	50	49
Senna atomaria	Hediondillo	2	100	98
Spondias mombin	Jobo	1	50	49
Tabernaemontana glabra	Corcoche	1	50	49
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	1	50	49
Vachellia collinsii	Cornazuelo	1	50	49
Vachellia pennatula	Quebracho	1	50	49
Zanthoxylum fagara	Cola de Lagarto	1	50	49
Total		**50**	**2500**	**2450**
Etapa 4				
Albizia niopoides	Guanacastle Blanco	1	50	51
Alvaradoa amorphoides	Camarón	3	150	153
Bourreria andrieuxii	Calabacita	3	150	153
Bursera excelsa	Copal	4	200	204
Bursera simaruba	Mulato	3	150	153
Casearia corymbosa	Cafecito	2	100	102
Ceiba aesculifolia	Mosmot	2	100	102
Cochlospermum vitifolium	Tambor	2	100	102
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	3	150	153
Cordia alliodora	Molinillo	1	50	51
Erythrina goldmanii	Frijolillo	1	50	51
Ficus cookii	Higo	1	50	51
Guazuma ulmifolia	Caulote	1	50	51
Gyrocarpus americanus	San Felipe	1	50	51
Haematoxylum brasiletto	Palo Brasil	1	50	51
Hintonia latiflora	Caniquita	1	50	51
Leucaena leucocephala	Guaje	3	150	153
Lonchocarpus guatemalensis	Calagua	1	50	51
Lonchocarpus parviflorus	Chaperla	1	50	51
Lysiloma divaricatum	Amolillo	1	50	51
Mimosa tenuiflora	Sierrita	2	100	102
Randia aculeata	Crucecita	1	50	51
Senna atomaria	Hediondillo	1	50	51
Senna skinneri	Santa Rosa	1	50	51
Spondias mombin	Jobo	1	50	51
Tabernaemontana glabra	Corcoche	1	50	51
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	1	50	51
Vachellia collinsii	Cornazuelo	1	50	51

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Zanthoxylum fagara	Cola de Lagarto	1	50	51
Total		**46**	**2300**	**2346**
Etapa 5				
Alvaradoa amorphoides	Camarón	1	50	49
Bourreria andrieuxii	Calabacita	1	50	49
Bursera excelsa	Copal	3	150	146
Bursera simaruba	Mulato	5	250	243
Casearia corymbosa	Cafecito	1	50	49
Ceiba aesculifolia	Mosmot	2	100	97
Coccoloba acapulcensis	Carnero	1	50	49
Cochlospermum vitifolium	Tambor	1	50	49
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	2	100	97
Cordia alliodora	Molinillo	1	50	49
Euphorbia schlechtendalii	Chicle	1	50	49
Ficus cookii	Higo	2	100	97
Gyrocarpus americanus	San Felipe	1	50	49
Heliocarpus reticulatus	Guaspó	1	50	49
Leucaena leucocephala	Guaje	2	100	97
Lonchocarpus parviflorus	Chaperla	2	100	97
Lysiloma divaricatum	Amolillo	1	50	49
Mimosa tenuiflora	Sierrita	9	450	436
Randia aculeata	Crucecita	1	50	49
Spondias mombin	Jobo	1	50	49
Tabernaemontana glabra	Corcoche	1	50	49
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	1	50	49
Total		**41**	**2050**	**1996**
Total				**10733**

Tabla 19. Número de individuos por especies arbórea por etapa.

En seguida, se exhibe el concentrado de los individuos del estrato arbóreo que se afectará:

Tipo de Vegetación	Etapa	Superficie (Ha)	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	Etapa 1	1.0455	38	1900	2003
	Etapa 2	1.0176	38	1900	1938
	Etapa 3	0.9775	50	2500	2450
	Etapa 4	1.0168	46	2300	2346
	Etapa 5	0.9687	41	2050	1996
Total		**5.0261**	**213**	**10650**	**10733**

Tabla 20. Resumen de número de individuos de especies arbórea por etapa.

En referencia a lo presentado, existe un total de 10,733 individuos dentro de la superficie de 5.0261 Ha correspondiente a Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia del estrato arbóreo que estarán sujetas a CUSTF.

A continuación, se presenta el volumen total de la vegetación arbórea que será removida en la superficie sujeta al cambio de uso de suelo en terrenos forestales:

Especie	Nombre Común	Vol. (m^3/VTA) por Sitio	Vol. (m^3/VTA) por Ha	Vol. (m^3/VTA) Total por Etapa
Etapa 1				
Albizia niopoides	Guanacastle Blanco	0.134	6.700	7.005
Alvaradoa amorphoides	Camarón	0.029	1.450	1.516
Bourreria andrieuxii	Calabacita	0.011	0.550	0.576
Bursera excelsa	Copal	0.049	2.450	2.562

Bursera simaruba	Mulato	0.160	8.000	8.364
Casearia corymbosa	Cafecito	0.001	0.050	0.053
Ceiba aesculifolia	Mosmot	0.022	1.100	1.151
Cochlospermum vitifolium	Tambor	0.006	0.300	0.314
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	0.030	1.500	1.569
Cordia alliodora	Molinillo	0.001	0.050	0.053
Euphorbia schlechtendalii	Chicle	0.127	6.350	6.639
Ficus cookii	Higo	0.002	0.100	0.105
Gymnopodium floribundum	Nangaño	0.007	0.350	0.366
Gyrocarpus americanus	San Felipe	0.088	4.400	4.601
Haematoxylum brasiletto	Palo Brasil	0.003	0.150	0.157
Hintonia latiflora	Caniquita	0.037	1.850	1.935
Leucaena leucocephala	Guaje	0.085	4.250	4.444
Lysiloma divaricatum	Amolillo	0.002	0.100	0.105
Mimosa tenuiflora	Sierrita	0.079	3.950	4.130
Montanoa tomentosa	Malacate	0.012	0.600	0.628
Senna atomaria	Hediondillo	0.004	0.200	0.210
Senna skinneri	Santa Rosa	0.005	0.250	0.262
Tabernaemontana glabra	Corcoche	0.002	0.100	0.105
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	0.035	1.750	1.830
Trichilia hirta	Napahuito	0.001	0.050	0.053
Zanthoxylum fagara	Cola de Lagarto	0.002	0.100	0.105
Total		**0.934**	**46.700**	**48.838**
Etapa 2				
Albizia niopoides	Guanacastle Blanco	0.100	5.000	5.088
Alvaradoa amorphoides	Camarón	0.032	1.600	1.629
Bourreria andrieuxii	Calabacita	0.076	3.800	3.867
Bursera excelsa	Copal	0.008	0.400	0.408
Bursera simaruba	Mulato	0.012	0.600	0.611
Coccoloba acapulcensis	Carnero	0.070	3.500	3.562
Cochlospermum vitifolium	Tambor	0.020	1.000	1.018
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	0.007	0.350	0.357
Cordia alliodora	Molinillo	0.052	2.600	2.646
Erythroxylum mexicanum	Escobillo	0.001	0.050	0.051
Euphorbia schlechtendalii	Chicle	0.002	0.100	0.102
Guazuma ulmifolia	Caulote	0.001	0.050	0.051
Gymnopodium floribundum	Nangaño	0.009	0.450	0.458
Gyrocarpus americanus	San Felipe	0.017	0.850	0.865
Haematoxylum brasiletto	Palo Brasil	0.006	0.300	0.306
Heliocarpus reticulatus	Guaspó	0.003	0.150	0.153
Hintonia latiflora	Caniquita	0.003	0.150	0.153
Leucaena leucocephala	Guaje	0.018	0.900	0.916
Lonchocarpus guatemalensis	Calagua	0.001	0.050	0.051
Lonchocarpus parviflorus	Chaperla	0.149	7.450	7.582
Lysiloma divaricatum	Amolillo	0.118	5.900	6.004
Mimosa tenuiflora	Sierrita	0.006	0.300	0.306
Montanoa tomentosa	Malacate	0.001	0.050	0.051
Randia aculeata	Crucecita	0.017	0.850	0.865
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	0.248	12.400	12.619
Zanthoxylum fagara	Cola de Lagarto	0.025	1.250	1.272
Total		**1.002**	**50.100**	**50.991**
Etapa 3				
Albizia niopoides	Guanacastle Blanco	0.186	9.300	9.091
Alvaradoa amorphoides	Camarón	0.005	0.250	0.245
Bauhinia divaricata	Casco de Vaca	0.016	0.800	0.782

Bourreria andrieuxii	Calabacita	0.028	1.400	1.369
Bursera excelsa	Copal	0.001	0.050	0.049
Bursera simaruba	Mulato	0.179	8.950	8.749
Casearia corymbosa	Cafecito	0.010	0.500	0.489
Ceiba aesculifolia	Mosmot	0.009	0.450	0.440
Cochlospermum vitifolium	Tambor	0.106	5.300	5.181
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	0.014	0.700	0.685
Cordia alliodora	Molinillo	0.018	0.900	0.880
Euphorbia schlechtendalii	Chicle	0.001	0.050	0.049
Ficus cookii	Higo	0.086	4.300	4.204
Heliocarpus reticulatus	Guaspó	0.022	1.100	1.076
Hintonia latiflora	Caniquita	0.019	0.950	0.929
Leucaena leucocephala	Guaje	0.064	3.200	3.128
Lonchocarpus guatemalensis	Calagua	0.006	0.300	0.294
Lonchocarpus parviflorus	Chaperla	0.029	1.450	1.418
Lysiloma divaricatum	Amolillo	0.005	0.250	0.245
Mimosa tenuiflora	Sierrita	0.126	6.300	6.159
Plumeria rubra	Flor de Mayo	0.004	0.200	0.196
Pseudobombax ellipticum	Sospó	0.005	0.250	0.245
Senna atomaria	Hediondillo	0.022	1.100	1.076
Spondias mombin	Jobo	0.001	0.050	0.049
Tabernaemontana glabra	Corcoche	0.001	0.050	0.049
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	0.016	0.800	0.782
Vachellia collinsii	Cornazuelo	0.003	0.150	0.147
Vachellia pennatula	Quebracho	0.007	0.350	0.343
Zanthoxylum fagara	Cola de Lagarto	0.004	0.200	0.196
Total		**0.993**	**49.650**	**48.545**
Etapa 4				
Albizia niopoides	Guanacastle Blanco	0.114	5.700	5.796
Alvaradoa amorphoides	Camarón	0.123	6.150	6.254
Bourreria andrieuxii	Calabacita	0.060	3.000	3.051
Bursera excelsa	Copal	0.077	3.850	3.915
Bursera simaruba	Mulato	0.226	11.300	11.490
Casearia corymbosa	Cafecito	0.023	1.150	1.170
Ceiba aesculifolia	Mosmot	0.040	2.000	2.034
Cochlospermum vitifolium	Tambor	0.040	2.000	2.034
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	0.049	2.450	2.492
Cordia alliodora	Molinillo	0.043	2.150	2.187
Erythrina goldmanii	Frijolillo	0.026	1.300	1.322
Ficus cookii	Higo	0.065	3.250	3.305
Guazuma ulmifolia	Caulote	0.067	3.350	3.407
Gyrocarpus americanus	San Felipe	0.007	0.350	0.356
Haematoxylum brasiletto	Palo Brasil	0.036	1.800	1.831
Hintonia latiflora	Caniquita	0.007	0.350	0.356
Leucaena leucocephala	Guaje	0.044	2.200	2.237
Lonchocarpus guatemalensis	Calagua	0.013	0.650	0.661
Lonchocarpus parviflorus	Chaperla	0.044	2.200	2.237
Lysiloma divaricatum	Amolillo	0.093	4.650	4.729
Mimosa tenuiflora	Sierrita	0.021	1.050	1.068
Randia aculeata	Crucecita	0.001	0.050	0.051
Senna atomaria	Hediondillo	0.003	0.150	0.153
Senna skinneri	Santa Rosa	0.006	0.300	0.306
Spondias mombin	Jobo	0.015	0.750	0.763
Tabernaemontana glabra	Corcoche	0.004	0.200	0.204
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	0.091	4.550	4.627

Vachellia collinsii	Cornazuelo	0.001	0.050	0.051
Zanthoxylum fagara	Cola de Largarto	0.007	0.350	0.356
Total		**1.346**	**67.300**	**68.443**
Etapa 5				
Alvaradoa amorphoides	Camarón	0.018	0.900	0.872
Bourreria andrieuxii	Calabacita	0.016	0.800	0.775
Bursera excelsa	Copal	0.063	3.150	3.052
Bursera simaruba	Mulato	0.105	5.250	5.086
Casearia corymbosa	Cafecito	0.001	0.050	0.049
Ceiba aesculifolia	Mosmot	0.038	1.900	1.841
Coccoloba acapulcensis	Carnero	0.077	3.850	3.730
Cochlospermum vitifolium	Tambor	0.034	1.700	1.647
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	0.032	1.600	1.550
Cordia alliodora	Molinillo	0.019	0.950	0.921
Euphorbia schlechtendalii	Chicle	0.004	0.200	0.194
Ficus cookii	Higo	0.311	15.550	15.064
Gyrocarpus americanus	San Felipe	0.008	0.400	0.388
Heliocarpus reticulatus	Guaspó	0.012	0.600	0.582
Leucaena leucocephala	Guaje	0.028	1.400	1.357
Lonchocarpus parviflorus	Chaperla	0.090	4.500	4.360
Lysiloma divaricatum	Amolillo	0.001	0.050	0.049
Mimosa tenuiflora	Sierrita	0.122	6.100	5.910
Randia aculeata	Crucecita	0.006	0.300	0.291
Spondias mombin	Jobo	0.012	0.600	0.582
Tabernaemontana glabra	Corcoche	0.001	0.050	0.049
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	0.051	2.550	2.471
Total		**1.049**	**52.450**	**50.820**
Total				**267.637**

Tabla 21. Volumen total a remover de las especies arbóreas por etapa.

Nombre Científico	Nombre Común	No. Total por Etapa	Vol. (m^3/VTA) Total por Etapa
Etapa 1			
Albizia niopoides	Guanacastle Blanco	53	7.005
Alvaradoa amorphoides	Camarón	53	1.516
Bourreria andrieuxii	Calabacita	53	0.576
Bursera excelsa	Copal	157	2.562
Bursera simaruba	Mulato	210	8.364
Casearia corymbosa	Cafecito	53	0.053
Ceiba aesculifolia	Mosmot	53	1.151
Cochlospermum vitifolium	Tambor	53	0.314
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	105	1.569
Cordia alliodora	Molinillo	53	0.053
Euphorbia schlechtendalii	Chicle	53	6.639
Ficus cookii	Higo	53	0.105
Gymnopodium floribundum	Nangaño	53	0.366
Gyrocarpus americanus	San Felipe	53	4.601
Haematoxylum brasiletto	Palo Brasil	53	0.157
Hintonia latiflora	Caniquita	53	1.935
Leucaena leucocephala	Guaje	157	4.444
Lysiloma divaricatum	Amolillo	53	0.105
Mimosa tenuiflora	Sierrita	157	4.130
Montanoa tomentosa	Malacate	53	0.628
Senna atomaria	Hediondillo	105	0.210
Senna skinneri	Santa Rosa	105	0.262

Nombre Científico	Nombre Común	No. Total por Etapa	Vol. (m^3/VTA) Total por Etapa
Tabernaemontana glabra	Corcoche	53	0.105
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	53	1.830
Trichilia hirta	Napahuito	53	0.053
Zanthoxylum fagara	Cola de Lagarto	53	0.105
Total		**2003**	**48.838**
Etapa 2			
Albizia niopoides	Guanacastle Blanco	102	5.088
Alvaradoa amorphoides	Camarón	51	1.629
Bourreria andrieuxii	Calabacita	255	3.867
Bursera excelsa	Copal	51	0.408
Bursera simaruba	Mulato	51	0.611
Coccoloba acapulcensis	Carnero	51	3.562
Cochlospermum vitifolium	Tambor	51	1.018
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	51	0.357
Cordia alliodora	Molinillo	51	2.646
Erythroxylum mexicanum	Escobillo	51	0.051
Euphorbia schlechtendalii	Chicle	51	0.102
Guazuma ulmifolia	Caulote	51	0.051
Gymnopodium floribundum	Nangaño	51	0.458
Gyrocarpus americanus	San Felipe	51	0.865
Haematoxylum brasiletto	Palo Brasil	51	0.306
Heliocarpus reticulatus	Guaspó	51	0.153
Hintonia latiflora	Caniquita	51	0.153
Leucaena leucocephala	Guaje	153	0.916
Lonchocarpus guatemalensis	Calagua	51	0.051
Lonchocarpus parviflorus	Chaperla	204	7.582
Lysiloma divaricatum	Amolillo	51	6.004
Mimosa tenuiflora	Sierrita	51	0.306
Montanoa tomentosa	Malacate	51	0.051
Randia aculeata	Crucecita	51	0.865
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	153	12.619
Zanthoxylum fagara	Cola de Lagarto	51	1.272
Total		**1938**	**50.991**
Etapa 3			
Albizia niopoides	Guanacastle Blanco	98	9.091
Alvaradoa amorphoides	Camarón	49	0.245
Bauhinia divaricata	Casco de Vaca	49	0.782
Bourreria andrieuxii	Calabacita	98	1.369
Bursera excelsa	Copal	49	0.049
Bursera simaruba	Mulato	343	8.749
Casearia corymbosa	Cafecito	49	0.489
Ceiba aesculifolia	Mosmot	49	0.440
Cochlospermum vitifolium	Tambor	196	5.181
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	98	0.685
Cordia alliodora	Molinillo	49	0.880
Euphorbia schlechtendalii	Chicle	49	0.049
Ficus cookii	Higo	49	4.204
Heliocarpus reticulatus	Guaspó	49	1.076
Hintonia latiflora	Caniquita	98	0.929
Leucaena leucocephala	Guaje	196	3.128
Lonchocarpus guatemalensis	Calagua	49	0.294
Lonchocarpus parviflorus	Chaperla	49	1.418
Lysiloma divaricatum	Amolillo	49	0.245

Nombre Científico	Nombre Común	No. Total por Etapa	Vol. (m^3/VTA) Total por Etapa
Mimosa tenuiflora	Sierrita	245	6.159
Plumeria rubra	Flor de Mayo	49	0.196
Pseudobombax ellipticum	Sospó	49	0.245
Senna atomaria	Hediondillo	98	1.076
Spondias mombin	Jobo	49	0.049
Tabernaemontana glabra	Corcoche	49	0.049
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	49	0.782
Vachellia collinsii	Cornazuelo	49	0.147
Vachellia pennatula	Quebracho	49	0.343
Zanthoxylum fagara	Cola de Lagarto	49	0.196
Total		**2450**	**48.545**
	Etapa 4		
Albizia niopoides	Guanacastle Blanco	51	5.796
Alvaradoa amorphoides	Camarón	153	6.254
Bourreria andrieuxii	Calabacita	153	3.051
Bursera excelsa	Copal	204	3.915
Bursera simaruba	Mulato	153	11.490
Casearia corymbosa	Cafecito	102	1.170
Ceiba aesculifolia	Mosmot	102	2.034
Cochlospermum vitifolium	Tambor	102	2.034
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	153	2.492
Cordia alliodora	Molinillo	51	2.187
Erythrina goldmanii	Frijolillo	51	1.322
Ficus cookii	Higo	51	3.305
Guazuma ulmifolia	Caulote	51	3.407
Gyrocarpus americanus	San Felipe	51	0.356
Haematoxylum brasiletto	Palo Brasil	51	1.831
Hintonia latiflora	Caniquita	51	0.356
Leucaena leucocephala	Guaje	153	2.237
Lonchocarpus guatemalensis	Calagua	51	0.661
Lonchocarpus parviflorus	Chaperla	51	2.237
Lysiloma divaricatum	Amolillo	51	4.729
Mimosa tenuiflora	Sierrita	102	1.068
Randia aculeata	Crucecita	51	0.051
Senna atomaria	Hediondillo	51	0.153
Senna skinneri	Santa Rosa	51	0.306
Spondias mombin	Jobo	51	0.763
Tabernaemontana glabra	Corcoche	51	0.204
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	51	4.627
Vachellia collinsii	Cornazuelo	51	0.051
Zanthoxylum fagara	Cola de Lagarto	51	0.356
Total		**2346**	**68.443**
	Etapa 5		
Alvaradoa amorphoides	Camarón	49	0.872
Bourreria andrieuxii	Calabacita	49	0.775
Bursera excelsa	Copal	146	3.052
Bursera simaruba	Mulato	243	5.086
Casearia corymbosa	Cafecito	49	0.049
Ceiba aesculifolia	Mosmot	97	1.841
Coccoloba acapulcensis	Carnero	49	3.730
Cochlospermum vitifolium	Tambor	49	1.647
Comocladia guatemalensis	Cinco Negritos	97	1.550
Cordia alliodora	Molinillo	49	0.921

Nombre Científico	Nombre Común	No. Total por Etapa	Vol. (m^3/VTA) Total por Etapa
Euphorbia schlechtendalii	Chicle	49	0.194
Ficus cookii	Higo	97	15.064
Gyrocarpus americanus	San Felipe	49	0.388
Heliocarpus reticulatus	Guaspó	49	0.582
Leucaena leucocephala	Guaje	97	1.357
Lonchocarpus parviflorus	Chaperla	97	4.360
Lysiloma divaricatum	Amolillo	49	0.049
Mimosa tenuiflora	Sierrita	436	5.910
Randia aculeata	Crucecita	49	0.291
Spondias mombin	Jobo	49	0.582
Tabernaemontana glabra	Corcoche	49	0.049
Terminalia macrostachya	Cacho de Toro	49	2.471
Total		**1996**	**50.820**
Total		**10733**	**267.637**

Tabla 22. Concentrado de individuos y volumen de especies arbórea por etapa.

En seguida, se exhibe el concentrado de los volúmenes a remover por etapa que se afectará:

Tipo de Vegetación	Etapa	Superficie (Ha)	No. Total por Etapa	Vol. (m^3/VTA) Total por Etapa
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	Etapa 1	1.0455	2003	48.838
	Etapa 2	1.0176	1938	50.991
	Etapa 3	0.9775	2450	48.545
	Etapa 4	1.0168	2346	68.443
	Etapa 5	0.9687	1996	50.820
Total		**5.0261**	**10733**	**267.637**

Tabla 23. Resumen de número de individuos de especies arbórea por etapa.

En referencia a lo presentado, existe un total de 10,733 individuos equivalente a un volumen total de 267.637 m^3/VTA dentro de la superficie de 5.0261 Ha correspondiente a Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia del estrato arbóreo que estarán sujetas a CUSTF.

2.2.5.1.6. Número de ejemplares de las Especies catalogadas en los estratos Arbustivo, Herbáceo y No Maderables que serán removidas por el CUSTF

Con el propósito de contar con información referente a las especies catalogadas en los estratos Arbustivo, Herbáceo y No Maderables, en los sitios de muestreo se registró la información del número de ejemplares presentes.

- **Estrato Arbustivo**

A continuación, se presenta el número de individuos del estrato Arbustivo en el Área de Afectación:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Etapa 1				
Acalypha macrostachya	Zanca de Mula	1	796	833
Bonellia macrocarpa	Siquete	1	796	833
Cascabela ovata	Torito	1	796	833
Cnidoscolus aconitifolius	Mala Mujer	1	796	833
Crossopetalum uragoga	Baya de Serpiente	1	796	833

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Desmodium nicaraguense	Desmodium	1	796	833
Mimosa albida	Uña de Gato	1	796	833
Senna pallida	Chipilín	1	796	833
Viguiera dentata	Chamiso	1	796	833
Zexmenia serrata	Acahual Amarillo	1	796	833
Total		**10**	**7960**	**8330**
Etapa 2				
Acalypha macrostachya	Zanca de Mula	2	1592	1621
Aphelandra scabra	Cola de Gallo	1	796	811
Bonellia macrocarpa	Siquete	1	796	811
Cascabela ovata	Torito	1	796	811
Cnidoscolus aconitifolius	Mala Mujer	1	796	811
Connarus lentiginosus	Tres Hojas	1	796	811
Crossopetalum uragoga	Baya de Serpiente	1	796	811
Desmodium nicaraguense	Desmodium	1	796	811
Mimosa albida	Uña de Gato	1	796	811
Senna pallida	Chipilín	1	796	811
Viguiera dentata	Chamiso	1	796	811
Zexmenia serrata	Acahual Amarillo	1	796	811
Total		**13**	**10348**	**10542**
Etapa 3				
Acalypha macrostachya	Zanca de Mula	1	796	779
Aphelandra scabra	Cola de Gallo	1	796	779
Cnidoscolus aconitifolius	Mala Mujer	1	796	779
Crossopetalum uragoga	Baya de Serpiente	1	796	779
Desmodium nicaraguense	Desmodium	1	796	779
Viguiera dentata	Chamiso	1	796	779
Waltheria indica	Malva	1	796	779
Zexmenia serrata	Acahual Amarillo	1	796	779
Total		**8**	**6368**	**6232**
Etapa 4				
Bonellia macrocarpa	Siquete	1	796	810
Cnidoscolus aconitifolius	Mala Mujer	2	1592	1619
Desmodium nicaraguense	Desmodium	1	796	810
Mimosa albida	Uña de Gato	1	796	810
Senna pallida	Chipilín	1	796	810
Waltheria indica	Malva	1	796	810
Zexmenia serrata	Acahual Amarillo	1	796	810
Total		**8**	**6368**	**6479**
Etapa 5				
Acalypha macrostachya	Zanca de Mula	1	796	772
Aphelandra scabra	Cola de Gallo	1	796	772
Bonellia macrocarpa	Siquete	1	796	772
Cnidoscolus aconitifolius	Mala Mujer	2	1592	1543
Connarus lentiginosus	Tres Hojas	1	796	772
Desmodium nicaraguense	Desmodium	2	1592	1543
Senna pallida	Chipilín	1	796	772
Viguiera dentata	Chamiso	1	796	772
Waltheria indica	Malva	1	796	772
Zexmenia serrata	Acahual Amarillo	1	796	772
Total		**12**	**9552**	**9262**
Total				**40845**

Tabla 24. Número de individuos de especies en el estrato Arbustivo.

En seguida, se exhibe el concentrado de los individuos del estrato arbustivo que se afectará:

Tipo de Vegetación	Etapa	Superficie (Ha)	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	Etapa 1	1.0455	10	7,960	8,330
	Etapa 2	1.0176	13	10,348	10,542
	Etapa 3	0.9775	8	6,368	6,232
	Etapa 4	1.0168	8	6,368	6,479
	Etapa 5	0.9687	12	9,552	9,262
Total		**5.0261**	**51**	**40,596**	**40,845**

Tabla 25. Resumen de número de individuos de especies arbustivas a remover por etapa.

En referencia a lo anterior, existe un total de 40,845 individuos del estrato arbustivo en las 5.0261 Ha correspondiente a Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia, que estarán sujetas a CUSTF.

- **Estrato Herbáceo**

A continuación, se presenta el número de individuos del estrato Herbáceo en el Área de Afectación:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Etapa 1				
Bidens reptans	Flor Amarilla	1	10000	10455
Desmodium incanum	Pega Pega	1	10000	10455
Desmodium tortuosum	Cadillo	1	10000	10455
Dioscorea carpomaculata	Camote Blanco	1	10000	10455
Dioscorea cyanisticta	Camote	1	10000	10455
Ipomoea clavata	Ipomea	1	10000	10455
Lasiacis nigra	Carricillo	1	10000	10455
Oxalis tetraphylla	Trébol	1	10000	10455
Panicum maximum	Zacatón	1	10000	10455
Paullinia pinnata	Bejuquillo	1	10000	10455
Ruellia inundata	Hierba de Toro	1	10000	10455
Sclerocarpus divaricatus	Mozote Amarillo	1	10000	10455
Senna uniflora	Cacahuatillo	1	10000	10455
Total		**13**	**130000**	**135915**
Etapa 2				
Anemopaegma puberulum	Bejuco Batea	1	10000	10176
Bidens reptans	Flor Amarilla	1	10000	10176
Desmodium incanum	Pega Pega	1	10000	10176
Dioscorea carpomaculata	Camote Blanco	1	10000	10176
Eragrostis mexicana	Zacate Llanero	1	10000	10176
Ipomoea corymbosa	Flor de Pascua	1	10000	10176
Lasiacis nigra	Carricillo	1	10000	10176
Panicum maximum	Zacatón	1	10000	10176
Paullinia pinnata	Bejuquillo	1	10000	10176
Ruellia inundata	Hierba de Toro	1	10000	10176
Sclerocarpus divaricatus	Mozote Amarillo	2	20000	20352
Senna uniflora	Cacahuatillo	1	10000	10176
Total		**13**	**130000**	**132288**
Etapa 3				
Anemopaegma puberulum	Bejuco Batea	1	10000	9775
Bidens reptans	Flor Amarilla	2	20000	19550

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Ctenodon compactus	Dormilona	1	10000	9775
Desmodium incanum	Pega Pega	2	20000	19550
Dioscorea carpomaculata	Camote Blanco	1	10000	9775
Dioscorea cyanisticta	Camote	1	10000	9775
Echeandia breedlovei	Lirio	2	20000	19550
Eragrostis mexicana	Zacate Llanero	1	10000	9775
Lasiacis nigra	Carricillo	2	20000	19550
Paullinia pinnata	Bejuquillo	1	10000	9775
Ruellia inundata	Hierba de Toro	1	10000	9775
Sclerocarpus divaricatus	Mozote Amarillo	1	10000	9775
Selaginella hoffmannii	Selaginela	2	20000	19550
Senna uniflora	Cacahuatillo	1	10000	9775
Serjania triquetra	Bejuco Costillón	1	10000	9775
Total		**20**	**200000**	**195500**
Etapa 4				
Anemopaegma puberulum	Bejuco Batea	1	10000	10168
Bidens reptans	Flor Amarilla	1	10000	10168
Commelina erecta	Commelina	1	10000	10168
Desmodium incanum	Pega Pega	1	10000	10168
Desmodium tortuosum	Cadillo	2	20000	20336
Dioscorea carpomaculata	Camote Blanco	1	10000	10168
Dioscorea cyanisticta	Camote	1	10000	10168
Echeandia breedlovei	Lirio	2	20000	20336
Lasiacis nigra	Carricillo	1	10000	10168
Melinis repens	Pasto Rosado	1	10000	10168
Paullinia pinnata	Bejuquillo	1	10000	10168
Ruellia inundata	Hierba de Toro	1	10000	10168
Sclerocarpus divaricatus	Mozote Amarillo	1	10000	10168
Smilax domingensis	Cocolmeca	1	10000	10168
Total		**16**	**160000**	**162688**
Etapa 5				
Bidens reptans	Flor Amarilla	1	10000	9687
Commelina erecta	Commelina	1	10000	9687
Desmodium incanum	Pega Pega	1	10000	9687
Dioscorea cyanisticta	Camote	1	10000	9687
Echeandia breedlovei	Lirio	2	20000	19374
Ipomoea corymbosa	Flor de Pascua	1	10000	9687
Lasiacis nigra	Carricillo	1	10000	9687
Melinis repens	Pasto Rosado	2	20000	19374
Paullinia pinnata	Bejuquillo	2	20000	19374
Ruellia inundata	Hierba de Toro	1	10000	9687
Sclerocarpus divaricatus	Mozote Amarillo	1	10000	9687
Senna uniflora	Cacahuatillo	1	10000	9687
Serjania triquetra	Bejuco Costillón	1	10000	9687
Smilax domingensis	Cocolmeca	1	10000	9687
Total		**17**	**170000**	**164679**
Total				**496094**

Tabla 26. Número de individuos de especies en el estrato Herbáceo.

En seguida, en la Tabla 27 se exhibe el concentrado de los individuos del estrato Herbáceo que se afectará:

Tipo de Vegetación	Etapa	Superficie (Ha)	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	Etapa 1	1.0455	13	130000	135915
	Etapa 2	1.0176	13	130000	132288
	Etapa 3	0.9775	20	200000	195500
	Etapa 4	1.0168	16	160000	162688
	Etapa 5	0.9687	17	10000	164679
Total		**5.0261**	**79**	**630000**	**791,070**

Tabla 27. Resumen de número de individuos de especies del estrato Herbáceo.

En referencia a lo anterior, existe un total de 791,070 individuos del estrato Herbáceo en las 5.0261 Ha correspondiente a Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia, que estarán sujetas a CUSTF.

- **No Maderables**

A continuación, se presenta el número de individuos No Maderables en el Área de Afectación:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Etapa 1				
Acanthocereus tetragonus	Cactus Tres Costillas	1	50	53
Bromelia karatas	Piñuela	2	100	105
Cyrtopodium macrobulbon	Orquídea Terrestre	1	50	53
Oeceoclades maculata	Orquídea Africana	5	250	262
Opuntia karwinskiana	Nopal	2	100	105
Pterocereus gaumeri	Cactus 4 Costillas	1	50	53
Total		**12**	**600**	**631**
Etapa 2				
Cyrtopodium macrobulbon	Orquídea Terrestre	1	50	51
Oeceoclades maculata	Orquídea Africana	1	50	51
Opuntia karwinskiana	Nopal	1	50	51
Total		**3**	**150**	**153**
Etapa 3				
Bromelia karatas	Piñuela	1	50	49
Oeceoclades maculata	Orquídea Africana	4	200	196
Opuntia karwinskiana	Nopal	1	50	49
Selenicereus grandiflorus	Cactus Rastrero	1	50	49
Total		**7**	**350**	**343**
Etapa 4				
Acanthocereus tetragonus	Cactus Tres Costillas	1	50	51
Agave hiemiflora	Agave	1	50	51
Anthurium schlechtendalii	Anturio	1	50	51
Bromelia karatas	Piñuela	2	100	102
Cyrtopodium macrobulbon	Orquídea Terrestre	1	50	51
Oeceoclades maculata	Orquídea Africana	6	300	306
Opuntia karwinskiana	Nopal	3	150	153
Philodendron warszewiczii	Gingibrina	1	50	51
Selenicereus grandiflorus	Cactus Rastrero	2	100	102
Tillandsia juncea	Gallito	1	50	51
Total		**19**	**950**	**969**

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Etapa 5				
Acanthocereus tetragonus	Cactus Tres Costillas	1	50	49
Bromelia karatas	Piñuela	1	50	49
Cyrtopodium macrobulbon	Orquídea Terrestre	2	100	97
Oeceoclades maculata	Orquídea Africana	3	150	146
Opuntia karwinskiana	Nopal	1	50	49
Selenicereus grandiflorus	Cactus Rastrero	1	50	49
Total		**9**	**450**	**439**
Total				**2535**

Tabla 28. Número de individuos de especies No Maderables por etapa.

En seguida, se exhibe el concentrado de los individuos de especies No Maderables a remover en el CUSTF:

Tipo de Vegetación	Etapa	Superficie (Ha)	No. por Sitio	No. por Ha	No. Total por Etapa
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	Etapa 1	1.0455	12.0	600	631
	Etapa 2	1.0176	3.0	150	153
	Etapa 3	0.9775	7.0	350	343
	Etapa 4	1.0168	19.0	950	969
	Etapa 5	0.9687	9.0	50	439
Total		**5.0261**	**50**	**2100**	**2,535**

Tabla 29. Resumen de número de individuos de especies no maderables a remover.

En referencia a lo anterior, existe un total de 2,535 individuos No Maderables en las 5.0261 Ha correspondiente a Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia, que estarán sujetas a CUSTF.

2.2.5.1.7. Uso para el que serán destinados los productos resultantes

Debido a las dimensiones y especies que serán derribadas, algunos de los productos forestales resultantes tienen características para su comercialización en la industria maderera. Sin embargo, buena parte del volumen su uso puede destinarse como leña combustible, para postes en cercos, entre otros.

En el caso de que la Promovente desee comercializar los productos, el titular del permiso deberá hacer las gestiones necesarias para obtener la documentación para el transporte de los productos forestales. Asimismo, es importante recalcar que, en su mayoría, el material producto del derribo de vegetación serán utilizados en las obras de conservación de suelos para mitigar impactos por erosión y disminución de infiltración que provoca el cambio de uso de suelo

2.2.5.2. Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación

Con la ejecución de las actividades mencionadas, se contempla la generación de impactos ambientales potenciales y a fin de evitar más afectaciones al resto de los recursos, en conjuntos con el cumplimiento de la normatividad vigente, es necesaria la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación que se encarguen de minimizar dichas afectaciones, que a continuación se describen:

2.2.5.2.1. Capacitación y Concientización Ambiental

Esta actividad debe realizarse antes del inicio de actividades y periódicamente en el transcurso del Proyecto, de manera general, con el fin de mantener siempre actualizados e informados al personal inmerso en el Proyecto.

Las capacitaciones deben contemplar el uso adecuado de maquinaria para evitar accidentes y derrames, el cuidado de las especies de Flora y Fauna silvestre, haciendo énfasis en la importancia de apegarse y cumplir con lo establecido en la normatividad vigente y el conocimiento sobre sus sanciones, y recomendaciones generales para no perturbar o dañar a ninguna de las especies de áreas colindantes. Asimismo, se busca concientizar al personal en el manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos.

2.2.5.2.2. Manejo Integral de Residuos

A fin de lograr un manejo integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos que puedan generarse durante el desarrollo de las actividades del CUSTF, se proponen diversas medidas para el aprovechamiento de los materiales resultantes de las obras y que minimicen los riesgos a la población y al medio ambiente. En seguida se presentan las medidas y acciones a tomar para cada tipo de residuo:

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU):** Este tipo de residuos se generan por las actividades y consumo de los trabajadores inmersos en el Proyecto. Para su manejo, deben depositarse en contenedores rotulados con tapa para promover su separación y clasificación, y ser almacenados temporalmente hasta que sean recolectados por el sistema de limpia municipal. Además, debe estar estrictamente prohibido el depósito de residuos de cualquier clase dentro del área del Proyecto.
- **Residuos de Manejo Especial (RME)**: Este tipo de residuos, como es el caso del material de despalme constituido principalmente por materia orgánica, debe almacenarse en un área dentro de la parcela y posteriormente ser aprovechado para recubrimiento.
- **Residuos Peligrosos:** Estos pueden ser generados en caso de que se presente la necesidad de realizar mantenimiento y reparación para servicios menores de la maquinaria en el área del Proyecto. Ante esto, la Promovente prevé el uso de un tapete sanitario para prevenir la posible contaminación al suelo por la generación de residuos peligrosos, como materiales impregnados con aceites y grasas, aceite lubricante e hidráulico gastado, envases y/o empaques. Siendo importante destacar que debe priorizarse el mantenimiento de la maquinaria en establecimientos especializados en las localidades cercanas al Proyecto.

  En caso de que exista generación, la Promovente deberá llevar a cabo un adecuado control y manejo de dichos residuos, apegándose a los requerimientos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento y los residuos se dispondrán en recipientes designados específicamente para estos, debidamente etiquetados, para luego ser entregados a

una Empresa acreditada ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para su manejo.

Asimismo, con el objeto minimizar las emisiones a la atmósfera, se deben realizar riegos periódicos con agua cruda sobre la superficie del Proyecto con el fin de evitar nubes de polvo por acción del aire y la dispersión de partículas.

- **Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos**

Dada la naturaleza del Proyecto, se considera que la generación de residuos será mínima, mediante el reciclaje y reutilización de ciertos elementos generados. A pesar de ello, se designará un sitio donde se almacenen dichos residuos a fin de evitar su dispersión y se contemplan las siguientes acciones para el manejo adecuado de los residuos:

- Etiquetar los contenedores de acuerdo al tipo de residuo a depositar, para su correcta separación y manejo.
- Dar mantenimiento periódico a los contenedores de los residuos, con el fin de evitar derrames o dispersión de desechos.
- Contar con un control sobre los residuos generados, que en un futuro permita programas de reducción de volumen o de reciclaje.
- Reciclar el mayor número de residuos o elementos generados por la actividad, con la finalidad de disminuir en lo posible la demanda de los recursos.
- El material de despalme y los residuos en forma de polvo deberán mantenerse húmedos para evitar su dispersión dentro y fuera de las instalaciones.

La Promovente, al comprometerse a ejecutar el correcto control y disposición periódica de los residuos, también coadyuva a evitar la proliferación de Fauna nociva en el sitio y contaminar el medio natural con desechos sólidos, por lo que no representarán un problema para el medio.

2.2.5.2.3. Mantenimiento de Maquinaria y Equipos

Para que la maquinaria se encuentre en óptimas condiciones de operación, lo que contrae la disminución de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, los riesgos por derrames de sustancias y la probabilidad de accidentes hacia los trabajadores, se le dará mantenimiento continuo.

Las actividades de mantenimiento como el cambio de aceite y engrasado se realizarán fuera del área del Proyecto, en lugares especializados y equipados para dichas funciones. En caso de ser necesario el mantenimiento dentro del sitio del Proyecto, se deberá realizar sobre tapetes sanitarios impermeables con el fin de captar posibles derrames.

El aceite usado, los trapos impregnados y filtros que sean producto del mantenimiento de los motores de la maquinaria o del cambio de sustancias, serán almacenados temporalmente en un área acondicionada dentro de la parcela, para posteriormente ser recolectados por personal de una Empresa especializada en el rubro y que cuente con registro ante la SEMARNAT.

2.2.5.2.4. Seguridad e Higiene

Consiste en proveer a los trabajadores de las herramientas necesarias para realizar su labor de la mejor manera, lugares adecuados para su alimentación e higiene, así como el equipo de protección y seguridad personal que permita mantener su bienestar en la ejecución del Proyecto; esto va dirigido a la prevención de accidentes, riesgos, enfermedades y los derivados de los trabajos que se realizarán durante el desarrollo del Proyecto.

2.2.5.2.5. Aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas

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

2.2.5.2.6. Rescate y Reubicación de Flora

Las actividades de rescate y reubicación de Flora Silvestre deben ejecutarse para las especies registradas con estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas que sean consideradas de alto valor ecológico.

Como una primera fase del Programa de Rescate y Reubicación de Flora, se debe contemplar la identificación y señalización de individuos a rescatar (mediante la colocación de señuelos) que se encuentren dentro de las áreas de intervención directa. En esta fase también se registra el número de individuos a fin de determinar el espacio que se requerirá para la reubicación. Para el caso de las epífitas, la señalización se efectúa en los árboles hospederos.

Una vez determinada la cantidad de individuos a reubicar, se identifican sitios cuyas características abióticas (climáticas, geológicas, edafológicas, pedregosidad, relieve etc.) y bióticas (tipo de vegetación) asemejen a los de extracción. Es importante considerar la densidad del sitio y competencia con otras especies locales con el fin de asegurar la sobrevivencia de los individuos rescatados. En el Capítulo 6 de la presente MIA-P, se desglosa el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.

2.2.5.2.7. Rescate y Reubicación de Fauna

El rescate de Fauna Silvestre es una medida preventiva para la reducción de posibles impactos a la biodiversidad y la conservación de especies que pueden encontrarse en peligro. A continuación, se describe el proceso:

- ***Fase I: Identificación de Fauna vulnerable y de riesgos de las especies identificadas***

Para identificar las especies que residen en el área del Proyecto, así como las que serán propensas a rescate y reubicación, se realizaron muestreos de Fauna silvestre en el área de estudio, así como recorridos por la superficie de la parcela. Una vez identificadas, se especifican algunas acciones encaminadas a la prevención de posibles afectaciones a la Fauna por la acción humana. Conociendo esto, se reconoce que las actividades del

proyecto incluyen el uso de maquinarias y equipos, los cuales pueden dañar y/o perturbar a las especies, debido al ruido y el constante movimiento de la tierra.

- ***Fase II: Captura***

Cuando se lleven a cabo acciones de rescate de Fauna se tomarán las medidas adecuadas de acuerdo con las características de la especie encontrada, así como a la situación bajo la cual se registró el individuo. Al efectuar un rescate se tomarán los datos del sitio donde se localiza al individuo, así como los datos del lugar en donde se efectúe su reubicación.

A continuación, se describen las técnicas de Captura Directa, método donde se emplea la búsqueda intensiva de los ejemplares, para posteriormente ser capturados con la técnica adecuada a las características de la especie.

- ***Fase III: Área de Reubicación***

Posterior al rescate de individuos, se procederá a transportarlos al área de reubicación, previamente seleccionada. Ningún animal podrá estar en cautiverio por más de 24 horas.

En el Capítulo 6 de la presente MIA-P, se desglosa el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.

2.2.6. Descripción de obras asociadas al Proyecto

Como obra asociada se identifica a toda aquella obra que complemente a cualquiera de las obras principales.

Debido a que el predio cuenta con vias de accesos y caminos internos, y por la naturaleza del proyecto, no se requiere la construcción de obras complementarias o asociadas.

2.2.7. Etapa de Abandono del Sitio

El abandono del sitio tras el término de las actividades de CUSTF consideró el retiro de la maquinaria, equipos y materiales que fueron utilizados para la ejecución del Proyecto por etapa. Asimismo, se contempló la limpieza final para dejar el área libre para su nuevo uso y proceder con la extracción de materiales pétreos.

2.2.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Los materiales de desperdicio que contengan grasas, aceites gastados y estopas impregnadas con éstos, así como filtros de aceite y gasolina, bujías y empaques, entre otras, serán considerados como residuos peligrosos y dispuestos de conformidad con la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Respecto a las aguas residuales, estas fueron dispuestas en los sanitarios portátiles que se instalaron y su manejo era realizado por la Empresa que se encargaba de arrendar dichos equipos. Las emisiones a la atmósfera fueron generadas debido a la presencia de maquinaria en el área del Proyecto.

2.2.9. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

En todos los frentes de trabajo y áreas de almacenamiento de residuos se colocarán contendores diferentes para el manejo de cada uno de los tipos de desechos que se generen. Cada contenedor estará debidamente rotulado para especificar su clasificación y promover su separación.

La instalación de almacenes deberá hacerse sobre plataformas de material compactado y/o impermeable, con diques para la recuperación de líquidos, para que en el caso de derrames éstos no lleguen a contaminar suelos y aguas y, eventualmente, se facilite tanto su recolección como la limpieza del sitio.

Para vigilar el cumplimiento del manejo integral de residuos, en cada ocasión en el que la Empresa autorizada para su manejo y disposición final realice su visita al área del Proyecto, deberá dejar un manifiesto donde expondrá la fecha, tipo y cantidad de desechos que recogieron, como comprobante de entrega de estos por parte del almacén de residuos temporal que se ubicará en la parcela

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (MIA-P) MODALIDAD PARTICULAR

BANCO DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS (CUSTF)



CAPÍTULO 3.

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LAS REGULACIONES DE USO DE SUELO

2026

CONSTRUCTORA CONSTHER S.A. DE C.V.

ÍNDICE

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LAS REGULACIONES DE USO DE SUELO 1

3.1. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS 1

3.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 2

3.1.2. Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Sur-Sureste 6

3.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas 8

3.1.3.1. Criterios aplicables respecto al POETCH 13

3.2. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 25

3.2.1. Áreas Naturales Protegidas 25

3.2.2. Regiones Prioritarias de Conservación 26

3.3. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO 29

3.3.1. Plan Nacional de Desarrollo (2025-2030) 29

3.3.2. Plan Estatal de Desarrollo de Chiapas (2025-2030) 30

3.3.3. Plan Municipal de Desarrollo de Tuxtla Gutiérrez (2024-2027) 31

3.3.4. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 2021-2050 32

3.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS 32

3.5. OTROS INSTRUMENTOS 34

3.5.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 34

3.5.2. Ley de Aguas Nacionales 34

3.5.3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 35

3.5.4. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 35

3.5.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 36

3.5.6. Ley General de Vida Silvestre 37

3.5.7. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 37

3.5.8. Reglamentos Federales 38

3.5.8.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 38

3.5.8.2. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 38

3.5.8.3. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 39

3.5.8.4. Reglamento de la Ley General de la Vida Silvestre 39

3.5.9. Leyes Estatales 40

3.5.9.1. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chiapas 40
3.5.9.1. Ley de Protección para la Fauna en el Estado de Chiapas 40

TABLAS

Tabla 1. Descripción de la Región Ecológica 16.21 y UAB 81 donde se localiza el Proyecto 5
Tabla 2. Vinculación del Proyecto con las estrategias de la UAB No. 81 del POEGT 5
Tabla 3. Usos de la UGA del POETCH en la que incide el proyecto. 11
Tabla 4. Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos de la UGA No. 58 del POETCH. 21
Tabla 5. Uso de Suelo y Vegetación dentro de la UGA No. 58 del POETCH. 22
Tabla 6. Superficies Impactadas y Conservadas de la UGA No. 58 del POETCH. 23
Tabla 7. Resumen de superficies impactadas y conservadas de la UGA No. 58 del POETCH. 23
Tabla 8. Características de la RHP No. 86 La Sepultura – Suchiapa 28
Tabla 9. Vinculación de los Ejes del PND (2025-2030) relacionados con el Proyecto. 30
Tabla 10. Vinculación con el Plan Municipal de Desarrollo. 32
Tabla 11. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas. 34
Tabla 12. Vinculación del proyecto con la LGEEPA. 35
Tabla 13. Vinculación del proyecto con la LFRA. 36
Tabla 14. Vinculación del Proyecto con la LGDFS. 36
Tabla 15. Vinculación del Proyecto con la LGVS. 37
Tabla 16. Vinculación del Proyecto con la LGPGIR. 38
Tabla 17. Vinculación del Proyecto con el REIA. 38
Tabla 18. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGPGIR. 39
Tabla 19. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGDFS. 39
Tabla 20. Vinculación del Proyecto con la Ley de Protección para la Fauna en el Estado de Chiapas. 40

FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Proyecto respecto a las UAB del POEGT. 3
Figura 2. Ubicación de proyecto respecto al POTR-SSE. 6
Figura 3. Ubicación del Proyecto dentro del POETCH. 8
Figura 4. Ubicación del Proyecto respecto a las ANP Estatales y Federales. 25
Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Prioritarias para la Conservación. 27

GRÁFICOS

Gráfico 1. Descripción de las Regiones Prioritarias de Conservación. 26
Gráfico 2. Esquema General del Plan Municipal de Desarrollo (2024-2027). 31

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LAS REGULACIONES DE USO DE SUELO

En este capítulo se presenta el análisis normativo del proyecto denominado **"Banco de Extracción de Materiales Pétreos (CUSTF)"**, localizado en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, con los instrumentos jurídicos y de planeación ambiental vigentes que regulan el uso del territorio y la ejecución de obras en cuerpos de agua nacionales.

En cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su normativa reglamentaria en materia de evaluación del impacto ambiental, se presenta la vinculación del proyecto con los distintos ordenamientos ecológicos, decretos de conservación, programas de desarrollo y disposiciones técnicas que inciden en su implementación.

El propósito de este apartado es acreditar que la obra propuesta se ajusta a la política ambiental establecida para la unidad territorial en la que se desarrollará; que es compatible con los programas de ordenamiento ecológico de carácter federal y estatal; que no contraviene decretos de protección ambiental ni afecta áreas naturales protegidas o sitios de relevancia ecológica; que se alinea con los instrumentos de planeación del desarrollo nacional y estatal; y que cumple con las disposiciones legales y técnicas aplicables en materia de protección ambiental, recursos hídricos y conservación de la biodiversidad.

Asimismo, se examina la regulación del uso del suelo en el ámbito local, verificando que la ejecución del proyecto no implica cambio de uso de suelo forestal ni contraviene la zonificación vigente.

Así, este análisis proporciona el sustento normativo que respalda la viabilidad jurídica y territorial del proyecto, estableciendo el marco de referencia para la evaluación de los impactos ambientales y la definición de las medidas de manejo correspondientes en los capítulos subsecuentes.

3.1. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS

Los Ordenamientos Ecológicos del Territorio son instrumentos de política ambiental establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, cuyo objetivo es regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas en función de la aptitud ambiental del territorio, promoviendo la preservación, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Estos instrumentos determinan políticas ambientales, criterios ecológicos y lineamientos de manejo aplicables a unidades territoriales específicas, constituyendo el marco normativo para evaluar la compatibilidad de obras y actividades con la vocación del territorio. En consecuencia, cualquier proyecto sujeto a evaluación de impacto ambiental debe acreditar su congruencia con los ordenamientos ecológicos vigentes en el área donde se pretende desarrollar.

El proyecto se encuentra dentro de la región central del Estado con instrumentos de ordenamiento ecológico en los ámbitos federal y estatal. Por tal motivo, la presente sección desarrolla la vinculación específica con los siguientes instrumentos:

- **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio**
- **Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas**

Cada uno de estos programas será analizado, identificando la unidad territorial en la que se inserta el proyecto, la política ambiental aplicable, los usos permitidos o condicionados y los criterios ecológicos pertinentes, a fin de demostrar su compatibilidad con el marco de planeación ambiental vigente.

3.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) fue decretado el 07 de septiembre de 2012 y representa el instrumento de política ambiental obligatorio para los programas de desarrollo nacional que contiene los objetivos, prioridades y acciones que regulan o inducen el uso del suelo y las actividades productivas de una región, también se coordinan acciones entre los tres órdenes de gobierno, para que con base en la vocación y potencial de las regiones se oriente el desarrollo de las actividades productivas.

Tiene como finalidad instaurar los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; las medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y/o proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal. Igualmente, promueve la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales.

Impulsa un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los diversos sectores de la población que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

Para lo anterior, establece una regionalización ecológica que comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo.

De acuerdo con el modelo del POEGT, el Proyecto se encuentra en la Región Ecológica 16.21 y **UAB No. 81** identificada como “Altos de Chiapas” (Figura 1), cuya Política Ambiental es la **Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable**.

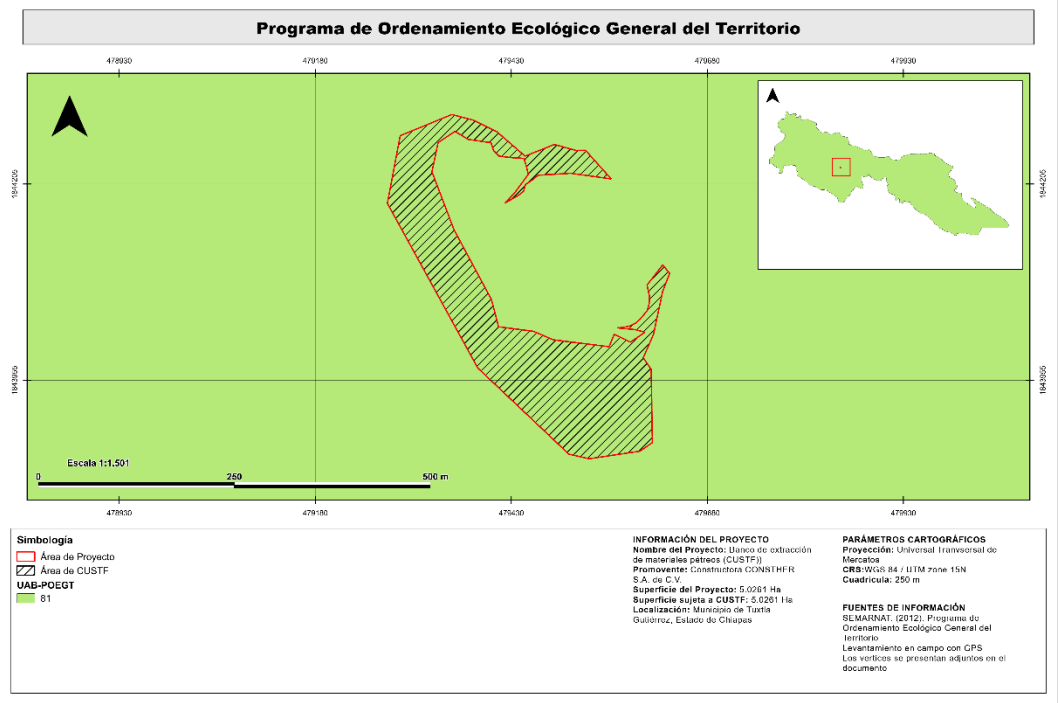


Figura 1. Ubicación del Proyecto respecto a las UAB del POEGT.

En seguida, se presenta la descripción de la Región Ecológica 16.21 y UAB 81 donde se localiza el Proyecto:

Región Ecológica: 16.21			
Unidad Ambiental Biofísica que la compone:	81. Altos de Chiapas.	**Superficie en Km²:**	12,769.04
Localización:	Centro este y oeste de Chiapas	**Población (Hab):**	1,629,346
		Población Indígena	Altos de Chiapas
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:			
Crítico. Conflicto Sectorial Bajo. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de baja a media. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Media. El uso de suelo es Forestal, Pecuario y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 74.6. 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. Bajo 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:	**Muy Crítico.**	**UAB**	**81**
Política Ambiental:	Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable.	**Rectores del Desarrollo**	Forestal - Turismo
Prioridad de Atención:	Muy Alta	**Coadyuvantes del Desarrollo**	Poblacional
Estrategias Sectoriales:	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44.	**Asociados del Desarrollo**	Agricultura - Ganadería
		Otros Sectores de Interés	Minería – Pueblos Indígenas –

Región Ecológica: 16.21			
			Preservación de Flora y Fauna.
Estrategias. UAB 81.			
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.			
A) Preservación.	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.		
	2. Recuperación de especies en riesgo.		
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.		
B) Aprovechamiento sustentable.	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.		
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.		
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.		
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.		
	8. Valoración de los servicios ambientales.		
C) Protección de los recursos naturales.	12. Protección de los ecosistemas.		
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.		
D) Restauración.	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.		
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.		
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.		
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.		
	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.			
A) Suelo urbano y vivienda.	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.		
B) Aprovechamiento Sustentable.	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.		
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.		
C) Agua y Saneamiento.	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.		
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.		
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.		
E) Desarrollo social.	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.		
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.		
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.		
	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.		
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.		
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.		
	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.		

Región Ecológica: 16.21	
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.	
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.
	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.

Tabla 1. Descripción de la Región Ecológica 16.21 y UAB 81 donde se localiza el Proyecto

Acorde con las estrategias de la UAB No. 81, el Proyecto se vincula con las siguientes:

Grupo		Estrategia
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio	**B)** Dirigidas al Aprovechamiento Sustentable	*4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.*
	D) Restauración	*14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.*
	E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	*15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.*

Tabla 2. Vinculación del Proyecto con las estrategias de la UAB No. 81 del POEGT

El presente proyecto consiste en el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), a fin de obtener las condiciones necesarias para el desarrollo de actividades extracción y procesamiento de materiales pétreos no reservados a la Federación.

El principal objetivo es el de disponer y ofertar productos pétreos como material para la construcción y poder abastecer los requerimientos regionales; esto contribuirá a mejorar el nivel de vida de los habitantes, como resultado de la generación de empleos durante y después de su ejecución, es decir, a corto, mediano y largo plazo, beneficiando de esta manera también a la economía local; además, se busca que el aprovechamiento se realice de manera sustentable y responsable apegado a la normatividad vigente.

Asimismo, el material vegetal resultante del CUSTF podrá ser aprovechado en las obras de conservación de suelos y aguas, permitiendo la creación de un sistema cíclico en el que se busca no desperdiciar la materia orgánica y que permita la compensación de los recursos de suelo y agua. Aunado a esto, se contempla también la aplicación de diferentes medidas de mitigación, prevención y compensación que buscan el mejor aprovechamiento de los recursos y el menor impacto posible al medio natural, tal y como se demuestra con la ejecución de un Programa de Reforestación a fin de compensar la superficie forestal perdida debido al cambio de uso del suelo, en una relación 3 a 1 (15.0888Ha), con especies nativas apropiadas al ecosistema local.

3.1.2. Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Sur-Sureste

El Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Sur-Sureste (POTR-SSE), se encuentra alineado a la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (ENOT) tiene como objetivo articular un conjunto de acciones y estrategias orientadas a la implementación de prácticas sostenibles que optimicen el aprovechamiento de los recursos naturales, al tiempo que garanticen la integridad y funcionalidad de los sistemas naturales que sustentan los servicios ecosistémicos en la región.

Establece políticas y estrategias con acciones a corto, mediano y largo plazo para manejar integralmente cuencas, proteger servicios ecosistémicos, conservar patrimonio cultural y biocultural, mejorar la movilidad, vivienda, desarrollo industrial y gobernanza.

El modelo de ordenamiento se encuentra conformado por 1,088 Unidades de Gestión Territorial (UGT), que buscan maximiza el aprovechamiento sustentable del territorio, al configurar la ocupación y usos de suelo de áreas urbanizadas, urbanizables y no urbanizables, a través de seis políticas ambientales, las cuales son Protección, Conservación, Aprovechamiento Sustentable, Crecimiento Controlado, Mejoramiento y Consolidación,

De acuerdo con el POTR-SSE, el Proyecto se ubica dentro de la **Unidad de Gestión Territorial No. 802**, con Política de Conservación, como se observa en la siguiente figura.

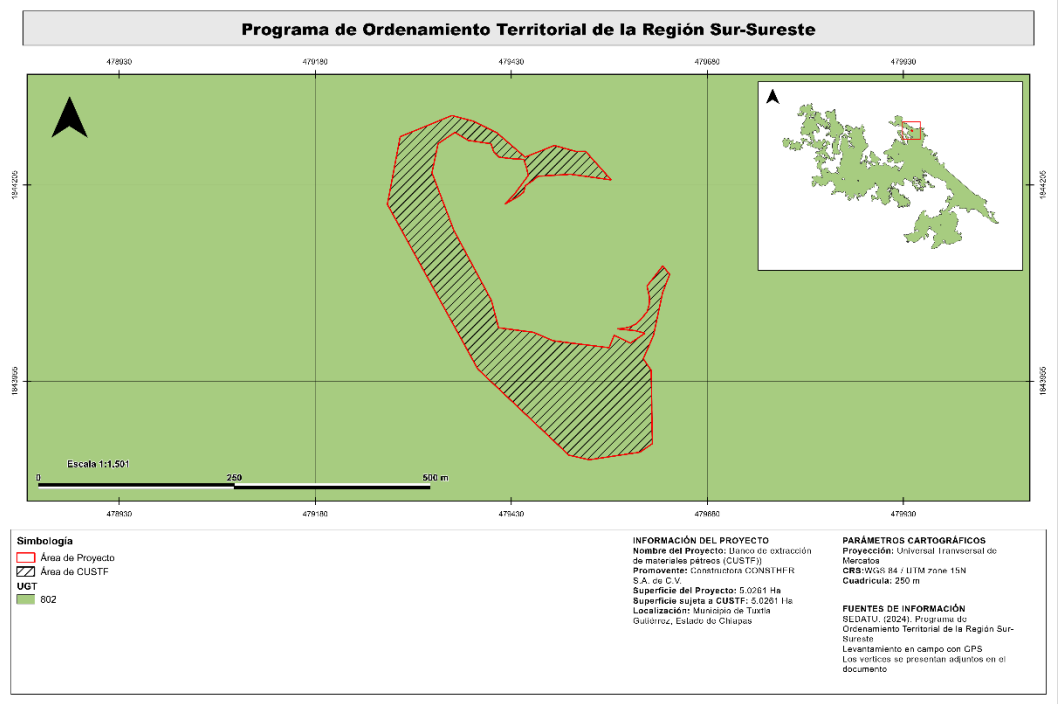


Figura 2. Ubicación de proyecto respecto al POTR-SSE.

Acorde con lo indicado en el POTR-SSE, la política de Conservación indica lo siguiente:

> *"Se trata de un criterio centrado en la conservación y la protección de la naturaleza y los servicios ambientales, ya que orienta la conservación del patrimonio natural, cultural y biocultural de la región, con el objeto de restaurar, recuperar, mantener o propiciar el equilibrio ecológico en zonas del sistema natural y forestal, que brindan bienes y servicios ambientales fundamentales para las poblaciones y asentamientos*

humanos, entre los que destacan la reducción de vulnerabilidad frente al cambio climático. Es decir, se trata de conservación prioritaria en la cual se considerarán la existencia de actividades previamente permitidas en congruencia con los instrumentos ecológicos existentes, que permitan la posibilidad a las poblaciones locales de utilizar el territorio como medida para alcanzar el desarrollo, priorizando la conservación y restringiendo acciones que impacten negativamente a las zonas y elementos de alto valor ambiental o patrimonial."

Asimismo, es importante señalar que, de conformidad con lo indicado dentro del POTR-SSE para las UGT, se señala lo siguiente:

"En el caso, de los centros de población preexistentes que reconozcan los Decretos y/o Programas enunciados, las autoridades locales podrán gestionar la elaboración de programas de desarrollo urbano u otros ordenamientos en materia de asentamientos humanos para la regulación de los usos de suelo y promoción del desarrollo urbano local dentro de sus límites.

(…)

Asimismo, las autoridades locales podrán promover la elaboración de programas de ordenamiento ecológico locales, programas de desarrollo urbano u otros ordenamientos en la materia, según corresponda, con el fin de establecer regulaciones y disposiciones específicas en materia de usos de suelo y desarrollo urbano, garantizando la congruencia con los instrumentos de política ambiental y territorial aplicables."

En este sentido, atendiendo a la existencia de actividades previamente permitidas en congruencia con los instrumentos de ordenación territorial vigentes, es importante precisar que Tuxtla Gutiérrez cuenta con el *Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 2021-2050* (PMDUTGZ 2021-2050), el cual fue decretado el 10 de julio de 2024 y tiene como objetivo establecer las bases para un desarrollo urbano que considera las necesidades de la capital y promueve un crecimiento sostenible dentro de la ciudad.

Dado que el Proyecto se localiza dentro la cabecera municipal de Tuxtla Gutiérrez, su desarrollo se encuentra regulado por lo establecido en el PMDUTGZ 2021-2050. En este contexto, el área del Proyecto cuenta con la **Factibilidad de Uso de Suelo** emitida por la Dirección de Ordenamiento Territorial de la Secretaría de Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, la cual fue emitida mediante Oficio No. **SDU/DOT/USyCA/FACT/0585/2025** de fecha 11 de abril del 2025 (se anexa copia simple de la Factibilidad a este documento), otorgando la factibilidad de uso de suelo Comercial, señalando como Uso Específico Banco de Extracción y Procesamiento de Material Pétreo.

Por lo anterior, y atendiendo a lo señalado en el POTR-SSE, el cual precisa que las actividades deberán ser reguladas de conformidad con los instrumentos de ordenación territorial vigentes, en este caso el PMDUTGZ 2021-2050, el Proyecto es **viable** para el desarrollo de actividades propias de explotación, aprovechamiento y procesamiento de materiales pétreos no reservados a la federación, ya que cuenta con la factibilidad de uso de suelo, emitida por las autoridades municipales.

Aunado a lo anterior, es importante precisar que, con la finalidad de compensar, mitigar y prevenir los impactos ambientales negativos potenciales del Proyecto, se propone la implementación de una serie de medidas que permitan lleva a cabo su ejecución de manera responsable. En este sentido, se busca desarrollar el Proyecto en apego a la normatividad ambiental vigente, fomentando el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

3.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas

El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Chiapas (POETCH), publicado el día 07 de diciembre de 2012 en el Periódico Oficial del Estado de Chiapas, promueve el aprovechamiento ordenado, regula e induce el adecuado uso del suelo y contribuye en la protección, conservación restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en el estado de Chiapas. El Programa divide a Chiapas en 125 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con sus respectivos criterios ecológicos, una política ambiental con sus respectivos usos de suelo, que pueden ser predominante, recomendado, recomendado con condiciones y no recomendado; aunado a los criterios ecológicos de carácter general y específicos.

El Proyecto se encuentra ubicado dentro de la **UGA No. 58** con la **Política Ambiental Mixta** de **"Aprovechamiento- Conservación"**:

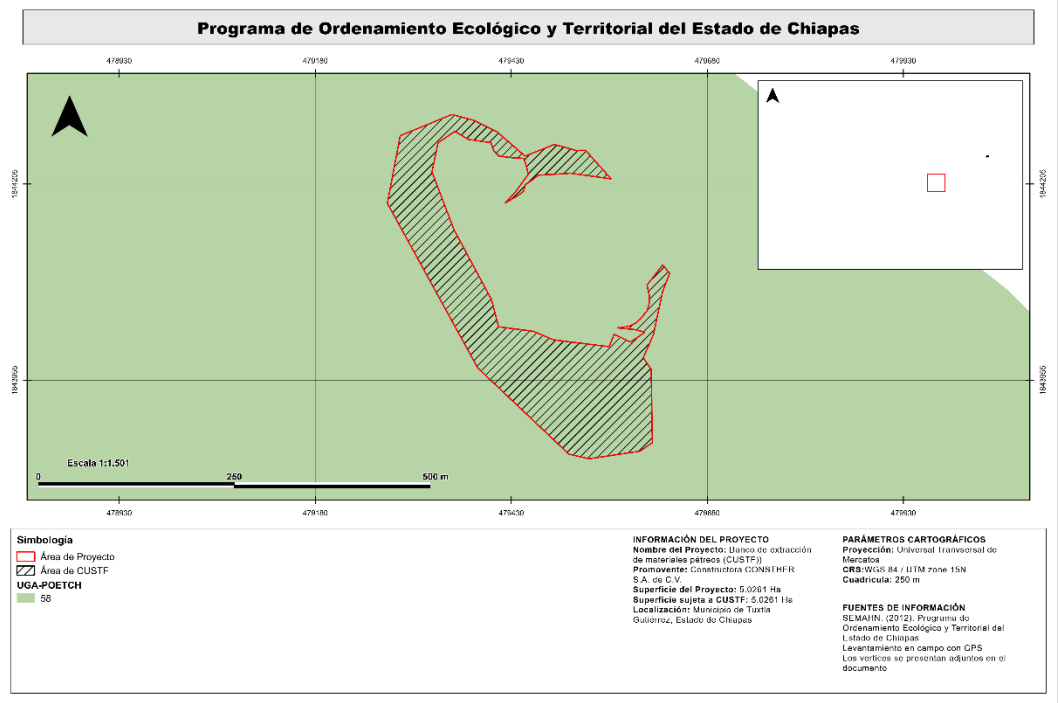


Figura 3. Ubicación del Proyecto dentro del POETCH.

- **Aprovechamiento Sustentable.** Política ambiental que promueve la permanencia del uso actual del suelo o permite su cambio en la totalidad de unidad de gestión territorial (UGA) donde se aplica. En esta política siempre se trata de mantener por un periodo indefinido la función y las capacidades de carga de los ecosistemas que contiene la UGA. Orientada a espacios con elevada aptitud productiva actual o potencial ya sea para el desarrollo urbano y los sectores agrícola, pecuario, comercial e industrial. El criterio fundamental de esta política consiste en llevar a cabo una reorientación de la forma actual de uso y aprovechamiento de los recursos naturales, que propicie la diversificación y sustentabilidad y que no impacte negativamente sobre el medio ambiente.

- **Conservación.** Consiste en el mantenimiento de los ecosistemas y de sus procesos biológicos, en aquellas áreas de importancia ecológica, donde el nivel de degradación ambiental no ha alcanzado valores significativos. Se propone esta política cuando al igual que en la política de protección un área tiene valores importantes de biodiversidad, bienes y servicios ambientales, tipo de vegetación, etc., pero que se encuentra actualmente bajo algún tipo de aprovechamiento. De esta forma se intenta reorientar la actividad productiva a fin de hacer más eficiente el aprovechamiento de los recursos naturales, pero de una manera sustentable, garantizando la continuidad de los ecosistemas y reduciendo o anulando la presión sobre estos.

Con lo anterior, se considera viable la aplicación de la Política Territorial Mixta, la cual literalmente establece lo siguiente:

- Políticas Mixtas. Para el caso del Estado de Chiapas, debido principalmente a la alta heterogeneidad que presenta el territorio y a la escala del presente OET, ha sido necesaria la aplicación a algunas UGAs de políticas mixtas conformadas por dos de las políticas descritas anteriormente. En dichos casos se prevén lineamientos, estrategias y criterios ecológicos para ambas políticas generales, que se aplican a diferentes zonas al interior de una misma unidad. De igual manera la asignación de usos es más amplia y los usos asignados prevén condicionantes para no afectar áreas destinadas a un manejo diferente y no generar conflictos territoriales al interior de una UGA.

Con relación a la política mencionada anteriormente, se entiende que cuando exista incidencia de dos UGAs con diferentes políticas territoriales en una misma unidad, preverán lineamientos, estrategias y criterios ecológicos para ambas políticas generales; realizando una asignación de usos más amplia, los cuales preverán condicionantes para evitar afectaciones en áreas destinadas a un manejo diferente y evadir la generación de conflictos territoriales al interior de una UGA. Además, dentro de lo instaurado en el POETCH, no se establecen los lineamientos, estrategias y criterios ecológicos aplicables en caso de la implementación de la Política Mixta.

Por otro lado, tomando en cuenta la naturaleza del proyecto, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 7°, Fracciones VI, LX Bis, LXXI y LXXX de la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)** que dicen:

> *"**VI. 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;*
>
> ***LX Bis. Selva:** Ecosistema forestal de clima tropical en el que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, excluyendo los acahuales y guamiles y que cuentan con las características para ser considerados terrenos forestales arbolados de acuerdo con esta Ley. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar, de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía;*
>
> ***LXXI. Terreno forestal:** Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;*

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

Por lo anterior, el Promovente exhibe el presente MIA-P para su evaluación ante la Oficina de Representación de la SEMARNAT en Chiapas; toda vez que así lo indica el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), en su Artículo 28, Fracción VII que dice:

> *"**Artículo 28.** (…). Para ello, en los casos 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:*
>
> *VII. Cambios de uso de suelo en áreas forestales, así como selvas y zonas áridas.*
>
> *(…)".*

A lo largo de los Capítulos de la presente MIA-P se demuestra que a pesar del impacto directo sobre la vegetación forestal, las medidas propuestas para prevenir, mitigar y compensar los efectos adversos que pudieran surgir como resultado del proyecto, son amplias, comprobables y suficientes. Entre las medidas planteadas, se encuentra la ejecución de un **Programa de Reforestación**, el cual incluirá la siembra de especies nativas, que contribuirán a la recuperación y conservación del ecosistema local. Por medio de esto, se llevará a cabo la restauración de la vegetación, lo que favorecerá la recuperación de la biodiversidad y mejorará el funcionamiento de los servicios ambientales, tales como la captura de carbono, capacidad de infiltración del agua y disminución de la erosión.

De forma adicional a las actividades de reforestación, se implementarán *obras de conservación de suelo y agua* como una medida de mitigación ante los efectos adversos de la erosión de suelos y el déficit de infiltración de agua en los mantos acuíferos, ocasionada por la remoción de la cobertura vegetal. A través de dichas obras y de las acciones de reforestación, se prevé la compensación del aumento en la erosión y el déficit de infiltración.

Por otro lado, es importante mencionar que también se llevarán a cabo medidas de prevención y mitigación ante cualquier impacto que pudiera ocasionarse hacia la biodiversidad del sitio, en este sentido, es importante señalar se propone llevar a cabo los **Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre**. Dichos programas considerarán la posible aparición de especies de Flora y Fauna que se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en su Anexo Normativo III.

De igual manera, se realizará la supervisión ambiental por medio del Programa de Manejo Ambiental, el cual contemplará las medidas propuestas en la presente MIA-P, así como las que indique la Secretaría en la resolución correspondiente. De esta forma se podrá dar seguimiento a la implementación efectiva de las medidas, y facilitará la toma de decisiones

informadas, permitiendo la adaptación de estrategias en caso de ser necesario, con la finalidad de minimizar impactos negativos hacia el medio natural.

No se omite mencionar que no se realizarán actividades de CUSTF sin antes contar con la autorización favorable por parte de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Chiapas. De acuerdo con lo anterior, el presente proyecto contempla toda una serie de mecanismos para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales que se ocasionarán por su implementación. Asimismo, existirán medidas adicionales que establecerá la Autoridad, posterior a la evaluación del proyecto y que tendrán como objetivo la conservación y preservación del medio natural a través de las actividades antes mencionadas. Con base en lo anteriormente expuesto, se considera que la ejecución del proyecto es **viable** según lo establecido en el POETCH.

Enseguida, en la Tabla 3, se presentan los usos establecidos dentro de la UGA en la que incide el Proyecto:

Usos Recomendados	Usos Recomendados con Condiciones	Usos No Recomendados
---	• Ecoturismo (…) • Agroturismo (…) • Agricultura (…) • Ganadería (…) • Asentamientos humanos (…) • Plantaciones (…) • Forestal (…) • Acuacultura (…) • Infraestructura (…) • **Industria** (…) • Pesca (…)	Minería, Turismo

Tabla 3. Usos de la UGA del POETCH en la que incide el proyecto.

La UGA No. 58 presenta dentro de sus usos recomendados de forma condicionada a la **Industria**, mientras que como uso no recomendado se encuentra la **Minería**, esto tomando en consideración que, de autorizarse el CUSTF, la actividad posterior en el área del Proyecto será la extracción y procesamiento de materiales pétreos.

No obstante, para dicha actividad se requieren rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias que sean duras, resistentes y con una estructura adecuada para su extracción y procesamiento, características que se presentan en la zona y, por ende, la existencia del material en el área del Proyecto y en zonas colindantes, ya que estas se encuentran sobre Caliza- Lutita (SGM, 2022), lo que resulta entonces en una zona apta para la explotación del material.

Siguiente en este sentido, en el POETCH se establece la siguiente Estrategia para dicha actividad:

> ***44. Estrategia de minería:*** *Las actividades mineras, generalmente de extracción de material pétreo deberían llevarse a cabo garantizando que al final de la explotación del banco de material el área afectada se restaure. Además, las concesiones serán sujetas a un estudio de impacto ambiental y el daño ecológico deberá ser*

compensado con apoyos a la recuperación o restauración de áreas boscosas situadas en la zona aledaña al banco de material.

En apego a la Estrategia 44, con el objeto de compensar y mitigar los efectos en el déficit de infiltración de aguas que se ocasionarán por la ejecución del CUSTF, se propone realizar el Programa de Reforestación al interior del Área Natural Protegida (ANP) denominada Parque Nacional "Cañón de Sumidero".

Esta decisión fue tomando en cuenta que, en dichas zonas, se tienen un manejo establecido hacia la protección, restauración y conservación del patrimonio biológico de la región. Asimismo, es un área en donde se restringe la realización de actividades antropogénicas y se enfoca en la preservación de la Flora y Fauna nativa, por lo que, el ANP es un sitio idóneo para ejecutar el Programa.

En cuanto a los usos recomendados con condicionantes dentro de la UGA, se indica Industria, la cual es vinculante con las actividades propias del proyecto, pues consiste en la aplicación organizada de medios técnicos, maquinaria y procesos sistematizados para obtener y transformar un recurso natural en un producto utilizable, que en este caso consiste en materiales pétreos. Esta actividad requiere el uso de equipos especializados como excavadoras y trituradoras, para maximizar la eficiencia y asegurar la continuidad del proceso productivo. La sistematización del proceso desde la extracción hasta la clasificación física del material cumple con los criterios propios de la industria, donde se busca un proceso productivo planificado, controlado y regulado bajo estándares técnicos y de seguridad.

De acuerdo con lo señalado en las condicionantes establecidas para Industria, se señala lo siguiente:

"…toda industria deberá contar con medidas para la prevención de contaminación del suelo, agua y aire, sitios definidos para la disposición final de cualquier desperdicio resultante, remediación de cualquier impacto ambiental originado en dicha industria."

En este sentido, es importante señalar que, se hará entrega del estudio correspondiente en materia de impacto ambiental por las actividades de extracción y procesamiento de materiales pétreos ante la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN) del Estado de Chiapas, toda vez que corresponde a esta instancia gubernamental la evaluación de las actividades de aprovechamiento de materiales pétreos no reservados a la federación. En dicho estudio se propondrán las medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones necesarias para atenuar las afectaciones negativas hacia el medio ambiente por las actividades de extracción y procesamiento de los materiales pétreos, atendiendo así a las condicionantes indicadas para el uso industrial.

Además, por la naturaleza del Proyecto, se realizó la gestión correspondiente ante la Dirección de Planeación Ambiental y Ordenamiento Ecológico Territorial de la SEMAHN, para obtener el **Dictamen Técnico en Materia de Ordenamiento Ecológico Territorial** ante dicha dependencia, quien determinó que el proyecto en cuestión es **compatible** con los usos de la UGA 58 del POETCH, dado que "*El uso propuesto para la extracción y procesamiento de materiales pétreos, solicitado por el promovente, no se contrapone a los usos no recomendados establecidos en el numeral 3 del presente documento, por lo tanto,*

la extracción de material pétreo, se considera enunciativa más no limitativa en razón al tipo de uso"

Adjunto a esta MIA-P, se presenta copia simple del Dictamen Técnico con Oficio No. SEMAHN/00699/2026 de fecha 02 de julio de 2026, emitido por la SEMAHN.

Aunado a lo anterior, con motivo de las actividades de CUSTF que serán necesarias para la preparación del sitio de extracción, en la presente MIA-P se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales por las actividades de cambio de uso de suelo, las cuales se presentan en el Capítulo 6. De esta forma, se atiente así a las condicionantes indicadas para el uso industrial.

3.1.3.1. Criterios aplicables respecto al POETCH

En seguida, se presenta la vinculación con los criterios de la UGA 58 del POETCH:

Clave	Criterio	Cumplimiento
AO1	Se apoyará al agroturismo como una actividad económica alternativa en las zonas de producción agropecuaria.	No aplica, debido a que el presente proyecto no realizará actividades de agroturismo, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AO2	Se permitirán las actividades agroturísticas siempre y cuando se desarrollen de manera organizada, planificada y aprobadas por la autoridad competente.	No aplica, debido a que el presente proyecto no realizará actividades de agroturismo, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AO3	Se promoverá que las instalaciones agroturísticas cuenten con sistemas especiales para separar residuos, así como para transportarlos a sitios de disposición final autorizados o degradarla biológicamente. Se evitará el uso de cualquier otro terreno como sitio de disposición final de sus residuos.	No aplica, debido a que el presente proyecto no realizará actividades de agroturismo, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AO4	Se promoverá que las instalaciones agroturísticas se establezcan en áreas de aprovechamiento sustentable sin afectar zonas forestales o relictos de vegetación.	No aplica, debido a que el presente proyecto no realizará actividades de agroturismo, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AO5	La autorización para la construcción de cualquier tipo de infraestructura o equipamiento para el agroturismo estará condicionada a la presentación en la Manifestación de Impacto Ambiental de un estudio previo que demuestre que no se generan impactos negativos significativos sobre zonas de valor ecológico que pudieran conducir a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	No aplica, debido a que el presente proyecto no realizará actividades de agroturismo, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AG1	Los organismos estatales y federales encargados de apoyar al sector agrícola deberán proporcionar la asistencia técnica adecuada, créditos suficientes y apoyar la comercialización de los productos del campo.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AG2	Las autoridades del Gobierno del Estado y Federal promoverán y verificarán que los beneficiados de los programas de apoyo para cultivos básicos y oleaginosos realicen obras de conservación de suelos, establecimiento y mantenimiento de cercos vivos y la reforestación en sus predios, a fin de	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.

Clave	Criterio	Cumplimiento
	garantizar una cobertura forestal parcial, contar con material para sombra y rompeviento, leña y refugio de la avifauna. En las cercas vivas se promoverá la diversificación de especies nativas.	
AG3	El uso y aplicación de insecticidas y herbicidas se realizará de acuerdo con la normatividad de la CICOPLAFEST (Comisión Intersecretarial para el Control, Producción y Uso de Pesticidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas).	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AG4	El almacenamiento, uso alimentario y siembra de semillas y material vegetal transgénico para fines agrícolas, hortícolas y pecuarios, será permitido únicamente mediante un estudio técnico y científico que demuestre que el material no afecta a los ecosistemas naturales, la salud humana y la del ganado, conforme a la Ley de Bioseguridad de Organismos Biogenéticamente Modificados.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AG5	Se evitará la expansión de la superficie agrícola a costa del desmonte, cinchamiento o muerte de la vegetación forestal por cualquier vía o procedimiento, así como la afectación al paisaje, la quema, remoción y barbecho de los ecosistemas de pastizales naturales y matorrales.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AG6	Los organismos estatales encargados de apoyar al sector agrícola crearán y mantendrán actualizado un padrón de agricultores. Los agricultores inscritos en el padrón del sector que seguirán los criterios de regulación ecológica en las prácticas agrícolas tendrán prioridad para acceder a los incentivos agrícolas.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AG7	En áreas de aprovechamiento agrícola contiguas a ecosistemas los productores deberán evitar la contaminación de estos ecosistemas por desechos derivados de la actividad agrícola.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AG8	Todos los ecosistemas naturales, tanto acuáticos como terrestres, existentes en la UGA donde se permite el uso agrícola, deberán ser identificados, protegidos, conservados y recuperados mediante un programa de conservación o de restauración.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo. Sin embargo, en el Capítulo 4 de este documento, se describieron los usos de suelo y vegetación del área de CUSTF y del Sistema Ambiental.
AG9	Se fomentará la plantación de especies arbóreas maderables comerciales en las áreas agropecuarias abandonadas, como una alternativa para el desarrollo regional.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AG10	Se recomienda la práctica de sistemas agrosilvopastoriles (árboles, cultivos de temporada y animales/pastizales), dejando una franja mínima de 20 m de ancho de vegetación nativa sobre el perímetro del cultivo.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AG11	La autoridad competente promoverá en los predios agrícolas la creación de guarda rayas y el uso responsable del fuego, a fin de evitar incendios forestales	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.

Clave	Criterio	Cumplimiento
AT1	En las unidades de producción donde se cultiven especies anuales se recomienda establecer un cultivo de cobertura al final de cada ciclo del cultivo, que será incorporado como abono verde, o bien, utilizado como forraje en el siguiente ciclo.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AT2	Las prácticas agrícolas, tales como barbecho, surcado y terraceo, deberán realizarse en sentido perpendicular a la pendiente.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AT3	Se fomentará la técnica agrícola denominada labranza de conservación como medida para controlar la erosión de los suelos y otras prácticas agrícolas que cumplan con el mismo propósito.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AC1	En el caso de introducción de especies exóticas para su cultivo, se deberá llevar a cabo la instalación de infraestructura que impida su fuga y se deberá garantizar que la actividad acuícola no produzca infiltración hacia el manto freático.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
GA1	Las áreas con vegetación arbustiva y pastizales con pendientes mayores a 20% solo podrán utilizarse para el pastoreo en épocas de lluvias.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades ganaderas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
GA2	Se preservarán o restaurarán los parches de vegetación natural en los predios ganaderos tomando en cuenta la representatividad de las comunidades vegetales presentes y su potencial como sitios de sombra para el ganado.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades ganaderas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
GA3	Se establecerán los mecanismos con las autoridades competentes para que los apoyos a la actividad pecuaria sean condicionados a la presencia de acahuales que cubran el 10% de la superficie del predio o a la reforestación del 10% de la superficie de menor rendimiento con vegetación arbórea nativa.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades ganaderas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
GA4	Las autoridades del Gobierno del Estado y Federal promoverán el establecimiento de cercos vivos a fin de contar con material para sombra, cortinas rompe viento, leña y refugio de la avifauna.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades ganaderas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, el proceso de extracción y procesamiento de material pétreo.
GA5	Las instituciones promoverán en los predios ganaderos la creación de guarda rayas y el uso responsable del fuego, a fin de evitar incendios forestales.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades ganaderas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo. Cabe mencionar que estará prohibido el uso de fogatas durante la ejecución del proyecto
CC1	Entre las áreas de producción y los ecosistemas naturales deberá permanecer un espacio de separación mínima en el cual no se utilicen productos químicos.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo actividades agrícolas ni ganaderas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, el proceso de extracción y procesamiento de material pétreo. Sin embargo, se vincula con el criterio considerando que se realizará una reforestación en un Área Natural Protegida (ANP), en donde no se utilizarán productos químicos.
CC2	Se deberán establecer y mantener zonas de vegetación entre el cultivo y las áreas de actividad	No aplica, debido a que el presente proyecto no realizará plantaciones con fines comerciales, únicamente se

Clave	Criterio	Cumplimiento
	humana, así como entre las áreas de producción y las orillas de los caminos públicos o de uso frecuente. Las zonas deberán consistir en vegetación nativa permanente con árboles, arbustos u otros tipos de plantas, con el fin de fomentar la biodiversidad, minimizar cualquier impacto visual negativo y reducir la deriva de agroquímicos, polvo y otras sustancias procedentes de las actividades agrícolas o de procesamiento.	pretende ejecutar el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo. Sin embargo, se vincula con el criterio considerando que se implementará una reforestación como medida de compensación de los efectos de la erosión del suelo y déficit de infiltración de aguas.
CC3	Las plantaciones ubicadas en áreas cuya vegetación natural original es selva alta o mediana o bosque deberán establecer y mantener, como parte de su programa de conservación, sombra permanente y distribuida de forma homogénea en los cacaotales que cumpla con los siguientes requisitos: un mínimo de 70 árboles individuales por hectárea, entre los cuales exista un mínimo de 12 especies nativas, una densidad mínima de sombra de 40% en todo momento y un mínimo de dos doseles o estratos de copas de árboles de sombra.	No aplica, debido a que el presente proyecto no realizará plantaciones con fines comerciales, únicamente se pretende ejecutar el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo. Sin embargo, se vincula con el criterio considerando que se realizará una reforestación en el ANP Parque Nacional “Cañón del Sumidero” como medida de compensación al aumento de la tasa erosiva de los suelos y el déficit de infiltración de aguas, así como la pérdida de Carbono.
CC4	Todos los ecosistemas naturales, tanto acuáticos como terrestres, existentes en la UGA donde se permite el uso agrícola, deberán ser identificados, protegidos, conservados y recuperados mediante un programa de conservación o de restauración.	El presente proyecto contempla la implementación de una reforestación en el ANP Parque Nacional “Cañón del Sumidero” como medida de compensación a los efectos adversos del CUSTF. Asimismo, se aplicarán obras de conservación de suelo y agua en dicha superficie como medida adicional.
CC5	Las plantaciones deberán mantener la integridad de los ecosistemas acuáticos y/o terrestres, dentro o fuera de las áreas de producción, y no se permitirá su destrucción o alteración como resultado de actividades de gestión o producción.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo plantaciones con actividades comerciales, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
CC6	Los organismos estatales encargados de apoyar al sector agrícola crearán y mantendrán actualizado un padrón de productores.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo plantaciones con actividades comerciales, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
CC7	Los productores inscritos en el padrón del sector que seguirán los criterios de regulación ecológica en las prácticas agrícolas tendrán prioridad para acceder a los incentivos agrícolas.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo plantaciones con actividades comerciales, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
CC8	Las áreas de aprovechamiento contiguas a áreas protegidas deberán establecer medidas para evitar la contaminación por desechos.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo plantaciones con actividades comerciales, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
CC9	Todas las aguas residuales de las plantaciones deberán contar con un sistema de tratamiento de acuerdo a su procedencia y el contenido de sustancias contaminantes. Los sistemas de tratamiento deberán cumplir con la legislación nacional y local vigente y contar con los permisos de operación respectivos.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo plantaciones con actividades comerciales, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo. Sin embargo, se vincula con el criterio considerando que se implementarán baños portátiles para los trabajadores y será la Empresa encargada de la renta de dichos equipos quien se encargará de manejar las aguas residuales.

Clave	Criterio	Cumplimiento
AH1	Los asentamientos humanos mayores a 1,500 habitantes deberán contar con infraestructura para el acopio y/o manejo de desechos sólidos, aunado a programas de reciclamiento de residuos.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo el establecimiento de asentamientos humanos, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AH2	En los asentamientos menores de 1,500 habitantes, se formularán y aplicarán programas de reciclamiento de residuos.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo el establecimiento de asentamientos humanos, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AH3	Se evitará la disposición de aguas residuales, descargas de drenaje sanitario y desecho sólido en ríos, canales, barrancas o en cualquier tipo de cuerpo natural.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo el establecimiento de asentamientos humanos, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo. Sin embargo, se vincula con el criterio considerando que las aguas residuales que se generen en baños portátiles serán tratadas por la Empresa que los rente.
AH5	Se promoverá que las poblaciones con menos de 2,500 habitantes dirijan sus descargas hacia letrinas o, dependiendo de las características del medio en que se asientan, establezcan sistemas alternativos (por ejemplo, entramados de raíces) para el manejo de las aguas residuales.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo el establecimiento de asentamientos humanos, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AH6	Se deberá contar con estudios de riesgos naturales para prevenir afectaciones a la población.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo el establecimiento de asentamientos humanos, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AH7	Se evitará el desmonte de la cobertura vegetal en áreas contiguas a cuerpos de agua para el establecimiento de asentamientos.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo el establecimiento de asentamientos humanos, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AH8	Se mejorará la accesibilidad a las comunidades más aisladas mejorando la vialidad y los transportes y acercando los servicios de salud, educación y telecomunicaciones.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo el establecimiento de asentamientos humanos, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
AH9	Se establecerán los programas y se tomarán acciones concertadas e integrales para la prevención y la intervención en caso de peligros hidrometeorológicos y la restauración de las áreas afectadas.	No aplica, debido a que el presente proyecto no llevará a cabo el establecimiento de asentamientos humanos, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
FO1	Los aprovechamientos forestales estarán sujetos a la resolución y especificaciones técnicas de los avisos, planes y programas de manejo que emita la autoridad competente.	No aplica, debido a que el presente proyecto no realizará ningún tipo de aprovechamiento forestal, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
FO2	El programa de manejo forestal deberá considerar zonas de exclusión para el aprovechamiento forestal que garanticen la permanencia de corredores faunísticos.	No aplica, debido a que el presente proyecto no realizará ningún tipo de aprovechamiento forestal, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
FO3	Se promoverá la instalación de Unidades de Manejo Forestal.	No aplica, debido a que el presente proyecto no realizará ningún tipo de aprovechamiento forestal, únicamente se

Clave	Criterio	Cumplimiento
		ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
FO4	Las actividades de aprovechamiento y fomento forestal deberán considerar lo planteado en los Estudios Regionales Forestales.	No aplica, debido a que el presente proyecto no realizará ningún tipo de aprovechamiento forestal, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
ET1	Las actividades de aprovechamiento y fomento forestal deberán considerar lo planteado en los Estudios Regionales Forestales.	No aplica, debido a que el presente proyecto no comprende actividades ecoturísticas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
ET2	Se permitirán las actividades ecoturísticas siempre y cuando se desarrollen de manera organizada, planificada y sean aprobadas por las autoridades competentes, además de proveer informes periódicos a las mismas.	No aplica, debido a que el presente proyecto no comprende actividades ecoturísticas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
ET3	Se promoverá que las instalaciones ecoturísticas cuenten con sistemas especiales para separar sus residuos, así como para transportarlos a sitios de disposición final autorizados o degradarla biológicamente. Se evitará el uso de cualquier otro terreno como sitio de disposición final de sus residuos.	No aplica, debido a que el presente proyecto no comprende actividades ecoturísticas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo. Sin embargo, se vincula con el criterio considerando que se prohibirá disponer cualquier tipo de residuo en sitios que no se encuentren autorizados para tal fin.
ET4	La autoridad competente promoverá que las áreas naturales protegidas, reservas, parques naturales y zonas de manglar se conserven como áreas de visita controladas, con recorridos interpretativos, observación de flora y fauna y paseos fotográficos guiados por personal capacitado, debidamente acreditado y de preferencia perteneciente a las comunidades locales.	No aplica, debido a que el presente proyecto no comprende actividades ecoturísticas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
ET5	La autorización para la construcción de cualquier tipo de infraestructura o equipamiento para ecoturismo estará condicionada a la presentación en la Manifestación de Impacto Ambiental de un estudio previo que demuestre que no se generan impactos negativos significativos sobre zonas de valor ecológico que pudieran conducir a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	No aplica, debido a que el presente proyecto no construirá ningún tipo de equipamiento ni infraestructura especialmente diseñada para las actividades ecoturísticas, únicamente se realizará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
IN1	Se promoverá que las actividades industriales contemplen técnicas para prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, incorporando su reúso y recicla, así como un manejo y disposición final eficiente.	Aunque el Proyecto tiene como objetivo realizar actividades de la ejecución el CUSTF para posteriormente llevar a cabo el aprovechamiento y procesamiento de materiales pétreos, es importante precisar que, durante la actividades de CUSTF, serán colocados contenedores rotulados con las leyendas correspondientes para la disposición de los residuos, que serán principalmente generados por el consumo de los empelados; posteriormente, estos se recogerán diariamente al finalizar la jornada laboral y serán llevados al punto de recolección, donde el servicio recolector municipal se encargará de transportarlos al sitio de disposición final.
IN2	Se promoverá que las industrias difundan por diversos medios a la población circundante de los riesgos inherentes a los procesos de producción y	No aplica, debido a que el presente proyecto no comprende procesos de producción y conducción, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo,

Clave	Criterio	Cumplimiento
	conducción, y participen en la implementación de los planes de contingencia correspondientes.	posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
IN3	Se promoverá que las autoridades competentes revisen periódicamente los planes de contingencia de las industrias, así como el correcto funcionamiento de las mismas y sus programas de seguridad.	No aplica, debido a que el presente proyecto no comprende procesos de producción y conducción, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
IN4	Se promoverá que las autoridades competentes verifiquen que el establecimiento de actividades riesgosas y altamente riesgosas cumplan con las distancias estipuladas en ellos criterios de desarrollo urbano y normas aplicables.	No aplica, debido a que el presente proyecto no comprende el establecimiento de actividades riesgosas y altamente riesgosas, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
IN5	Las autoridades competentes instrumentarán programas de monitoreo en el desarrollo de actividades potencialmente contaminantes, para regular la calidad ambiental del sitio y de los ecosistemas aledaños.	No aplica, debido a que el presente proyecto no comprende actividades potencialmente contaminantes, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
IN6	Se promoverá que las fuentes emisoras y/o generadoras de contaminantes instalen el equipo necesario para el control de sus emisiones a la atmosfera, mismas que no deberán rebasar los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Ambientales Estatales.	No aplica, debido a que el presente proyecto no comprende actividades potencialmente contaminantes, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo. Sin embargo, se vincula con el criterio considerando que la empresa Promovente aplicará las medidas necesarias una vez que se inicien las gestiones del proyecto posterior al CUSTF ante la Autoridad competente.
IN7	La autoridad competente verificará que las industrias que descarguen aguas residuales al sistema de alcantarillado sanitario o a cuerpos receptores (ríos, arroyos o lagunas) cuenten con sistemas de tratamiento, para evitar que los niveles de contaminantes contenidos en las descargas rebasen los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Ambientales Estatales.	No aplica, debido a que el presente proyecto no comprende actividades potencialmente contaminantes, únicamente se ejecutará el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo. Sin embargo, se vincula con el criterio considerando que la empresa Promovente aplicará las medidas necesarias una vez que se inicien las gestiones del proyecto posterior al CUSTF ante la Autoridad competente.
IV1	Se fomentará la investigación ambiental basada en criterios científicos y con un compromiso social sobre desarrollo sustentable de los recursos, bioindicadores, ecología humana y salud pública, ecología del paisaje, educación y comunicación ambiental, inventario, gestión y conservación de especies y ecosistemas, fragmentación y degradación de los ecosistemas, planificación ambiental, evaluación del impacto ambiental y restauración paisajística, cambio climático, cambio tecnológico con relación al medio ambiente, geografía y medio ambiente, política y medio ambiente, calidad del aire local y global, manejo de residuos peligrosos y sustancias tóxicas, manejo de cuencas, entre otros.	No aplica, el presente proyecto no pretende realizar actividades ni trabajos de investigación ambiental, únicamente se llevará a cabo el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
IV2	Las autoridades estatales y municipales establecerán los mecanismos adecuados para la divulgación de la información científica hacia la población local.	No aplica, el presente proyecto no pretende realizar actividades ni trabajos de investigación ambiental, únicamente se llevará a cabo el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.

Clave	Criterio	Cumplimiento
CO1	En las áreas conservadas de vegetación natural de la UGA se evitará la extracción captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo la autorización expresa para pie de cría, investigación o cambio de uso de suelo autorizado por la autoridad competente. La autorización para el cambio de uso del suelo forestal a otro otorgado por la autoridad competente estará condicionada a la presentación en la Manifestación de Impacto Ambiental.	Se vincula con el criterio considerando que, de ser autorizado el CUSTF, se aplicarán medidas de prevención para la protección de la Flora y Fauna silvestre, como lo son acciones de ahuyentamiento. De igual manera, se implementarán los Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres que se adjuntan al estudio.
CO2	Se fomentarán y apoyarán técnica y financieramente los programas comunitarios de conservación y rescate de fauna y flora silvestre.	No aplica, el presente proyecto no pretende realizar programas **comunitarios** de conservación y rescate de fauna y flora silvestre, únicamente se llevará a cabo el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo. No obstante, es importante recordar que se planea la coordinación con el Parque Nacional Cañón del Sumidero para la implementación de una reforestación de 31 hectáreas, así como la puesta en marcha de Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna para la conservación de la diversidad.
CO3	Las autoridades federales y estatales competentes fomentaran programas de reintroducción de la fauna nativa desplazada en los ecosistemas conservados de la UGA.	No aplica, el presente proyecto no pretende realizar programas **comunitarios** de conservación y rescate de fauna y flora silvestre, únicamente se llevará a cabo el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
CO4	La introducción de especies de flora y fauna exóticas en los ecosistemas conservados requerirá la autorización de la autoridad competente.	No aplica, el presente proyecto no pretende realizar la introducción de especies de flora y fauna exóticas, únicamente se llevará a cabo el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
CO5	Las actividades que se llevan a cabo en las unidades no deberán interrumpir el flujo y comunicación de los corredores biológicos.	El presente proyecto no representará una interrupción del flujo y comunicación de corredores biológicos. Además, de ser autorizado el CUSTF, se aplicarán medidas de prevención para la protección de la Flora y Fauna silvestre, como lo son acciones de ahuyentamiento y Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres que se adjuntan al estudio.
CO6	La autoridad estatal elaborará para los ecosistemas de la UGA un inventario de flora y fauna que contenga datos de distribución y demografía, entre otros, que permitirá definir la línea base o punto de partida de las acciones de conservación.	No aplica, el presente proyecto únicamente pretende llevar a cabo el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
CO7	La autoridad estatal competente realizará un monitoreo continuo de las poblaciones de especies de flora y fauna con importancia ecológica, económica y comercial.	No aplica, el presente proyecto únicamente pretende llevar a cabo el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
CO8	La autoridad estatal competente realizará estudios específicos que permitirán delimitar las áreas de reproducción de especies sujetas a status y elaborar planes de manejo para su conservación.	No aplica, el presente proyecto únicamente pretende llevar a cabo el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
IF2	Toda obra o actividad productiva que implique cambio de uso de suelo se deberán realizar fuera de las áreas de recarga y descarga natural de acuíferos.	Las actividades posteriores al CUSTF, debido a su naturaleza, comprometerán la infiltración de aguas, sin embargo, el proyecto prevé la implementación del Programa de Conservación de Suelo y Agua por medio

Clave	Criterio	Cumplimiento
		de una Reforestación, como medida de compensación al déficit de infiltración de aguas, con la recuperación de áreas desprovistas de vegetación.
IF3	En las acciones de desmonte, excavación y formación de terraplenes para la construcción de caminos, o nuevos proyectos que modifiquen la cobertura natural se deberá evitar comprometer la biodiversidad y preservar las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial. Se entiende que se compromete la diversidad cuando los cambios de cobertura vegetal provocan fragmentación o pérdida de hábitat en el que habiten las especies, a tal grado que limiten su distribución y procesos productivos.	Se aplicarán medidas de prevención para la protección de la Flora y Fauna silvestre, como son acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies en estatus de protección. De igual manera, se implementarán los Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestres.
IF4	En las áreas implicadas en la construcción de infraestructura, como puentes, bordos, carreteras (zona de desplante, bancos de material, bancos de extracción, zonas de tiro y campamentos de apoyo), terracerías, veredas, puertos, muelles, canales o cualquier otro tipo de infraestructura se deberán incluir medidas de preservación de la integridad de los flujos hidrológicos para niveles ordinarios y extraordinarios de inundación y la conservación de la vegetación natural.	Por su naturaleza, las actividades de CUSTF comprometerán la infiltración de aguas, sin embargo, el proyecto prevé la implementación del Programa de Conservación de Suelo y Agua por medio de una Reforestación, como medida de compensación al déficit de infiltración de aguas, con la recuperación de áreas desprovistas de vegetación dentro de la ANP Parque Nacional Cañón del Sumidero.
IF5	Los bordes de caminos rurales deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.	No aplica, ya que no se contempla el establecimiento de caminos rurales en el proyecto.
IF6	En las acciones para deshierbar los derechos de vía de las carreteras se deberá evitar la quema, el uso de plaguicidas persistentes y no persistentes (herbicidas, insecticidas y rodenticidas) para impedir la contaminación del suelo y manto freático, afectación de fauna benéfica y alteración de redes tróficas.	No aplica, el presente proyecto únicamente pretende llevar a cabo el CUSTF para llevar a cabo, posteriormente, la extracción y procesamiento de material pétreo.
IF7	No se permite la obstrucción y desviación de escurrimientos pluviales, para la construcción de obras de ingeniería con excepción de las requeridas para captación, almacenamiento y recarga de acuíferos.	Con el desarrollo del proyecto no se llevará a cabo la obstrucción y desviación de ningún escurrimiento pluvial. Además, es importante señalar que, derivado de las actividades de CUSTF, se comprometerá la infiltración de aguas, sin embargo, el proyecto prevé la implementación del Programa de Conservación de Suelo y Agua por medio de una Reforestación.
IF8	En desarrollos turísticos, la construcción de caminos, u otras obras de infraestructura deberán utilizar materiales que permitan la infiltración del agua pluvial al subsuelo, así mismo, los caminos deberán ser estables, consolidados y con drenes adecuados.	No aplica, ya que el proyecto no consiste en un desarrollo turístico.
IF9	La autoridad competente federal o estatal evitarán que se lleve a cabo la extracción de arena de las playas con material de construcción, relleno o para la creación de playas artificiales.	No aplica, debido a que el proyecto no extraerá arena de las playas.

Tabla 4. Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos de la UGA No. 58 del POETCH.

AO= Agroturísticas, AG= Agrícolas Generales, AT= Agricultura de Temporal, GA= Ganadería, CC= Plantaciones de Cacao y Café, AH= Asentamientos Humanos Rurales, FO= Aprovechamientos Forestales, ET= Ecoturísticas, IN=actividades Industriales, IV= Investigación, CO= Conservación, IF= Infraestructura.

Es importante señalar que, de acuerdo a los datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación (USV) de la Serie VII del INEGI (2021), en la UGA aludida con anterioridad, se presentan diferentes tipos de uso de suelo. A continuación, en la Tabla 5, se enlistan aquellos que se encuentran dentro de la UGA mencionada con anterioridad:

Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (Ha)	Incidencia (%)
Agricultura de Riego Anual	1,273.5436	1.57
Agricultura de Riego Anual y Permanente	67.5163	0.08
Agricultura de Temporal Anual	13,245.3433	16.30
Asentamientos Humanos	563.6692	0.69
Bosque de Encino	761.0367	0.94
Bosque de Encino-Pino	15.0866	0.02
Bosque de Pino-Encino	61.6110	0.08
Desprovisto de Vegetación	60.9326	0.08
Pastizal Cultivado	13,038.6567	16.05
Pastizal Inducido	5,826.3657	7.17
Sabanoide	8,453.6469	10.41
Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino	39.6196	0.05
Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino-Pino	230.6954	0.28
Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino	211.7374	0.26
Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque Mesófilo de Montaña	18.3273	0.02
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Alta Perennifolia	464.2712	0.57
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	9,037.5758	11.12
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	3,600.3833	4.43
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	1,746.7993	2.15
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque De Encino	12.0127	0.01
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino-Pino	229.1541	0.28
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	51.5166	0.06
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque Mesófilo de Montaña	22.3925	0.03
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	195.6526	0.24
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	14,270.0172	17.57
Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subcaducifolia	7061.7666	8.69
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	681.7010	0.84
Total	**81,241.0311**	**100.00**

Tabla 5. Uso de Suelo y Vegetación dentro de la UGA No. 58 del POETCH.

A partir de lo expuesto anteriormente en la tabla, se observa que en la UGA No. 58, el USV con mayor representación es Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (11.12%), mientras que la que ocupa una menor superficie es Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (0.01%).

De acuerdo con la información presentada previamente, se determina que dentro de la UGA existen zonas impactadas por la actividad antropogénica y otras áreas que se encuentran en su estado natural. En las Tablas 6 y 7, se presenta la zonificación de Áreas impactadas y Áreas conservadas de la UGA No. 58.

Concepto	Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (Ha)	Incidencia (%)
Áreas Conservadas	Bosque de Encino	761.0367	0.94
	Bosque de Encino-Pino	15.0866	0.02
	Bosque de Pino-Encino	61.6110	0.08
	Sabanoide	8,453.6469	10.41
	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino	39.6196	0.05
	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino-Pino	230.6954	0.28
	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino	211.7374	0.26
	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque Mesófilo de Montaña	18.3273	0.02
	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Alta Perennifolia	464.2712	0.57
	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	9,037.5758	11.12
	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	3,600.3833	4.43
	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	1,746.7993	2.15
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	12.0127	0.01
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino-Pino	229.1541	0.28
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	51.5166	0.06
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque Mesófilo de Montaña	22.3925	0.03
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	195.6526	0.24
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	14,270.0172	17.57
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	7061.7666	8.69
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	681.7010	0.84
	Subtotal	**47,165.0038**	**58.06**
Áreas impactadas	Agricultura de Riego Anual	1,273.5436	1.57
	Agricultura de Riego Anual y Permanente	67.5163	0.08
	Agricultura de Temporal Anual	13,245.3433	16.30
	Asentamientos Humanos	563.6692	0.69
	Desprovisto de Vegetación	60.9326	0.08
	Pastizal Cultivado	13,038.6567	16.05
	Pastizal Inducido	5,826.3657	7.17
	Subtotal	**34,076.0273**	**41.94**
Total		**81,241.0311**	**100.00**

Tabla 6. Superficies Impactadas y Conservadas de la UGA No. 58 del POETCH.

Concepto	Superficie (Ha)	Incidencia (%)
Áreas conservadas	47,165.0038	58.06
Áreas impactadas	34,076.0273	41.94
Total	**81,241.0311**	**100**

Tabla 7. Resumen de superficies impactadas y conservadas de la UGA No. 58 del POETCH.

De acuerdo a la Tabla 7, se obtiene que en la UGA No. 58, las áreas conservadas ocupan una mayor proporción con el **58.06%**, en la que predomina la *Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia* ocupando también la mayor proporción de la UGA con el 17.57%. En lo que respecta a las áreas impactadas, representa una menor superficie con el 41.94%, en el que predomina la *Agricultura de Temporal Anual,* que representa un 16.30% de la superficie de la UGA, siendo el segundo uso con mayor predominancia en la unidad.

Tomando en cuenta la información presentada anteriormente, es claro concluir que la superficie de la UGA ha sufrido cambios en los usos de suelo, así como diversas alteraciones en el entorno derivado de las actividades antropogénicas que se han presentado a lo largo del tiempo. Exponiendo así, que el estado actual que presentan la UGA, exhiben grandes porcentajes con áreas que ya se encuentran degradadas y/o han perdido su cobertura vegetal original, dando lugar a otros usos de suelo.

Es importante señalar que, de la superficie total de las UGA No. 58 correspondiente a 81,241.0311 Ha, el área del proyecto (5.0261 Ha) abarca únicamente el 0.006%, es decir, ocupa una proporción mínima en comparación del total que representa el área impactada por las actividades antropogénicas, que equivale al 41.94% de la extensión territorial total de la UGA. De esta manera, la ejecución del proyecto no causaría grandes cambios a la estructura ecológica actual, debido a que presentaría cierta compatibilidad con las características reales de la región, siendo esta una zona con potencial para la explotación de materiales pétreos, cuya actividad se considera a realizar posterior al CUSTF.

Ante esto, el proyecto contempla la realización de actividades de restauración, a través del **Programa de Obras de Conservación de Agua y Suelo**, particularmente por medio de la reforestación, con el objetivo de compensar las afectaciones que contraerá la implementación del CUSTF. En condiciones perfectas, la ejecución de estas actividades dentro de la poligonal de la UGA sería lo ideal, sin embargo, el trabajo con dueños de predios particulares y de zonas ejidales es difícil y complejo, debido a la inseguridad creciente en los últimos años, la desconfianza de los dueños a personas ajenas a su comunidad, así como los diversos propósitos de cada individuo para sus terrenos, aunado a que no todos los involucrados muestran interés en la conservación de los recursos naturales o están en condiciones de donar sus tierras para dichos fines.

Por ello, el Promovente, en busca de asegurar la ejecución de las actividades de restauración y su cuidado a futuro, determina que la mejor opción es realizarlas en espacios dirigidos a la preservación del medio ambiente, cuyos encargados permitirán dichas acciones al ser compatibles con los objetivos de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) como zonas de conservación ecológica.

De esta manera, se propone como medida compensatoria una restauración en una proporción de 3 a 1 respecto a la superficie del Proyecto, es decir, en una superficie total mínima de 15.0783 Ha. Conforme a lo anterior, para el caso del proyecto, se propone establecer una superficie de 15.0888 Ha dentro del ANP denominada Parque Nacional **“Cañón del Sumidero”**, a fin de recuperar zonas impactadas, aunado a las medidas de prevención y mitigación propuestas en la MIA-P y a las que en su momento señale la Autoridad competente.

En conjunto, se puede concluir que casi la mitad de la superficie de las UGA se encuentra impactada, situación que se contempla en el proyecto, estableciendo medidas que asegurarán que el CUSTF sea debidamente mitigado y compensado, permitiendo promover el desarrollo socioeconómico a nivel regional y local, generando empleos y aumentando el comercio y turismo. Aunado a lo anterior, como se mencionó previamente, por la naturaleza del Proyecto, se realizó la gestión correspondiente ante la Dirección de Planeación Ambiental y Ordenamiento Ecológico Territorial de la SEMAHN, para obtener la **Dictamen Técnico en Materia de Ordenamiento Ecológico Territorial** ante dicha dependencia, quien determinó que el proyecto es compatible.

3.2. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Se les denomina **Áreas Naturales Protegidas (ANP)** a aquellas porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos (Comisión Natural para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) (2016). Estos instrumentos han sido creados para preservar la riqueza natural en una superficie que ha sido establecido a partir por su biodiversidad.

A nivel mundial, México ocupa el 5º lugar entre los denominados Países Megadiversos, por lo que es hogar de una gran diversidad biológica. Dentro del margen nacional, el Estado de Chiapas es uno de los estados más biodiversos, ocupando el 2º lugar en número de especies con residencia en su territorio, con 7 de los 9 grandes ecosistemas del país (únicamente restando desiertos y cumbre nevadas), no es de extrañarse que el Estado posea el mayor número de ANP's, con un total de 46, con reservas, parques nacionales, monumentos, santuarios, centros ecológicos, entre otros.

3.2.1. Áreas Naturales Protegidas

El Proyecto **no** se encuentra dentro de ninguna ANP de carácter Federal, siendo la más cercana el **Área de Protección de Recursos Naturales "Villa Allende"**, ubicada a una distancia aproximada de 11.95 Km al norte del proyecto.

De igual forma, el sitio del Proyecto **no** incide dentro de ninguna ANP de carácter Estatal, siendo la más cercana al sitio la **Zona Sujeta a Conservación Ecológica "Cerro Mactumatzá"** a una distancia de, aproximadamente, 3.82 Km al Este.

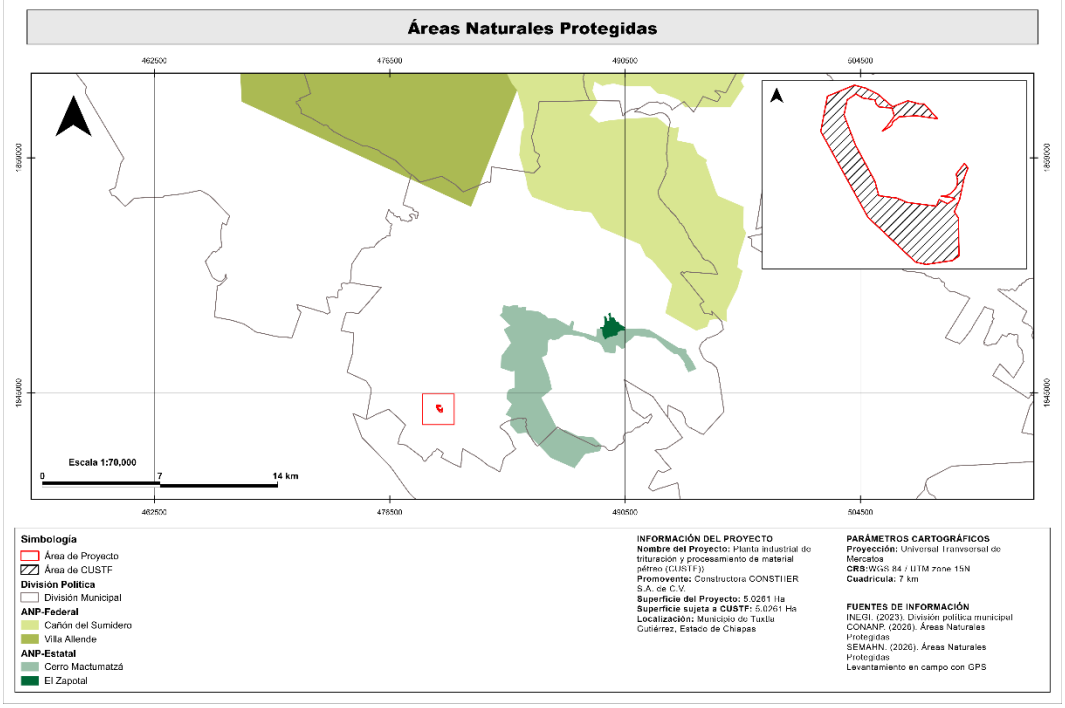


Figura 4. Ubicación del Proyecto respecto a las ANP Estatales y Federales.

3.2.2. Regiones Prioritarias de Conservación

Con el fin de optimar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) desarrolló el Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, el cual está orientado a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. Las áreas prioritarias están conformadas como se explica a continuación:

AICA *(Áreas de Importancia para la Conservación de Aves):*

Desarrollada por la necesidad de preservar a las diversas especies de aves de México, creando una red regional de áreas importantes para la conservación de estas.

RTP *(Regiones Terrestres Prioritarias):*

Unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por su riqueza ecosistémica y de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

RHP *(Regiones Hidrológicas Prioritarias):*

Definidas para el diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

RMP *(Regiones Marinas Prioritarias):*

Creadas por la necesidad de incrementar el conocimiento sobre la vastedad de los ecosistemas marinos a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Gráfico 1. Descripción de las Regiones Prioritarias de Conservación.

Considerando la información de las Regiones Prioritarias de Conservación de la CONABIO (2001), se tiene lo siguiente:

- **Áreas de Importancia para la Conservación de Aves:** “Zapotal – Mactumatzá”, a una distancia de aproximadamente 5.61 Km al Noreste (Figura 5).
- **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP):** “La Chacona-Cañón del Sumidero” a una distancia aproximada de 17.12 Km al Este (Figura 5).
- **Regiones Marinas Prioritarias (RMP):** “Punta Arista” a, aproximadamente, 92.21 Km al Norte (Figura 5).

En cuanto a las **Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP),** el proyecto incide en la denominada **“La Sepultura - Suchiapa”**:

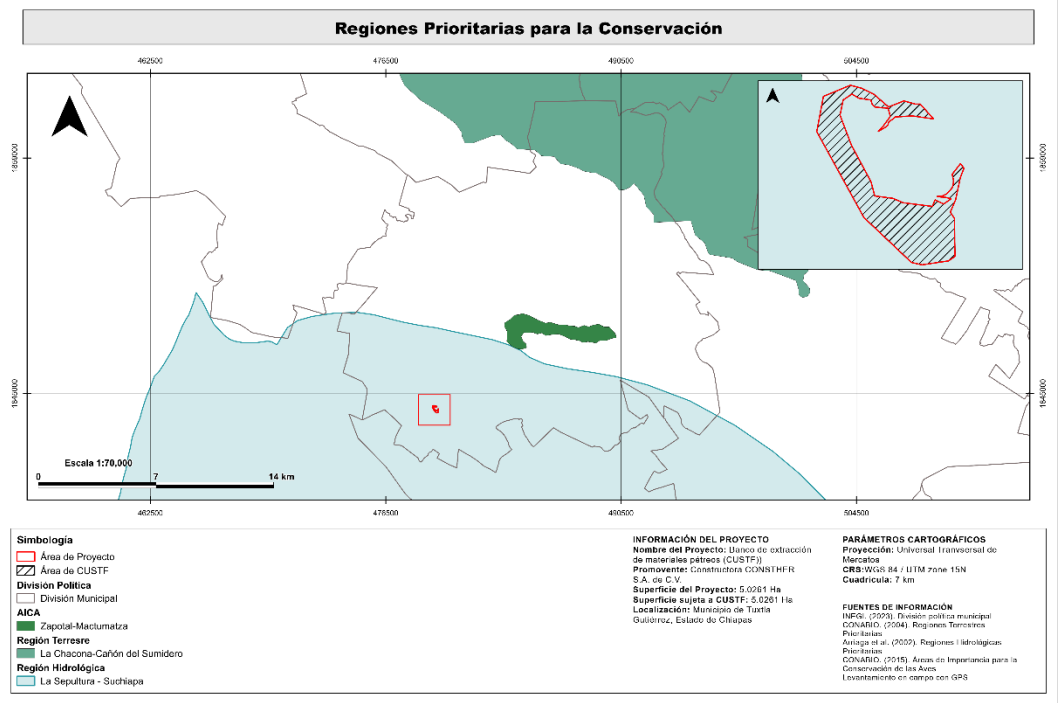


Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Prioritarias para la Conservación.

En seguida se presentan las características que presenta la RHP:

RHP No. 86 La Sepultura – Suchiapa			
Estado	Chiapas	Extensión	2,396.77 km^2
Polígono	Latitud 16°44'22" - 16°10'48" N Longitud 93°43'48" - 92°54'00" W		
Recursos hídricos principales	Lénticos:		
	Lóticos:	Río Suchiapa y arroyos	
Limnología básica:	ND		
Geología/Edafología:	Entre la depresión Central de Chiapas y la Sierra Madre de Chiapas. Zonas montañosas húmedas sobre rocas metamórficas. Suelos tipo Regosol, Vertisol, Rendzina, Cambisol y Litosol.		
Características varias:	Clima cálido subhúmedo, semicálido subhúmedo y cálido subhúmedo y templado húmedo todos con lluvias en verano e influencia climática tanto del Pacífico como del Golfo. Temperatura media anual 16-24 oC. Precipitación total anual 1200-3000 mm.		
Principales poblados:	Suchiapa, Benito Juárez		
Actividad económica principal:	Forestal y ganadería extensiva		
Indicadores de calidad de agua:	ND		
Biodiversidad:	**Tipos de vegetación:** bosques de pino-encino, de pino, mesófilo de montaña, selva baja caducifolia, selva baja espinosa caducifolia, selva mediana subperennifolia y subcaducifolia, pastizal inducido, pinares sabanoides y chaparral de niebla. **Flora característica:** alta diversidad de plantas caracterizadas por la presencia de plumajil *Alvaradoa amorphoides*, pie de venado *Bauhinia divaricata*, palo mulato *Bursera simaruba*, lantá *Ceiba aesculifolia*, palo colorado *Clethra matudai*, tepeguaje *Cojoba arborea*, cinco negritos *Comocladia engleriana*, *Dioon merolae,* amate *Ficus glabrata*, matapalo *F.*		

RHP No. 86 La Sepultura – Suchiapa		
	obtusifolia, fresno *Fraxinus uhdei*, ashiqueté *F. purpusii*, tincuí *Gyrocarpus mocinnoi*, brazil *Haemotoxylum brasiletto*, citeíto *Hasseltia guatemalensis*, aguajpó *Heliocarpus reticulatus*, cuajinicuil *Inga vera spuria*, órgano *Lemaireocereus griseus,* otoposte *Licania arborea*, manchones de liquidámbar *Liquidambar styraciflua*, chaperla *Lonchocarpus guatemalensis*, guayabillo *Matudaea trinervia*, encinos *Quercus acatenangensis, Q. brachystachys, Q. conspersa*, *Q. corrugata, Q. peduncularis, Q. pilicaulis,* pinos *Pinus oocarpa, P. pseudostrobus*, barbasco *Psiadia psicipula*, peine *Sloanea ampla*, castaño *Sterculia mexicana*, sabino *Taxodium mucronatum*, naranjito *Ziziphus sonorensis*. **Endemismos de cicadáceas** *Dioon merolae, Ceratozamia matudae*, orquídeas *Calea megacephala*, leguminosas; del crustáceo *Procambarus (Austrocambarus) sbordonii;* de peces *Cichlasoma grammodes* y *C. hartwegi*; de anfibios, de aves *Campylorhynchus chiapensis* y *Passerina rositae* y mamíferos. Especies amenazadas: de plantas bromeliáceas, orquídeas y la cicadácea *Ceratozamia matudai;* de aves como *Aspatha gularis, Dendroica chrysoparia, Harpyhaliaetus solitarius,* el pavón *Oreophasis derbianus,* el quetzal *Pharomachrus mocinno, Passerina rositae, Pionus senilis, Sarcoramphus papa;* de mamíferos el jaguar *Panthera onca* y el tapir *Tapirus bairdii.*	
Aspectos económicos:	Actividad forestal, ganadería extensiva y cultivos ilícitos.	
Problemática:	Modificación del entorno:	Desforestación de los ambientes naturales y altas tasas de erosión.
	Contaminación:	No existen fuentes de contaminación importante.
	Uso de recursos:	Abastecimiento urbano de agua y madera.
Conservación:	No se conoce la biodiversidad ni su distribución. Faltan estudios de la calidad y cantidad del agua, así como del arrastre de sólidos suspendidos. Comprende parte de la Reserva de la Biosfera La Sepultura.	
Grupos e instituciones:	Instituto de Biología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geología, Instituto de Geografía, UNAM; Comisión Nacional del Agua, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, SEMARNAP; Universidad Autónoma de Chiapas.	

Tabla 8. Características de la RHP No. 86 La Sepultura – Suchiapa

Como se ha mencionado previamente, el proyecto consiste en el CUSTF para el desarrollo de actividades de extracción y procesamiento de materiales pétreos, en una zona con potencial y características adecuadas para esta actividad. Por lo cual, el desarrollo de este no afectará el funcionamiento integral de la región, puesto que obras y actividades de esta índole ya se realizan dentro de la misma. Además, se seguirán los lineamientos de los instrumentos de ordenamiento, leyes y normas aplicables que buscan la disminución de los impactos ambientales.

Aunado a lo anterior, la ejecución del proyecto contempla una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos que se generen con su implementación. A su vez, no se realizarán extracciones ilegales de especies, únicamente se capturarán y trasladarán ciertas especies con motivo de las acciones de los Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna.

3.3. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO

3.3.1. Plan Nacional de Desarrollo (2025-2030)

El **Plan Nacional de Desarrollo (PND) (2025-2030)** es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad. A través de este documento, enriquecido con el diálogo y la consulta ciudadana, se reafirma el compromiso del Gobierno con el pueblo de México de gobernar con honestidad, democracia, eficiencia y con una visión humanista.

El PND se articula sobre cuatro ejes generales y tres ejes transversales que estructuran la política pública en su conjunto:

Ejes Generales

1. Gobernanza con justicia y participación ciudadana.
2. Desarrollo con bienestar y humanismo.
3. Economía moral y trabajo.
4. Desarrollo sustentable.

Ejes Transversales

1. Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres.
2. Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional
3. Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas.

El Proyecto se relaciona con los siguientes ejes: ***"Desarrollo con Bienestar y Humanismo"***, ***"Economía Moral y Trabajo"*** y ***"Desarrollo Sustentable"***; los objetivos específicos y las estrategias con las que el Proyecto puede vincularse son las que se muestran en la Tabla 9.

Objetivo	Estrategias	Vinculación
2. Desarrollo con Bienestar y Humanismo		
2.1: Fortalecer la red de protección social para garantizar la inclusión social y económica de toda la población, con especial atención a los grupos en situación de vulnerabilidad.	2.1.7. Asegurar la protección y el bienestar animal como parte del compromiso por una sociedad más justa y ética.	El proyecto incorpora medidas específicas de prevención y mitigación orientadas a la protección de fauna silvestre presente en el área de influencia, incluyendo: • Supervisión ambiental durante las etapas de ejecución. • Rescate y reubicación de ejemplares en caso necesario. • Restricción de actividades en horarios críticos para fauna.
Eje 3. Economía Moral y Trabajo		
3.2: Promover el trabajo digno para todas las personas en edad laboral, especialmente para los grupos históricamente vulnerados, facilitando su inserción en empleos alineados con las vocaciones económicas de los mercados laborales regionales y locales.	3.2.7. Promover, apoyar y garantizar el cumplimiento de condiciones laborales centradas en la seguridad, salud y capacitación en los centros de trabajo, fomentando el desarrollo de competencias y habilidades, el conocimiento de los derechos laborales colectivos y el acceso a formación continua en el lugar de trabajo.	El proyecto se alinea con el Eje 3. Economía Moral y Trabajo al generar empleo local bajo condiciones seguras. La intervención propuesta no promueve crecimiento económico desordenado ni transformación territorial, al realizarse en un predio que ha sido utilizado para los fines futuros por años.

Objetivo	Estrategias	Vinculación
3.5: Contribuir al bienestar y la inclusión social de la población rural, enfocándose en micro, pequeños y medianos productores agropecuarios, acuícolas y pesqueros, así como en las personas jornaleras, mediante acciones que mejoren sus ingresos.	3.5.1. Mejorar el ingreso y promover la inclusión social de la población rural y las personas jornaleras, a través de la formalización del empleo y la dignificación del trabajo, garantizando el reconocimiento de sus derechos y la mejora de sus condiciones laborales.	En consecuencia, el proyecto resulta congruente con el modelo de economía moral planteado en el Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030, al integrar desarrollo económico local con responsabilidad ambiental y justicia social.
3.11 Fomentar el desarrollo turístico para promover un crecimiento regional y comunitario sostenible, garantizando una distribución equitativa de sus beneficios.	3.11.1 Fortalecer la competitividad de las cadenas de producción y redes de valor turístico, fomentando el desarrollo integral de la infraestructura y de los actores económicos dedicados al sector.	
Eje 4. Desarrollo Sustentable		
4.3: Reducir las emisiones contaminantes y fortalecer la resiliencia climática mediante la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales en la salud y los ecosistemas.	4.3.4 Fortalecer las medidas de prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población y preservar un medio ambiente sano.	El proyecto es congruente con el Eje 4. Desarrollo Sustentable del Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030, al integrar medidas de prevención ambiental, en todas sus etapas. Asimismo, se considera el establecimiento del seguimiento y la supervisión en materia ambiental, con el fin de garantizar el equilibrio entre el proyecto y el medio natural. En consecuencia, el proyecto se alinea con los principios de sostenibilidad, prevención y protección ambiental establecidos en la política pública nacional.

Tabla 9. Vinculación de los Ejes del PND (2025-2030) relacionados con el Proyecto.

3.3.2. Plan Estatal de Desarrollo de Chiapas (2025-2030)

El **Plan Estatal de Desarrollo Chiapas (PED) (2025-2030)**, aprobado por el Congreso del Estado de Chiapas el día 07 de mayo del 2025, es el instrumento rector de políticas públicas que integran objetivos, estrategias y líneas de acción para encaminar y unir esfuerzos en todos los niveles gubernamentales para la atención de las prioridades de desarrollo estatal.

Las políticas públicas del PED se alinean al PND y a los objetivos contenidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). El PED está integrado por los siguientes ejes:

- Eje 1. Chiapas en paz, con mediación y cero corrupción.
- Eje 2. Chiapas sin analfabetismo, con educación intercultural y humanista.
- Eje 3. Chiapas con humanismo.
- Eje 4. Chiapas con prosperidad compartida.
- Eje 5. Chiapas con conciencia ambiental.

Se considera que los objetivos del Proyecto se ajustan a lo establecido en las políticas establecidas en el Eje **4**. *Chiapas con prosperidad compartida,* y su capítulo 4.2. Infraestructura para el desarrollo.

4.2. Infraestructura para el desarrollo

El desarrollo económico depende en gran medida de una infraestructura ordenada y disponible, ya que no solo fomenta la inversión y la productividad, también mejora la calidad de vida de las personas. Para ello, se considera necesario partir desde el enfoque humanista, con prioridad en la equidad y el acceso universal a los servicios.

Chiapas enfrenta un rezago significativo en conectividad, que dificulta la integración del territorio y afecta directamente a la población. Estas deficiencias agravan la desigualdad geográfica y cultural, especialmente en las comunidades vulnerables, donde la falta de acceso a estos servicios limita sus oportunidades de crecimiento y de movilidad.

Para la entidad es importante considerar en su agenda de conectividad los proyectos estratégicos propuestos por el gobierno federal que permitirán maximizar los beneficios económicos y sociales, principalmente en el norte y costa del estado.

Las actividades a las que será destinada el área sujeta al CUSTF, está alineada con las estrategias previamente establecidas. Puesto que el proyecto contribuye al desarrollo económico tanto local como regional, al facilitar materia prima para impulsar la infraestructura de la zona. Además, representa una fuente de generación de empleo, lo que favorece el crecimiento de las comunidades involucradas. Paralelamente, se busca cumplir con los requisitos de la legislación ambiental vigente, razón por la cual el proyecto se considera compatible con los lineamientos del Plan Estatal de Desarrollo.

3.3.3. Plan Municipal de Desarrollo de Tuxtla Gutiérrez (2024-2027)

El Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027, es el documento rector que permite guiar la acción pública a través de líneas estratégicas claras y definidas, que servirán para atender las principales preocupaciones en los ámbitos social, económico y político.

El PMD integra ocho ejes temáticos, que definen acciones para el trabajo de los temas prioritarios en el municipio:

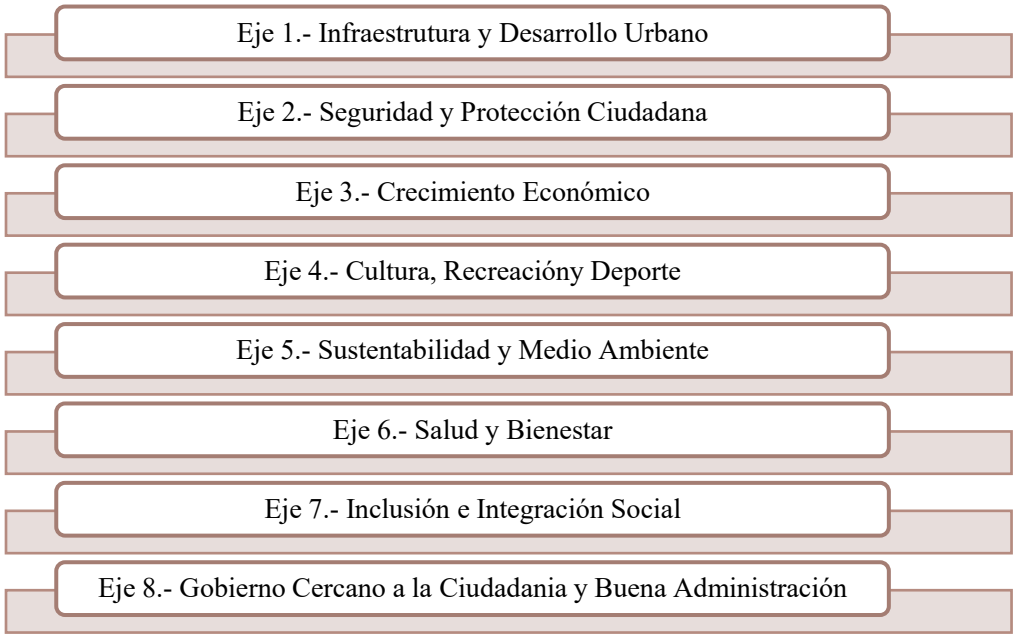


Gráfico 2. Esquema General del Plan Municipal de Desarrollo (2024-2027).

Entre estos ejes, se consideran políticas transversales: Inclusión y Equidad de Género; Derechos Humanos, y Sustentabilidad. Dichas políticas facilitarán la participación activa de la sociedad, así como la vinculación directa en las políticas públicas, definiendo acciones precisas que mejoren las condiciones de vida de los ciudadanos.

De acuerdo a la naturaleza del Proyecto, este se vincula con lo establecido en el **Eje 5. Sustentabilidad y Medio Ambiente**.

Eje	Tema	Política pública	Estrategia	Vinculación
5.	1.4. Movilidad Urbana y Medio Ambiente	5.1.1. Medio ambiente sustentable	1.4.1.3. Reducir las emisiones contaminantes mediante campañas de concientización y difusión del Reglamento de Protección Ambiental para el Municipio de Tuxtla Gutiérrez	La Promovente buscará la reducción de las emisiones por levantamientos de polvo y el uso de maquinaria al mínimo necesario.
	5.2. Servicios públicos municipales básicos	5.2.1. Servicios públicos para todos	5.2.1.1. Mejorar la calidad urbana y ambiental de espacios públicos y áreas verdes	El proyecto contempla la reforestación de áreas desprovistas de vegetación del Parque Nacional Cañón del Sumidero.

Tabla 10. Vinculación con el Plan Municipal de Desarrollo.

3.3.4. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 2021-2050

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 2021-2050 (PMDUTGZ 2021-2050) es el instrumento normativo que guía el desarrollo urbano, que tiene como objetivo establecer las bases que considera las necesidades de la capital y promueve un crecimiento sostenible dentro de la ciudad. Se publicó oficialmente en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Chiapas el 10 de julio de 2024, brindando así certidumbre jurídica al plan.

El Programa clasifica a Tuxtla Gutiérrez en zonificaciones, primaria y secundaria; las cuales contienen una descripción general de los elementos fundamentales que sirven como base de la conformación y el entendimiento de la administración del territorio.

De acuerdo con el PMDUTGZ 2021-2050, el área del Proyecto cuenta con la **Factibilidad de Uso de Suelo** emitida por la Dirección de Ordenamiento Territorial de la Secretaría de Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, la cual fue emitida mediante Oficio No. **SDU/DOT/USyCA/FACT/0653/2026** de fecha 16 de junio del 2026 (se anexa copia simple de la Factibilidad a este documento), otorgando la factibilidad de uso de suelo para Servicios, señalando como Extracción y Procesamiento de Material Pétreo y uso de zonificación de Banco de Material.

3.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

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

Las actividades que comprenden el proyecto se encuentran relacionadas con las NOM que se enlistan en la Tabla 11.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
En Materia de Aire	
NOM-045-SEMARNAT-2006. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	En el desarrollo del proyecto se empleará maquinaria y equipo que utilizan combustible, los cuales deberán operar de manera óptima y, en caso contrario, reemplazarlos por otros qué si cumplan con las condiciones adecuadas para sus funciones, motivo por el cual la norma se vincula con el Proyecto. Asimismo, durante la ejecución del proyecto no se tiene contemplado el almacenamiento de combustible en el área, por lo que la maquinaria deberá de ser cargada diariamente en centros autorizados para ellos, previo al inicio de la jornada laboral.
En Materia de Residuos	
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	En todas las etapas del proyecto se generarán residuos, por lo que será necesario acatar lo establecido en la norma a fin de identificar si se están generando residuos peligrosos y, de ser así, realizar la gestión integral correspondiente conforme a la legislación vigente; a pesar de que no se contempla dar mantenimiento a la maquinaria, ya que esto se realizará en un taller autorizado, se toma en consideración la aplicación de la norma.
NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	En cualquier etapa del proyecto se debe determinar la incompatibilidad de los materiales a utilizar, por lo que se debe aplicar el procedimiento establecido. Aunado a ello, se dará cumplimiento a lo establecido en el manejo de residuos peligrosos en el envase, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los mismos, de presentarse su generación.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Durante las actividades, existe la posibilidad de fallas mecánicas inesperadas en la maquinaria lo que puede originar un derrame de sustancias al suelo, para ello, se deberá tener conocimiento y seguir las especificaciones estipuladas en la norma para la caracterización de las sustancias y la remediación del sitio.
NOM-005-STPS-1998. Que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	Se ocuparán combustibles para el funcionamiento de la maquinaria que será empleada, por lo que el abastecimiento de este deberá ser realizado por la Promovente o el contratista, siguiendo los lineamientos de seguridad y almacenamiento temporal, de presentarse la necesidad de tener estas sustancias en el sitio del Proyecto.
En Materia de Recursos Naturales	
NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental de 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.	La aplicación de la Norma se realizó al efectuarse las visitas de campo al área del proyecto, ya que fue necesario realizar una identificación de las especies presentes. De igual manera, se seguirá aplicando durante la ejecución del programa de rescate y reubicación de flora y fauna, si se encontrara alguna especie en algún estatus, a fin de protegerlas.
En Materia de Ruido	
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los	Durante la ejecución del proyecto se utilizarán vehículos y maquinaria pesada, los cuales generan ruido proveniente de los escapes, mismos que deben cumplir con las

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	especificaciones de la presente Norma y los límites que se estipula en la Tabla 1 de la misma.
NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	La maquinaria y equipo que se utilice en el desarrollo del proyecto cumplirá con esta Norma, y contará con un mantenimiento preventivo y/o correctivo con la finalidad de que no sobrepasen los límites de emisión de ruido permitidos.
NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	El uso de maquinaria durante la ejecución del proyecto es indispensable, por lo que la generación de ruido será continua durante las actividades. Derivado de lo anterior, el uso del equipo de protección personal (EPP) será obligatorio para los trabajadores.
NOM-011-STPS-2001. Que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Se deberán identificar las zonas del proyecto que tengan la mayor emisión de ruido, para conocer si estos se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles de exposición de acuerdo con la norma en cuestión, y así establecer las medidas necesarias para su mitigación.

Tabla 11. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.

3.5. OTROS INSTRUMENTOS

3.5.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la Ley fundamental de México, en ella se definen los límites y relaciones entre los poderes de la federación, así como los derechos y obligaciones de la ciudadanía mexicana, las bases para el gobierno y la organización de las instituciones.

En el Titulo Primero, Capítulo I, Artículo 4°, Párrafo 6° de la Constitución se establece que:

> *"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 presente proyecto comprende la ejecución de un CUSTF, para el desarrollo de actividades de extracción y procesamiento de materiales pétreos, dichas actividades tienen el potencial de causar impactos al medio ambiente, por lo que este estudio busca proporcionar a la Secretaría la información necesaria para evaluar el proyecto y dictaminar si su ejecución es viable.

Asimismo, se han considerado el establecimiento de medidas de prevención, mitigación y compensación, que se especifican en el Capítulo 6, con el objetivo de minimizar y/o atenuar dichos impactos hacia el entorno a fin de preservar y cuidar el medio ambiente.

3.5.2. Ley de Aguas Nacionales

A pesar de que en el área proyecto no presenta cuerpos de agua perennes o intermitentes en su superficie, se vincula con la Ley de Aguas Nacionales, con su Artículo 86 BIS 2, que a letra dice:

> *"Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental,*

basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición".

En cumplimiento, se aplicarán medidas para el control y el apropiado manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos a lo largo de las etapas del proyecto, evitando su acumulación que podría resultar en su arrastre en caso de lluvias, hacia las corrientes reportadas en zonas adyacentes al área del proyecto.

3.5.3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

En la Tabla 12, se enlistan los artículos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) que se relacionan con las actividades del proyecto:

Artículo/Fracción	Descripción
Artículo 5ª Fracción X	*Son facultades de la federación:* *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;*
Artículo 28 Fracción VII	*(…). Para ello, en los casos 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:* *VII.- Cambios de uso de suelo en áreas forestales, así como selvas y zonas áridas.*

Tabla 12. Vinculación del proyecto con la LGEEPA.

De acuerdo con lo explicado en la Tabla anterior, el presente estudio constituye la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) que debe ser presentado ante la SEMARNAT debido a que el proyecto es de su competencia.

3.5.4. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

En la Tabla 13 se presentan los artículos de la **Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)** que se encuentran relacionados con la naturaleza del proyecto:

Artículo		Vinculación
Artículo 6°	*No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:* *I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de*	En cumplimiento a los artículos anteriores, la promovente hace entrega de esta MIA-P para su evaluación y dictaminar si su ejecución es viable.

Artículo		Vinculación
	autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, (…), *II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.* *La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.*	
Artículo 7ª Párrafo Primero	*A efecto de otorgar certidumbre e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de los daños ocasionados al ambiente, la Secretaría deberá emitir paulatinamente normas oficiales mexicanas, que tengan por objeto establecer caso por caso y atendiendo la Ley de la materia, (…).*	Este proyecto ha establecido los vínculos que tiene con las normas oficiales mexicanas correspondientes, así como sus lineamientos con el objetivo de preservar el equilibrio del entorno natural.
Artículo 10°	*Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. (…).*	Para la implementación del proyecto, se proponen las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales que se ocasionen. A su vez, se cumplirán aquellas que designe la Autoridad competente.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con la LFRA.

3.5.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

En la Tabla 14, se indican los artículos de la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)** que se vinculan al proyecto:

Artículo/Fracción	Descripción
Artículo 10 Fracción XXX	*Son atribuciones de la federación:* *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 68 Fracción I	*Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones:* *I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción.*
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.*

Tabla 14. Vinculación del Proyecto con la LGDFS.

Conforme a lo anterior, el presente estudio hace alusión a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales en materia de impacto ambiental. Previo al inicio de cualquier actividad, se deberá ingresar el Estudio Técnico Justificativo para su autorización en materia forestal ante la SEMARNAT.

3.5.6. Ley General de Vida Silvestre

La **Ley General de Vida Silvestre (LGVS)** pretende la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción, a través de los estatutos incluidos en ella.

Se vincula al proyecto con esta ley ya que el cuidado de la biodiversidad debe ser prioridad en la ejecución de este; y se debe cumplir con la Normativa en caso del avistamiento de especies consideradas en riesgo. En la Tabla 15, se presentan los artículos de la LGVS que se encuentran vinculados con el proyecto.

Artículo/Fracción	Descripción
Artículo 29 Primer Párrafo	*Las entidades federativas, los Municipios, las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.*
Artículo 31 Primer Párrafo	*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 58	Correspondiente a las especies y poblaciones en riesgo.
Artículo 106	*Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.*

Tabla 15. Vinculación del Proyecto con la LGVS.

Se acatará lo establecido en la LGVS, aplicando medidas como el ahuyentamiento de fauna silvestre, así como un Programa de Rescate y Reubicación (Capítulo 6), en caso de identificar especies que requieran de dichas acciones para preservar su integridad, evitando tensión o traumas a los ejemplares y dirigiéndolos a sitios donde puedan continuar su vida.

3.5.7. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Considerando que el presente proyecto generará diversos tipos de residuos, principalmente, residuos de tipo doméstico, se encuentra que esta Ley es aplicable. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona a disfrutar de un medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

En la Tabla 16 se presentan los artículos de la **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)** que se vinculan al Proyecto.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	
Ordenamiento Jurídico	**Vinculación**
Artículo 16. *La clasificación de un residuo como peligroso, minero o metalúrgico, se debe establecer en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, (…).*	En caso de que se generen residuos peligrosos a lo largo del desarrollo del proyecto, estos serán manejados conforme a la Normatividad, cuya disposición estará a cargo de prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones correspondientes para su correcta disposición y destino final.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	
Artículo 18. *Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, (…).*	En las etapas del proyecto se generarán residuos como son papel, cartón, plástico, etc., generados por el consumo de los trabajadores, estos se dispondrán en recipientes con tapa, ubicados estratégicamente, y debidamente etiquetados, para, posteriormente, ser trasladados al sitio de recolección más cercano.

Tabla 16. Vinculación del Proyecto con la LGPGIR.

3.5.8. Reglamentos Federales

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

En lo que respecta al *Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)*, se presentan los artículos que se relacionan con la naturaleza del proyecto:

Artículo	Vinculación
Artículo 4º Fracción I *Compete a la Secretaría:* *I. Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento.*	La SEMARNAT es la dependencia que está a cargo de emitir la Autorización en Materia de Impacto Ambiental que se pretende obtener para el presente proyecto.
Artículo 5º Inciso O) *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:* *O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas*	Dada la naturaleza del proyecto, este se encuentra dentro de las actividades que requieren ingresar al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.
Artículo 36º párrafo primero *Quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas (…).*	Se firma en una Carta bajo protesta de decir la verdad lo establecido en el Artículo 36, misma que se **anexa** a la presente MIA-P.
Artículo 42º *El Promovente deberá remitir a la Secretaría la página del diario o periódico donde se hubiere realizado la publicación del extracto del proyecto, para que sea incorporada al expediente respectivo*	La Promovente publicará el extracto del proyecto en un periódico y se le notificará a la SEMARNAT en el tiempo y forma establecido.

Tabla 17. Vinculación del Proyecto con el REIA.

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

El **Reglamento de la LGPGIR** se vincula con el proyecto en relación con la identificación y manejo integral de los residuos peligrosos en algunas etapas de su desarrollo. En la Tabla 17 se enlistan los artículos relacionados con el proyecto:

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	
Ordenamiento Jurídico	**Vinculación**
Artículo 39. *Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquella será peligrosa. (…).*	En casos extraordinarios, de presentarse generación de residuos peligrosos, estos recibirán el tratamiento que refiere la LGPGIR y su Reglamento. Para ello se instalarán contenedores para la adecuada clasificación y separación de cada tipo de residuo y, posteriormente, a través de una empresa autorizada serán trasladados para su disposición final.

Tabla 18. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGPGIR.

3.5.8.3. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

En lo que respecta al Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), se presentan los artículos que se relacionan con la naturaleza del proyecto en la Tabla 19.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	
Artículo 139	*Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, (…).*
Artículo 141	Se detalla el contenido de los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
Artículo 144	*La Secretaría o la ASEA determinarán el monto económico de Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 152 de este Reglamento y notificará al solicitante para que realice el Depósito respectivo ante el Fondo, en un plazo que no exceda de treinta días hábiles siguientes a que surta efectos dicha notificación.*

Tabla 19. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGDFS.

Previo al inicio de actividades, se deberá contar con la resolución en materia forestal por parte de la SEMARNAT. Por el momento, se hace entrega a la SEMARNAT de la presente MIA-P, por ser de su competencia y con el objetivo de demostrar que se cumplen con los lineamientos establecidos para la autorización del CUSTF en materia de impacto ambiental.

3.5.8.4. Reglamento de la Ley General de la Vida Silvestre

De las disposiciones comunes para la Conservación y el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre, en la Liberación de Ejemplares al Hábitat Natural, se establece lo siguiente:

> *"**Artículo 89**. En caso de colecta o captura ilícita flagrante, la Secretaría podrá liberar inmediatamente a los ejemplares de que se trate, previa evaluación positiva de la viabilidad de la liberación, mediante el levantamiento del acta respectiva en la que se deberán asentar explícitamente los elementos valorados".*

Para el caso del presente proyecto, **no** se realizará una colecta de especies de Fauna, sin embargo, de ser necesario, se realizará el rescate de algunos individuos para ser reubicados y/o liberados en hábitats con características similares al lugar donde fueron rescatadas.

3.5.9. Leyes Estatales

3.5.9.1. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chiapas

De los artículos de la **Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chiapas** que se encuentran vinculados al proyecto, se menciona lo siguiente:

> ***Artículo 9º.*** *El Estado de Chiapas impulsará políticas dirigidas a garantizar el derecho de toda persona a:*
>
> *I. Un medio ambiente adecuado que garantice su bienestar en un entorno de desarrollo sustentable.*
>
> *(…).*
>
> ***Artículo 18º.*** *Son habitantes del Estado quienes residan de manera permanente o temporal dentro de su territorio, sea cual sea su nacionalidad o estado migratorio; sus obligaciones son:*
>
> *V. No cometer actos que atenten contra el medio ambiente y participar en las actividades para su preservación y manejo responsable. La ley establecerá la responsabilidad por daño al medio ambiente.*
>
> *(…).*

Dado que las actividades del proyecto pueden ocasionar impactos al medio ambiente, este estudio busca otorgar a la Secretaría la información para evaluar el proyecto y dictaminar si su ejecución es viable. Lo anterior, en conjunto con las medidas de prevención, mitigación y compensación que se especifican en el **Capítulo 6**, que buscan minimizar dichos impactos hacia el entorno a fin de preservar y cuidar el medio ambiente.

3.5.9.1. Ley de Protección para la Fauna en el Estado de Chiapas

En la Tabla 20 se indican los artículos de la **Ley de Protección para la Fauna en el Estado de Chiapas** que se vinculan al proyecto:

Ley de Protección para la Fauna en el Estado de Chiapas	
Ordenamiento Jurídico	Cumplimiento
Artículo 16º. *Tomando en consideración que todas las especies de animales silvestres que subsisten libremente son propiedad de la Nación y patrimonio de las generaciones actuales y futuras, este ordenamiento obliga a todos los habitantes en el estado de Chiapas, a velar por su preservación, propagación y aprovechamiento racional.*	En todas las etapas del Proyecto, siempre se tendrá la obligación e importancia de la protección y cuidado de las especies de Fauna Silvestre que pudieran encontrarse en los alrededores, procurando su bienestar y prohibiendo cualquier actividad que pueda ponerlos en riesgo o causarles algún daño.
Artículo 17º. *Queda estrictamente prohibida la caza de cualquier especie animal silvestre en el estado de Chiapas a excepción de la que se efectúe en aquellos cotos de caza que las autoridades fijen para fines deportivos, conforme a las leyes y reglamentos aplicables* (…).	

Tabla 20. Vinculación del Proyecto con la Ley de Protección para la Fauna en el Estado de Chiapas.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (MIA-P) MODALIDAD PARTICULAR

BANCO DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS (CUSTF)



CAPÍTULO 4.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

2026

CONSTRUCTORA CONSTHER S.A. DE C.V.

ÍNDICE

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 1

4.1. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 1

4.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL Y DEL ÁREA DEL PROYECTO 5

4.2.1. Aspectos abióticos 5

4.2.1.1. Clima 5

4.2.1.2. Geología 7

4.2.1.3. Fisiografía 9

4.2.1.4. Suelo 12

4.2.1.5. Inundaciones 15

4.2.1.6. Hidrología 15

4.2.1.7. Hidrología Subterránea 18

4.2.1.7. Erosión laminar 19

4.2.1.7.1. Sistema Ambiental 22

4.2.1.7.1.1 Erosión Laminar Hídrica 22
4.2.1.7.1.2. Erosión Laminar Eólica 23
4.2.1.7.2. Área del Proyecto 26

4.2.1.7.2.1. Erosión hídrica previo al CUSTF 26
4.2.1.7.2.2. Erosión hídrica posterior al CUSTF 27
4.2.1.7.2.4. Erosión eólica previo al CUSTF 29
4.2.1.7.2.5. Erosión eólica posterior al CUSTF 30
4.2.1.7.4. Análisis de las tasas de erosión 31

4.2.1.8. Infiltración 31

4.2.1.8.1. Calidad del Agua 36

4.2.2. Aspectos Bióticos 39

4.2.2.1. Vegetación Terrestre 39

4.2.2.2. Muestreo de Flora 42

4.2.2.2.1. Metodología para el muestreo 43

4.2.2.2.2. Sistema Ambiental 50

4.2.2.2.2.1. Riqueza y Abundancia de Especies 54
4.2.2.2.2.2. Índice de Diversidad de Shannon - Wiener 58
4.2.2.2.3. Área del Proyecto 63

4.2.2.2.3.1. Riqueza y Abundancia de Especies 65
4.2.2.2.3.2. Índice de Diversidad de Shannon - Wiener 68
4.2.2.2.4. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 71

4.2.2.2.5. Análisis comparativo 73
4.2.2.2.5.1. Riqueza 73
4.2.2.2.5.2. Abundancia y Abundancia Relativa 73
4.2.2.2.5.3. Índice de Biodiversidad 77
4.2.2.2. Fauna Silvestre 82
4.2.2.2.1. Sistema Ambiental 87
4.2.2.2.1.1. Confiabilidad de la Muestra 87
4.2.2.2.1.2. Riqueza de especies 88
4.2.2.2.1.3. Abundancia y abundancia relativa 89
4.2.2.2.1.4. Índice de Shannon-Wiener 92
4.2.2.2.2. Área del Proyecto de CUSTF 94
4.2.2.2.2.1. Confiabilidad de la Muestra 94
4.2.2.2.2.2. Riqueza de Especies 95
4.2.2.2.2.3. Abundancia y Abundancia Relativa de la Fauna presente en el Área de CUSTF 95
4.2.2.2.2.4. Diversidad de la Fauna del proyecto a través del Índice de Shannon-Wiener (H) 97
4.2.2.2.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en su Anexo Normativo III 99
4.2.2.2.3. Comparativa 104
4.2.3. Paisaje 108
4.2.4. Medio Sociocultural 112
4.2.4.1. Demografía 112
4.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 114

TABLAS

Tabla 1. Superficies de los Sistemas Hidrográficos en donde se ubica el Proyecto. 2
Tabla 2. Superficies ocupadas por Unidades Climáticas en el SA. 5
Tabla 3. Precipitación Media Mensual y Anual de las Estaciones Climatológicas cercanas al SA. 6
Tabla 4. Temperatura Media Mensual y Anual de las Estaciones Climatológicas cercanas al SA. 6
Tabla 5. Superficies ocupadas por Tipos de Rocas en el SA. 8
Tabla 6. Superficies ocupadas por Topoformas en el SA. 11
Tabla 7. Superficies ocupadas por Tipos de Suelos en el SA. 13
Tabla 8. Superficies ocupadas por Unidades Geohidrológicas en el SA. 18
Tabla 9. Valores de Factor K por tipo de suelo y textura. 20
Tabla 10. Valores del factor de protección de la vegetación. 21
Tabla 11. Clases de Degradación Hídrica en el SA. 22
Tabla 12. Los valores de calificación de los suelos no calcáreos. 24
Tabla 13. Los valores de calificación de los suelos calcáreos. 24
Tabla 14. Calificación del uso de suelo (CAUSO). 25
Tabla 15. Clases de Degradación Eólica en el SA. 25

Tabla 16. Clases de Degradación Hídrica previo al CUSTF. 26
Tabla 17. Tasa de erosión hídrica en las etapas previo al CUSTF. 27
Tabla 18. Clases de Degradación Hídrica posterior al CUSTF. 28
Tabla 19. Tasa de erosión hídrica en las etapas posterior al CUSTF. 28
Tabla 20. Clases de Degradación Eólica previo al CUSTF. 29
Tabla 21. Tasa de erosión eólica en las etapas previo al CUSTF. 30
Tabla 22. Clases de Degradación Eólica posterior al CUSTF. 30
Tabla 23. Tasa de erosión hídrica en las etapas posterior al CUSTF. 31
Tabla 24. Valores de K en función del tipo de suelo. 34
Tabla 25. Balance Hidrológico en el SA. 34
Tabla 26. Balance hídrico previo al CUSTF. 35
Tabla 27. Balance hídrico posterior al CUSTF. 35
Tabla 28. Resumen de tasas de infiltración en las etapas del área de CUSTF. 36
Tabla 29. Sitios de Muestreo de Calidad del Agua en el SA. 37
Tabla 30. Calidad del Agua en Sitios de Corrientes de Agua Lóticas dentro del SA. 38
Tabla 31. Superficie de Usos de Suelo y Vegetación en el Sistema Ambiental. 41
Tabla 32. Superficies ocupadas por Usos de Suelo y Vegetación del Área del Proyecto. 41
Tabla 33. Coordenadas UTM de los Centroides de los Sitios de Muestreo de Flora del SA. 45
Tabla 34. Coordenadas UTM de los Vértices de los Sitios de Muestreo de Flora del SA. 48
Tabla 35. Coordenadas UTM de los Centroides de los Sitios de Muestreo de Flora para el Proyecto. 48
Tabla 36. Coordenadas UTM de los Vértices de los Sitios de Muestreo de Flora del Área de CUSTF. 50
Tabla 37. Análisis Experimental del Muestreo aplicado en el SA. 54
Tabla 38. Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Arbóreo. 56
Tabla 39. Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Arbustivo. 56
Tabla 40. Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Herbáceo. 57
Tabla 41. Abundancia y Abundancia Relativa de las Especies No Maderables. 58
Tabla 42. Diversidad de Shannon – Wiener del Estrato Arbóreo. 61
Tabla 43. Diversidad de Shannon – Wiener del Estrato Arbustivo. 61
Tabla 44. Diversidad de Shannon – Wiener del Estrato Herbáceo. 62
Tabla 45. Diversidad de Shannon – Wiener de las Especies No Maderables. 63
Tabla 46. Análisis Experimental del Muestreo aplicado en el Área de Proyecto. 65
Tabla 47. Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Arbóreo. 66
Tabla 48. Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Arbustivo. 67
Tabla 49. Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Herbáceo. 67
Tabla 50. Abundancia y Abundancia Relativa de las Especies No Maderables. 68
Tabla 51. Diversidad de Shannon – Wiener del Estrato Arbóreo. 69
Tabla 52. Diversidad de Shannon – Wiener del Estrato Arbustivo. 70
Tabla 53. Diversidad de Shannon – Wiener del Estrato Herbáceo. 70
Tabla 54. Diversidad de Shannon – Wiener de las Especies No Maderables. 71
Tabla 55. Especies de Flora identificada en el SA con categorías de riesgo. 72
Tabla 56. Especies de Flora identificada en el área del proyecto con categorías de riesgo. 72
Tabla 57. Comparativa Riqueza de la Flora Silvestre. 73

Tabla 58. Comparativa de los valores de Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Arbóreo en el SA y el área de CUSTF. 75
Tabla 59. Comparativa de los valores de Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Arbustivo en el SA y el área de CUSTF. 75
Tabla 60.Comparativa de los valores de Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Herbáceo en el SA y el área de CUSTF. 76
Tabla 61. Comparativa de los valores de Abundancia y Abundancia Relativa de las Especies No Maderables en el SA y el área de CUSTF. 77
Tabla 62. Comparativa de las Diversidades obtenidas tanto en SA como en el Área de CUSTF presente en el Estrato Arbóreo. 79
Tabla 63. Comparativa de las Diversidades obtenidas tanto en SA como en el Área de CUSTF presente en el Estrato Arbustivo. 80
Tabla 64. Comparativa de las Diversidades obtenidas tanto en el SA como en el Área de CUSTF presente en el Estrato Herbáceo. 81
Tabla 65. Comparativa de las Diversidades obtenidas tanto en el SA como en el Área de CUSTF presente en las Especies No Maderables. 82
Tabla 66. Coordenadas UTM de los Transectos para el Grupo de los Anfibios en el SA. 83
Tabla 67. Coordenadas UTM de los Transectos para el Grupo de los Anfibios y Reptiles. 83
Tabla 68. Coordenadas UTM de los Transectos para el Grupo de las Aves en el SA. 84
Tabla 69. Coordenadas UTM de los Transectos para el Grupo de las Aves en el área del proyecto. 84
Tabla 70. Coordenadas UTM de las Redes de Niebla. 85
Tabla 71. Coordenadas UTM de los Transectos para el Grupo de los Mamíferos. 86
Tabla 72. Coordenadas UTM de los Transectos para el Grupo de los Mamíferos. 86
Tabla 73. Coordenadas UTM de las Cámaras Trampa para el SA. 86
Tabla 74. Coordenadas UTM de las Cámaras Trampa para el proyecto. 86
Tabla 75. Coordenadas UTM de las Trampas Tomahawk y Sherman. 87
Tabla 76. Coordenadas UTM de las Trampas Tomahawk y Sherman. 87
Tabla 77. Calendario de Muestreos de Fauna. 87
Tabla 78. Abundancia y Abundancia Relativa de Anfibios. 90
Tabla 79. Abundancia y Abundancia Relativa de Reptiles. 90
Tabla 80. Abundancia y Abundancia Relativa de Aves. 91
Tabla 81. Abundancia y Abundancia Relativa de Mamíferos. 92
Tabla 82. Diversidad del Grupo de Anfibios. 92
Tabla 83. Diversidad del Grupo de Reptiles. 92
Tabla 84. Diversidad del Grupo de Aves. 93
Tabla 85. Diversidad del Grupo de Mamíferos. 94
Tabla 86. Riqueza de Fauna – Área de CUSTF. 95
Tabla 87. Abundancia y Abundancia Relativa del Grupo de Reptiles – Área de CUSTF. 96
Tabla 88. Abundancia y Abundancia Relativa del Grupo de Aves – Área de CUSTF. 96
Tabla 89. Abundancia y Abundancia Relativa del Grupo de Mamíferos – Área de CUSTF. 97
Tabla 90. Diversidad de Shannon-Wiener del Grupo de Reptiles – Área de CUSTF. 97
Tabla 91. Diversidad de Shannon-Wiener del Grupo de Aves – Área de CUSTF. 98
Tabla 92. Diversidad de Shannon-Wiener del Grupo de Mamíferos – Área de CUSTF. 98

Tabla 93. Especies de Fauna que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010*. 99
Tabla 94. Especies de Fauna identificadas en el área del proyecto que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010*. 99
Tabla 95. Comparativa del SA y el área de CUSTF. 105
Tabla 96. Comparativa de la distribución del grupo Anfibios. 105
Tabla 97. Comparativa de la distribución del grupo Reptiles. 106
Tabla 98. Comparativa de la distribución del grupo Aves. 107
Tabla 99. Comparativa de la distribución del grupo Mamíferos. 107
Tabla 100. Valoración de los Elementos Paisajísticos. 109
Tabla 101. Parámetros de Valoración para Elementos Paisajísticos. 110
Tabla 102. Valoración Paisajística del Sistema Ambiental y del Área del Proyecto. 111
Tabla 103. Distribución de la población por sexo y edad. 112
Tabla 104. Cifras por lugar de nacimiento en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 113
Tabla 105. Actividad económica y ocupación de Tuxtla Gutiérrez, Censo de Población y Vivienda - 2020. 113
Tabla 106. PEAO por sector, Censo de Población y Vivienda - 2020. 113

FIGURAS

Figura 1. Jerarquización Hidrológica del Área del Proyecto. 2
Figura 2. Delimitación del Sistema Ambiental. 4
Figura 3. Delimitación del Área del Proyecto. 4
Figura 4. Unidades Climáticas para el SA y área del proyecto. 5
Figura 5. Tipos de Rocas del SA y del proyecto. 8
Figura 6. Provincia Fisiográfica del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 10
Figura 7. Subprovincia Fisiográfica del Sistema Ambiental y del Área del Proyecto. 10
Figura 8. Tipos de Topoformas para el SA y el área de Proyecto. 11
Figura 9. Edafología en el SA y el área de Proyecto. 12
Figura 10. Jerarquización Hidrológica del Sistema Ambiental. 16
Figura 11. Jerarquización Hidrológica del Área de Proyecto. 16
Figura 12. Hidrología Superficial del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 17
Figura 13. Hidrología Subterránea del SA y proyecto de CUSTF. 18
Figura 14. Erosión Hídrica del SA y el área del proyecto. 23
Figura 15. Erosión Eólica del SA y el área del proyecto. 26
Figura 16. Erosión Hídrica actual del proyecto. 27
Figura 17. Erosión Hídrica posterior al CUSTF. 28
Figura 18. Erosión Eólica previo al CUSTF. 29
Figura 19. Erosión eólica posterior al CUSTF. 30
Figura 20. Semaforización de los Indicadores de Calidad del Agua. 37
Figura 21. Usos de Suelo y Vegetación en el Sistema Ambiental. 40
Figura 22. Dimensiones y Distribución de los Sitios de Muestreo de Flora 44
Figura 23. Ubicación de los Sitios de Muestreo. 50
Figura 24. Ejemplo de Curva de Acumulación de Especies. 51
Figura 25. Distribución de la especie *Crotophaga sulcirostris* en México. 100
Figura 26. Ubicación del sitio de distribución de *Crotophaga sulcirostris pallidula* en relación a la ubicación del Área de Proyecto. 100

Figura 27. Distribución de la especie *Icterus postulatus* en México. 101
Figura 28. Ubicación del área de distribución de *Icterus postulatus graysoni* en relación al Proyecto. 101
Figura 29. Mapa de distribución de *Icterus postulatus graysoni* en México. 102
Figura 30. Distribución de la especie *Bubo virginianus* en México. 102
Figura 31. Ubicación del área de distribución de *Icterus postulatus graysoni* en relación al Proyecto. 103
Figura 32. Distribución de la especie *Leptotila verreauxi* en México. 103
Figura 33. Ubicación del área de distribución de *Leptotila verreauxi capitalis* en relación al Proyecto. 104

GRÁFICOS

Gráfico 1. Climograma de la Estación Climatológica 7039 “El Boquerón”. 7
Gráfico 2. Climograma de la Estación Climatológica 7202 “Tuxtla Gutiérrez (DGE)”. 7
Gráfico 3. Climograma de la Estación Climatológica 7372 “Berriozábal”. 7
Gráfico 4. Curva de Acumulación de Especies de Flora del SA. 52
Gráfico 5. Especies de Flora por Familia en el SA. 54
Gráfico 6. Curva de Acumulación de Especies de Flora – Área de CUSTF. 63
Gráfico 7. Riqueza de Especies en el área del proyecto. 65
Gráfico 8. Categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. 72
Gráfico 9. Curva de Acumulación de Especies para Fauna del SA. 88
Gráfico 10. Especies por Grupo Faunístico en el SA. 89
Gráfico 11. Riqueza de Especies de Fauna en el SA. 89
Gráfico 12. Curva de Acumulación de Especies de Fauna – Área de CUSTF. 94
Gráfico 13. Especies por Familia Faunística – Área de CUSTF. 95
Gráfico 14. Especies por Grupo Faunístico – Área de CUSTF. 95
Gráfico 15. Comparativa de Riqueza de Especies de Fauna Silvestre. 105

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

4.1. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Para efectos del presente estudio, el Sistema Ambiental (SA) se define como la unidad geográfica de referencia dentro de la cual se integran e interactúan los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos susceptibles de ser afectados por las actividades del Proyecto, constituyendo el marco espacial para la identificación, descripción y evaluación de impactos ambientales.

El Sistema Ambiental permite establecer los límites funcionales del entorno donde se desarrollará el Proyecto, considerando la estructura y funcionamiento de los ecosistemas presentes, así como los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial aplicables. Su delimitación debe sustentarse en criterios técnicos, ambientales y normativos claramente definidos, y representarse cartográficamente mediante un polígono georreferenciado que especifique la superficie total considerada.

La delimitación del Sistema Ambiental se realizó mediante un análisis espacial sistemático utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el propósito de definir una unidad territorial ambientalmente funcional y técnicamente justificable para la evaluación de impactos.

Metodología para la delimitación del Sistema Ambiental

La delimitación del Sistema Ambiental del proyecto se realizó mediante un proceso sistemático de análisis geoespacial con el objetivo fue definir el ámbito territorial donde se manifiestan las interacciones entre el proyecto y los componentes ambientales.

Para ello se emplearon herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y fuentes oficiales de información cartográfica, con el propósito de definir una unidad territorial ambientalmente funcional y técnicamente justificable para la evaluación de impactos.

Considerando que el proyecto en análisis corresponde a un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la elección del Sistema Ambiental se limitó a las unidades geográficas de las Cuencas, subcuencas y microcuencas hidrográficas.

Con base en el *ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de las subregiones hidrológicas Alto Grijalva, Medio Grijalva y Bajo Grijalva de la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta*, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 29 de abril del 2010, el área del Proyecto se localiza al interior de la **Región Hidrológica No. 30 "Grijalva – Usumacinta"**, dentro de la **Cuenca Hidrológica RH30E "Río Grijalva – Tuxtla Gutiérrez"** con una superficie de 1,642,139.8186 Ha, que a su vez se ubica en la **Subcuenca Hidrológica RH30Ei "Río Suchiapa"**, misma que presenta una extensión territorial de 204,488.7495 Ha. Asimismo, el sitio del Proyecto se localiza en la **Microcuenca "Villahermosa (Reymundo Enríquez)"** que en total presenta una superficie de 11,080.4962 Ha.

Respecto a lo anteriormente mencionado, en la Tabla 1 se expone la relación del sistema hidrológico comparado con las **5.0261 Ha** que comprende el Área de CUSTF:

Sistema Hidrográfico	Superficie (Ha)	Porcentaje respecto al CUSTF
Cuenca Hidrológica RH30E “Río Grijalva – Tuxtla Gutiérrez”	1,642,139.82	0.0003%
Subcuenca Hidrológica RH30Ei “Río Suchiapa”	204,488.75	0.0025%
Microcuenca “Villahermosa (Reymundo Enríquez)”	11,080.50	0.0454%

Tabla 1. Superficies de los Sistemas Hidrográficos en donde se ubica el Proyecto.

En la Figura 1 se muestra la ubicación del Proyecto respecto a lo mencionado anteriormente:

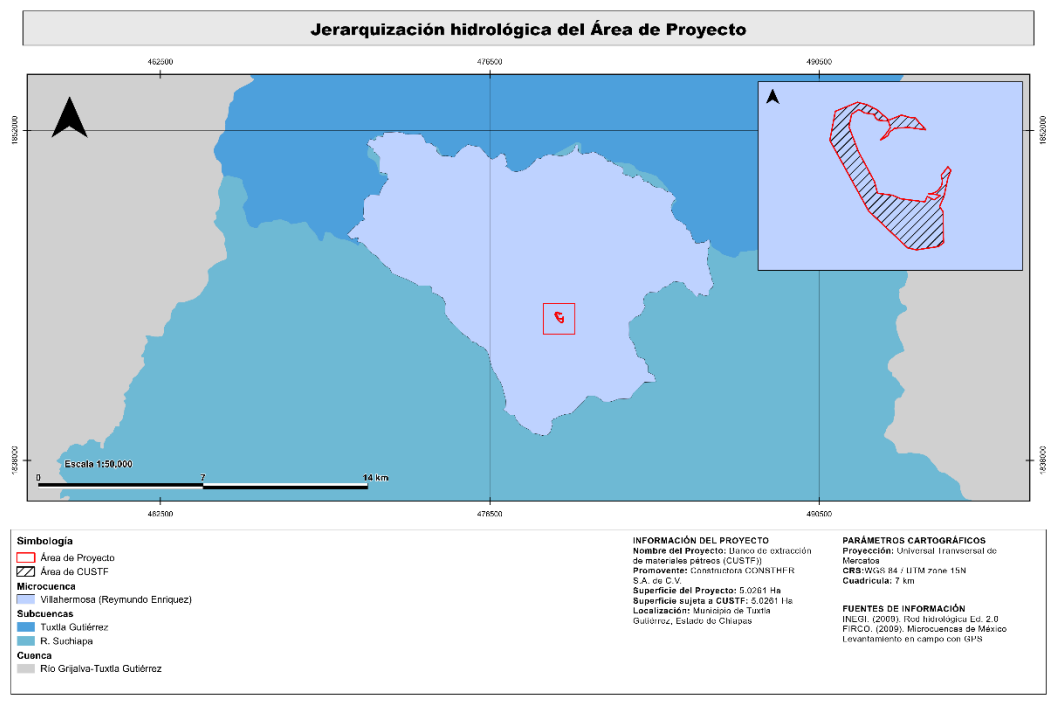


Figura 1. Jerarquización Hidrológica del Área del Proyecto.

La *Cuenca Hidrológica RH30E “Río Grijalva – Tuxtla Gutiérrez”* cuenta con una superficie de 1,642,139.82 Ha y está conformada por 12 Subcuencas Hidrológicas, se ubica sobre los Estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz, abarcando un amplio territorio en el Sureste de México. Respecto a esta unidad geográfica, el área de CUSTF ocupa únicamente el 0.0003% de su extensión territorial.

Por su parte, la *Subcuenca Hidrológica RH30Ei “Río Suchiapa”* presenta una superficie de 204,488.75 Ha que abarca los Municipios de Tuxtla Gutiérrez, Ocozocoautla de Espinosa, Villaflores, Suchiapa, Berriozábal, Chiapa de Corzo, Jiquipilas, Tonalá y Villa Corzo dentro del Estado de Chiapas. Asimismo, se ubica sobre 11 diferentes Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas (POETCH), lo cual indica una gran variedad de usos de suelo y vegetación, tipos

de roca, diferentes especies de Flora y Fauna, relieves, etc. La superficie de CUSTF representan únicamente el 0.0025% de la extensión total de la Subcuenca Hidrológica.

A diferencia de los sistemas anteriores, la *Microcuenca Villahermosa (Reymundo Enríquez)* abarca una superficie de 11,080.4962 Ha incidiendo principalmente sobre el Municipio de Tuxtla Gutiérrez y parcialmente en los Municipios de Berriozábal (2.78%), Ocozocoautla de Espinosa (14.60%) y Suchiapa (8.21%), con el área de CUSTF representando el 0.0454%; siendo esta unidad geográfica la más representativa de las seleccionadas. De igual forma, incide sobre 5 UGA's del POETCH, esto es, la mitad de las UGA´s ocupadas por la Subcuenca; mostrando así una reducción en los usos de suelo, de vegetación y centros poblacionales.

La descripción de los sistemas hidrográficos se realiza a fin de tener una línea base de comparación del medio natural previo a los impactos ambientales que la ejecución del CUSTF puede causar sobre el *Sistema Ambiental (SA)*, la integración del Proyecto dentro de este y si el espacio hidrográfico tendrá resiliencia a mencionadas actividades. Es por ello que la elección del sistema y la descripción de sus elementos debe buscar el mejor valor de representatividad posible, con el objetivo de que exista una mayor similitud en sus características bióticas y abióticas y que se pueda determinar el grado de impacto en el espacio que será directamente afectado por la ejecución del Proyecto.

Por lo tanto, considerando lo expuesto en los párrafos anteriores, la extensión de la **Microcuenca "Villahermosa (Reymundo Enríquez)"** representa un espacio geográfico más cohesivo entre sus elementos naturales en comparación con la Cuenca y la Subcuenca, lo cual permitirá un mejor entendimiento del espacio físico, biológico y socioeconómico inmediato al proyecto y como su ejecución podrá repercutir en ellos. Asimismo, el Proyecto ocupa la superficie con mayor porcentaje dentro de sus límites, reflejando una mayor representatividad.

Dado que la incidencia del Proyecto y, por lo tanto, del sitio de CUSTF, es mayor en relación con la Microcuenca, se utilizará dicha poligonal como área de estudio o de análisis o SA. De esta manera, en el presente documento se utilizarán tres niveles geográficos de análisis con los siguientes términos:

- **Sistema Ambiental:** La superficie total de **11,080.4962 Ha** que corresponde a la Microcuenca denominada "Villahermosa (Reymundo Enríquez).
- **Área de CUSTF/Área del Proyecto:** La superficie total de **5.0261 Ha** del proyecto.

La delimitación de la SA y del área del Proyecto se observan en las Figuras 2 y 3, respectivamente:

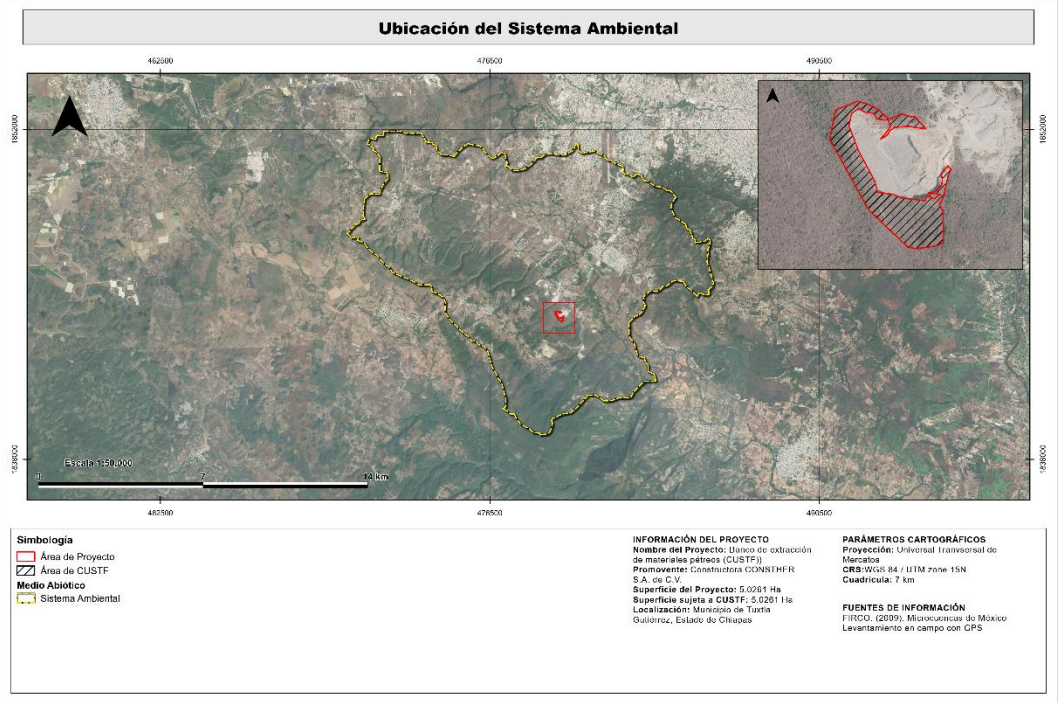


Figura 2. Delimitación del Sistema Ambiental.

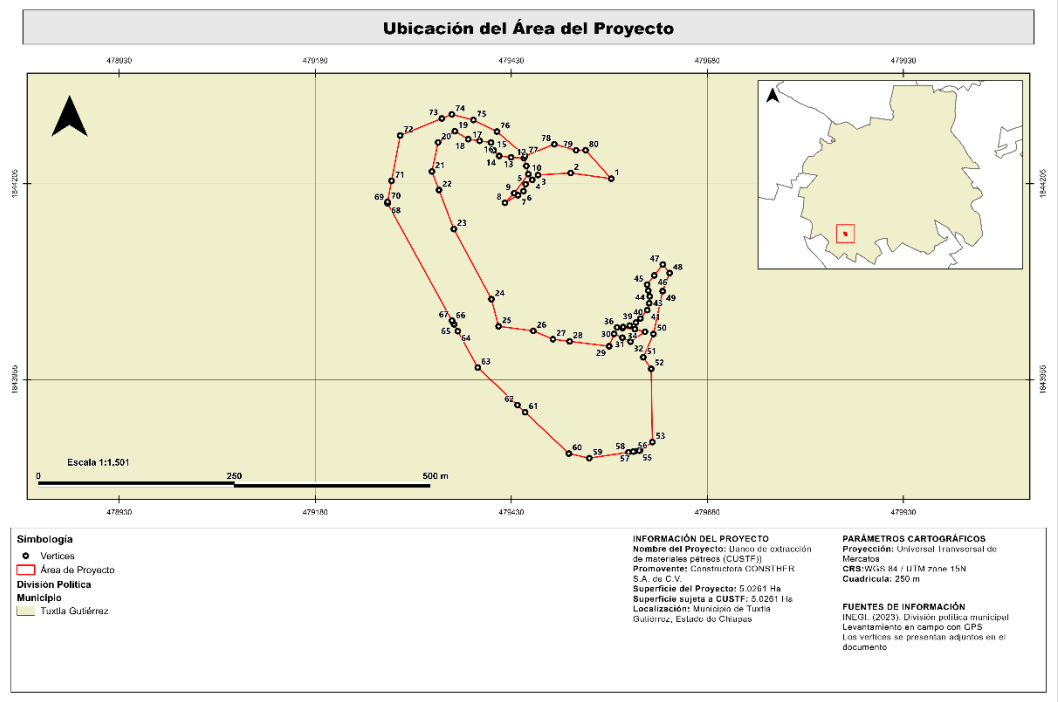


Figura 3. Delimitación del Área del Proyecto.

4.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL Y DEL ÁREA DEL PROYECTO

4.2.1. Aspectos abióticos

4.2.1.1. Clima

Para reportar el clima de las áreas de estudio, se consultó la Carta Temática de Climas Escala 1:250000 del INEGI (2008) y la Clasificación Climática de Köppen, modificada por Enriqueta García (2004) para los climas de la República Mexicana. Dentro del SA se encuentran tres unidades climáticas:

En la Tabla 2 se detalla la representatividad de las unidades climáticas que inciden en la superficie del SA:

Tipo de Clima		Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Clave	**Descripción**		
Aw1(w)	Cálido Subhúmedo	154.2070	1.39%
Aw0(w)	Cálido Subhúmedo	10,566.8403	95.36%
A(C)w1(w)	Semicálido Subhúmedo	359.4489	3.24%
Total		11,080.4962	100.00%

Tabla 2. Superficies ocupadas por Unidades Climáticas en el SA.

Por su parte, el área del proyecto de CUSTF se ubica sobre la unidad climática **Aw0(w)** en su totalidad.

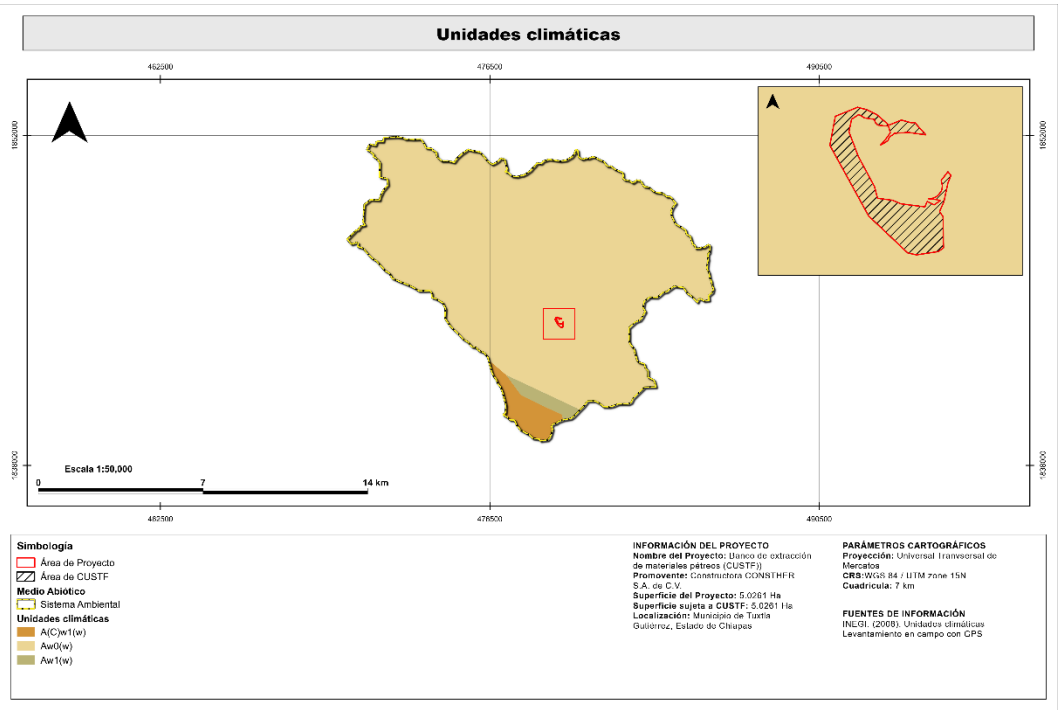


Figura 4. Unidades Climáticas para el SA y área del proyecto.

En seguida, se describen los tipos de climas identificados anteriormente:

- **A(C)w1(w).** Clima Semicálido Subhúmedos con temperatura media anual mayor de 18ºC, donde la temperatura del mes más frío es menor a 18ºC, mientras que la temperatura del mes más caliente es mayor a 22ºC. La precipitación del mes más seco es menor a 40 mm, presenta lluvias en verano con un índice P/T entre 43.2 y 55, y un porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% anual. Este tipo de clima se presenta en el 3.24% (359.4489 Ha) del SA.
- **Aw0(w) y Aw1(w).** Climas Cálidos Subhúmedos con lluvias en verano, con diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco, con un coeficiente P/T promedio de 43.2 y 55.5, y con un porcentaje de lluvia invernal con respecto a la anual entre 5 y 10.2%. De estos tipos de clima, la unidad Aw0(w) es la de mayor superficie ya que se presenta en el 95.36% (10,566.8403 Ha) del SA, mientras que la unidad Aw1(w) se presenta en el 1.39% (154.2070 Ha) del SA, siendo el de menor extensión.

➢ **Temperatura y precipitación**

Al interior del SA, no se detectaron Estaciones Climatológicas, por lo que, para la presente descripción, se mostrarán los datos de las 3 Estaciones Climatológicas más cercanas y que cuentan con datos más recientes (periodo 1991 – 2020), como se detalla en la Tabla 3:

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
07039 "El Boquerón"	0.7	0.9	0.9	20.7	99.7	237.3	171.9	186.9	211.8	79.9	9.4	2.8	**1,022.9**
07202 "Tuxtla Gutiérrez (DGE)"	1	1.8	2.6	9.7	88.5	211.1	164.5	216.6	208.7	77	16.7	2.6	**1,000.8**
07372 "Berriozábal"	5.5	3.7	2.8	17	76.6	218.6	143.6	184.3	188.8	103.2	21.7	8	**973.8**

Tabla 3. Precipitación Media Mensual y Anual de las Estaciones Climatológicas cercanas al SA.

Como se observa en la Tabla 3, la temporada de lluvias inicia en el mes de mayo y termina en el mes de octubre; mientras que la época de estiaje transcurre desde enero hasta marzo, antes de las altas precipitaciones.

Por su parte, en cuanto a la temperatura, se tiene lo establecido en la Tabla 4:

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
07039 "El Boquerón"	23.7	25	26.7	28.7	29	27.4	27.1	26.9	26.4	25.8	24.8	24.1	**26.3**
07202 "Tuxtla Gutiérrez (DGE)"	23.2	25	26.5	28.6	28.9	27.3	26.9	26.9	26.5	25.7	24.1	23.5	**26.1**
07372 "Berriozábal"	19.8	21	22.4	24.1	24.5	23.5	23.4	23.5	23.1	22.2	20.8	19.8	**22.4**

Tabla 4. Temperatura Media Mensual y Anual de las Estaciones Climatológicas cercanas al SA.

Como se indica en la Tabla 4, el mes más caluroso es mayo, mientras que el mes más frío es enero. En los Gráficos 1, 2 y 3 se muestran los climogramas que detallan el comportamiento de la precipitación y la temperatura en cada una de las estaciones:

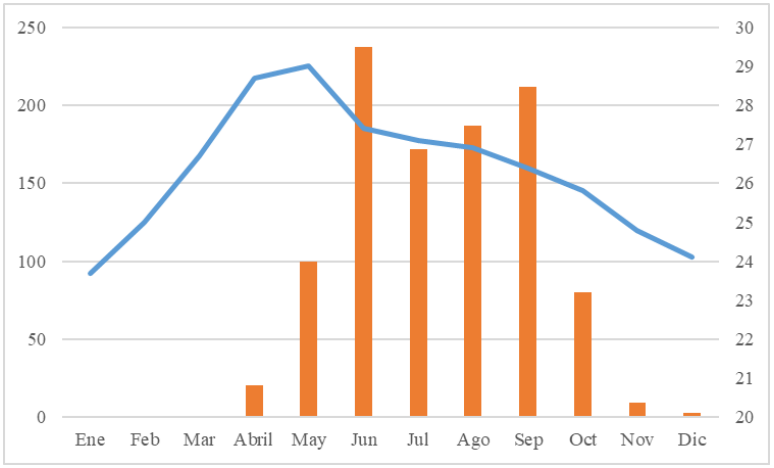


Gráfico 1. Climograma de la Estación Climatológica 7039 "El Boquerón".

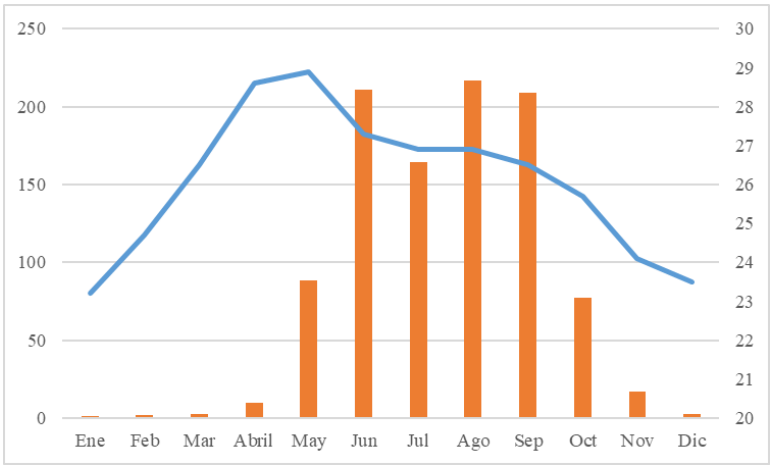


Gráfico 2. Climograma de la Estación Climatológica 7202 "Tuxtla Gutiérrez (DGE)".

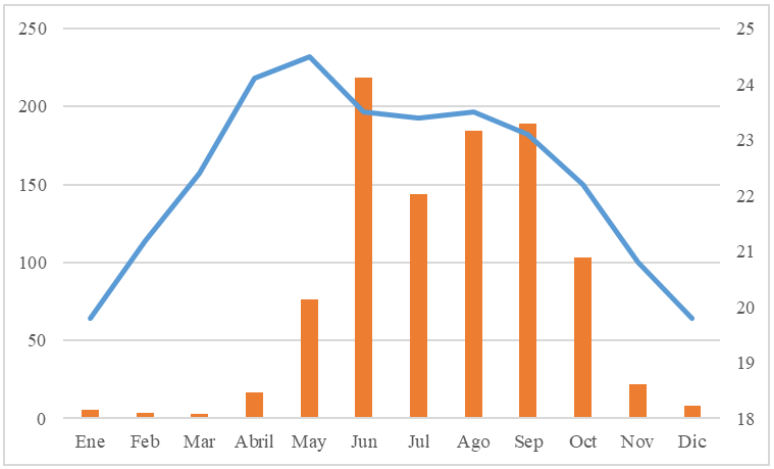


Gráfico 3. Climograma de la Estación Climatológica 7372 "Berriozábal".

4.2.1.2. Geología

De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano (SGM), una roca es un agregado natural de uno o más minerales sólidos, con propiedades físicas y químicas definidas. Las rocas

constituyen la mayor parte de la corteza terrestre y su relevancia en el ámbito geocientífico radica en que preservan el registro de los procesos y ambientes geológicos bajo los cuales se formaron.

Con base en la Carta Geológica de la República Mexicana del Servicio Geológico Mexicano (2015) se determinó el tipo de rocas presentes en el SA, obteniéndose los datos presentados en la Tabla 5:

Clase de Roca	Tipo de Roca	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Sedimentaria	Caliza-Dolomía	1,146.8207	10.00%
Sedimentaria	Caliza-Lutita	8,211.7696	74.00%
Sedimentaria	Lutita-Arenisca	730.6760	7.00%
Sedimentaria	Limolita-Arenisca	650.8830	6.00%
Sedimentaria	Caliza-Arenisca	340.3469	3.00%
Total		**11,080.4962**	**100.00%**

Tabla 5. Superficies ocupadas por Tipos de Rocas en el SA.

Por su parte, el área del proyecto únicamente se ubica sobre rocas de tipo caliza – lutita. En la Figura 5 se observan los tipos de rocas presentes en el SA y el área de CUSTF:

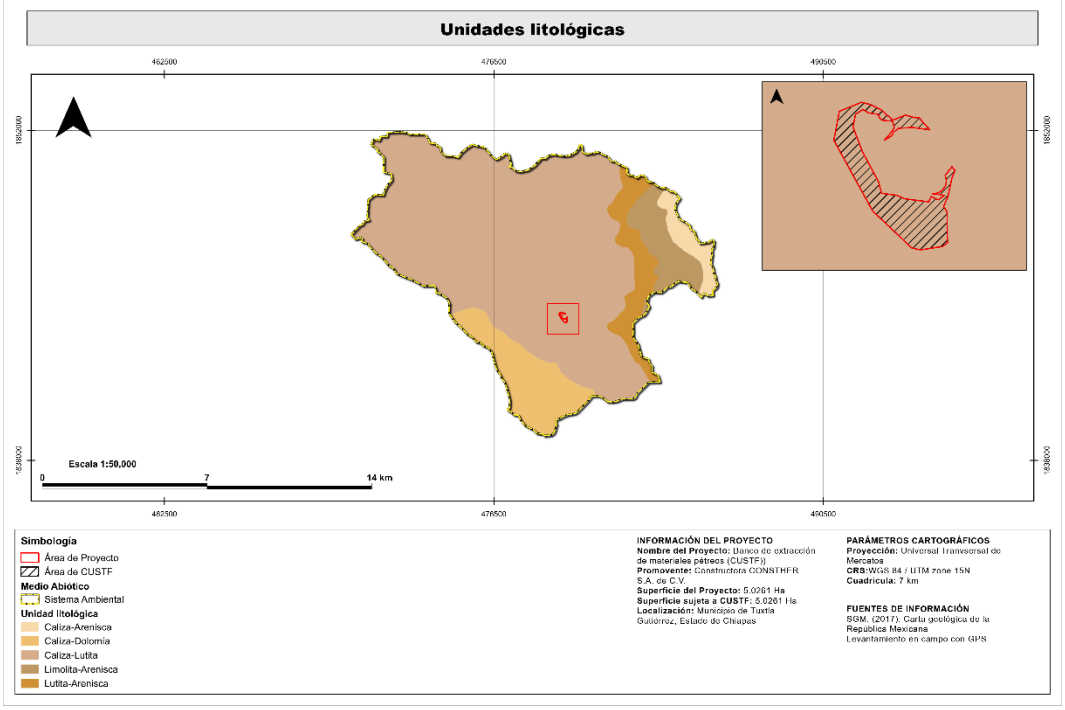


Figura 5. Tipos de Rocas del SA y del proyecto.

En seguida, se describen las unidades litológicas mencionadas previamente:

- **Caliza-Dolomía:** Comprende una asociación de calizas y dolomías. Se caracteriza por ser una roca química y/o bioquímica, siendo la más importante de las rocas carbonatadas, constituida por Carbonato de Calcio y Magnesio en un 80-90%.
- **Caliza-Lutita:** Formadas con alternancia de calizas y lutitas, generalmente de origen marino. Esta unidad litológica se caracteriza por capas delgadas de caliza

arcillosa junto con lutita y limolita. Las calizas suelen tener un grano fino y pueden incluir lentes o bandas de pedernal.

- **Lutita-Arenisca:** Roca que combina características de las lutitas y areniscas, constituida por material terrígeno muy fino (arcillas) 1/256 mm y fragmentos del tamaño de la arena 1/16 mm a 2 mm.
- **Limolita-Arenisca:** Constituida por una alternancia entre limolitas y areniscas. Las limolitas son sedimentos finos que pueden ser ricos en materia orgánica, mientras que las areniscas presentan un mayor tamaño de grano y son más permeables. Esta combinación sugiere un ambiente sedimentario dinámico donde las condiciones variaron entre la deposición de sedimentos finos y gruesos, típicamente asociado a ambientes fluviales o costeros.
- **Caliza-Arenisca:** Formación que combina características de ambas rocas. Está compuesta por capas de caliza intercaladas con areniscas, lo que indica un ambiente sedimentario variable donde se alternaron condiciones marinas y continentales. La arenisca puede variar en tamaño de grano y composición, mientras que la caliza puede contener fósiles o estructuras sedimentarias que reflejan su origen marino.

4.2.1.3. Fisiografía

Con el objetivo de retratar y describir los diferentes relieves del territorio de México, se establecieron diversas regiones con características similares, cuyo relieve resulta de la acción de un mismo conjunto de agentes modeladores del terreno. Así se obtuvieron 15 regiones en total, denominadas **Provincias Fisiográficas**.

Derivado de estas, se cuentan con subdivisiones en áreas más pequeñas, denominadas Subprovincias Fisiográficas, con características y geoformas que presentan estructuras predominantes típicas de la provincia en la que se encuentran.

- **Provincia Fisiográfica**

Tanto el SA como el área del Proyecto recaen dentro de la Provincia Fisiográfica denominada Sierras de Chiapas y Guatemala, como se observa en la Figura 6.

Situada en su mayor parte dentro del Estado de Chiapas y una pequeña porción en el Estado de Oaxaca, se extiende desde el límite de la Sierra Madre del Sur en Oaxaca, hasta la frontera con Guatemala, ocupa la parte sur del estado y se extiende en las proximidades del Océano Pacifico, constituyendo una divisoria de Aguas Continentales que deja al Sur sobre la vertiente del Pacifico y al Norte los Valles Centrales de Chiapas.

Las cimas más sobresalientes son: Cerro de la Cruz de Piedra con 2,500 msnm, Cerro de San Miguel con 2,800 msnm, Pico de Niquivil con 2,700 msnm y el Volcán Tacaná con 4,026 msnm. La cima de este último es vértice del límite Internacional con Guatemala, esta provincia tiene rocas predominantemente de origen sedimentario, en especial rocas calizas, semejantes a las de la Sierra Madre Oriental.

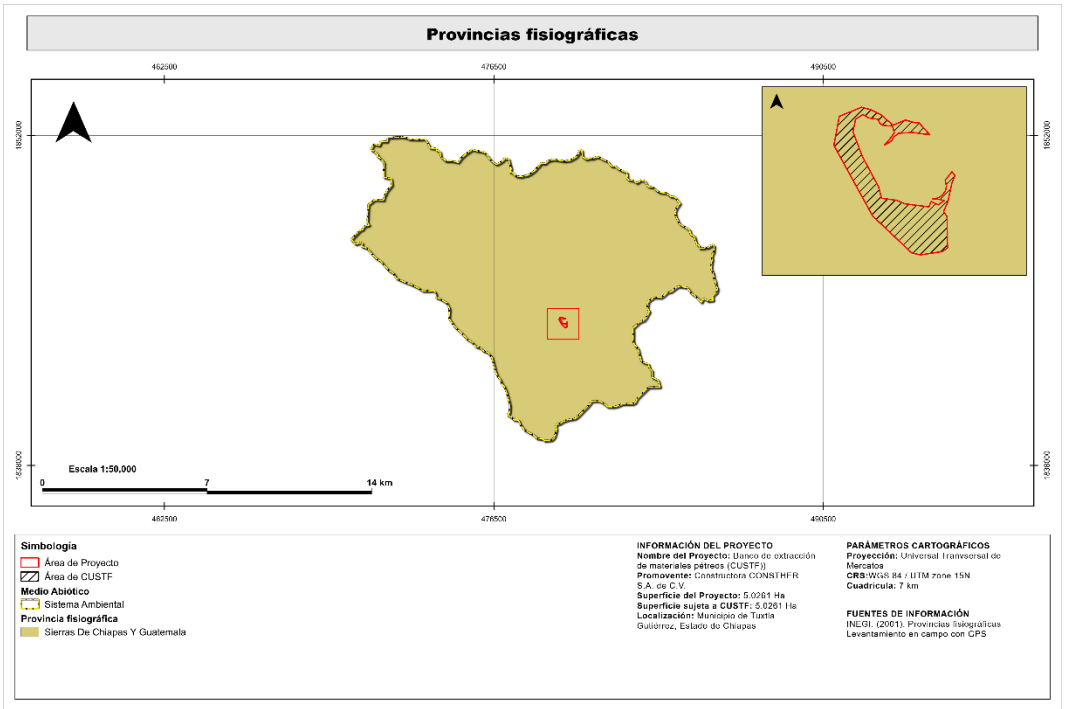


Figura 6. Provincia Fisiográfica del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.

➢ Subprovincia Fisiográfica

El SA y el área del proyecto se localizan dentro de la Subprovincia Altos de Chiapas, así como se observa en la Figura 7:

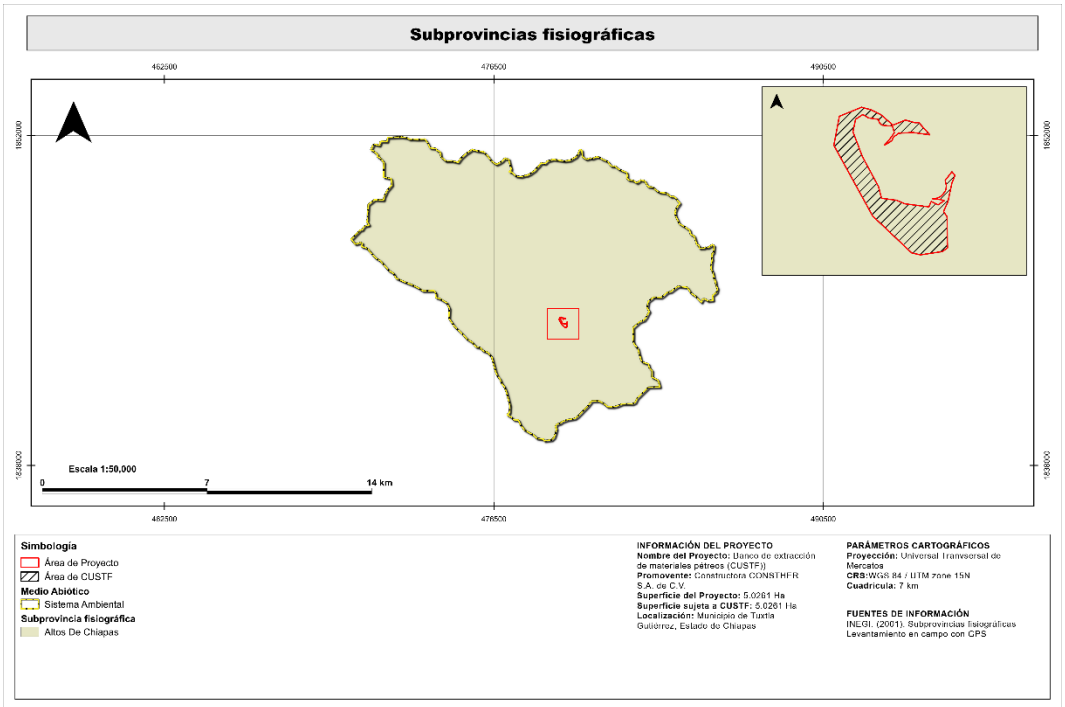


Figura 7. Subprovincia Fisiográfica del Sistema Ambiental y del Área del Proyecto.

Dicha subprovincia se destaca por presentar un abrupto levantamiento en contraste con la Subprovincia Depresión Central; tiene una orientación noreste-sureste y está constituida por rocas cretácicas compuestas principalmente por lutitas, limolitas y areniscas, así como lavas y tobas de composición andesítico-basilíticas.

- **Sistema de Topoformas**

Las topoformas presentes en el SA se encuentran dominadas por la **Llanura Aluvial con Lomerío**, como se observa en la Figura 8 y la Tabla 6.

Sistema de Topoformas	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Lomerío Típico	222.8696	2.00%
Llanura Aluvial con Lomerío	5,781.2934	52.20%
Meseta Típica	513.9259	4.60%
Valle de Laderas Tendidas con Lomerío	377.6887	3.40%
Sierra Alta de Laderas Tendidas	4,184.7186	37.80%
Total	11,080.4962	100.00%

Tabla 6. Superficies ocupadas por Topoformas en el SA.

Por su parte, el proyecto incide dentro de los sistemas de topoforma correspondiente a **Llanura Aluvial con Lomerío** en 2.5632 Ha (50.997%), mientras que 2.4630 Ha (49.003%) se sitúan sobre **Sierras Altas de Laderas Tendidas**.

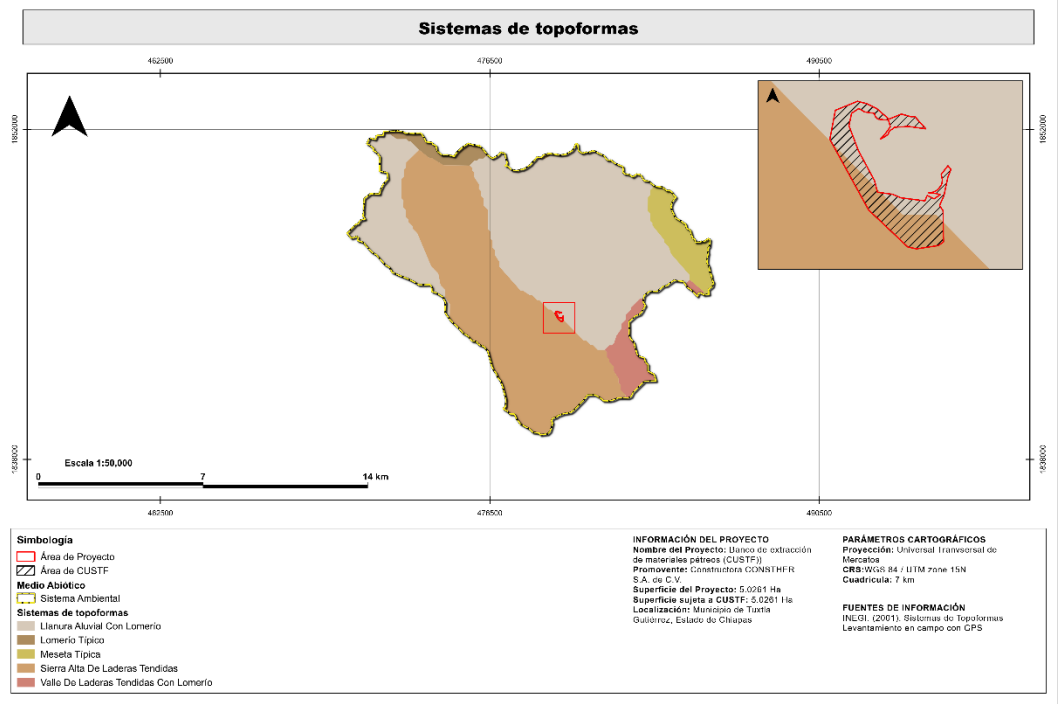


Figura 8. Tipos de Topoformas para el SA y el área de Proyecto.

A continuación, se describen las topoformas enlistadas previamente:

- **Lomerío Típico:** Paisaje geomorfológico caracterizado por una serie de colinas o lomas separadas por valles.

- **Llanura Aluvial con Lomerío:** Área sin elevaciones prominentes conformado por materiales no consolidados y depósitos por corrientes de agua.
- **Meseta Típica:** Terreno elevado y llano de gran extensión con características propias, que se eleva significativamente por encima del área circundante, a menudo con uno o dos lados con colinas profundas.
- **Valle de Laderas Tendidas con Lomerío:** Es un tipo de paisaje geográfico que se caracteriza por tener laderas poco inclinadas y lomeríos.
- **Sierra Alta de Laderas Tendidas:** Línea de montañas con altitudes mayores al entorno geográfico con una porción de la superficie extendida.

4.2.1.4. Suelo

Considerando la información de la Carta Edafológica, Escala 1: 250,000 Serie III del INEGI (2017), el SA está constituido por cinco tipos de suelo diferentes, donde las unidades dominantes son **Leptosol** y **Luvisol**, abarcando el 33.71% y 32.78% de su superficie; como se observa en la Tabla 7.

Por su parte, el sitio del Proyecto se encuentra constituido por dos tipos de suelo diferentes, dominado el **Leptosol** con Textura 3 (Fina) presente en el 92.539% (4.6511 Ha); mientras que en menor superficie se encuentra el **Vertisol** de Textura 3 (Fina) presente en el 7.461% (0.375 Ha) (Figura 9)

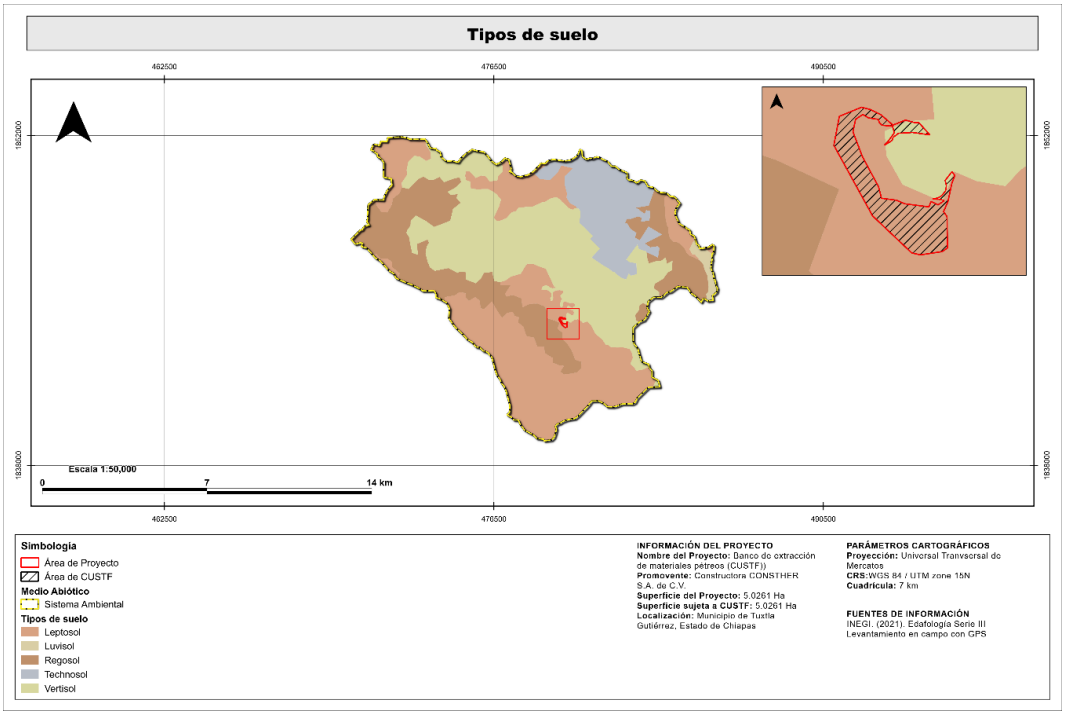


Figura 9. Edafología en el SA y el área de Proyecto.

Tipo de Suelo	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Leptosol	3,735.2353	33.71%
Luvisol	98.6164	0.89%
Regosol	2,346.8491	21.18%
Tecnosol	1,267.6088	11.44%

Tipo de Suelo	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Vertisol	3,632.1867	32.78%
Total	**11,080.4962**	**100.00%**

Tabla 7. Superficies ocupadas por Tipos de Suelos en el SA.

A continuación, se describen las características de los principales tipos de suelo, de acuerdo a su extensión dentro del SA:

- **Leptosol**

Del griego *leptos*, delgado. Actualmente representan 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. 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.

  - *Material parental:* Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina.
  - *Medio ambiente*: Principalmente terrenos en elevada o mediana altitud y con fuerte pendiente topográfica. Se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en zonas secas cálidas o frías), particularmente en áreas intensamente erosionadas.
  - *Desarrollo del perfil*: Tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente pedregosos. En material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte *móllico*.

- **Luvisol**

Del latín *luere*, lavar. Suelos rojos, grises o pardos claros, susceptibles a la erosión especialmente aquellos con alto contenido de arcilla y los situados en pendientes fuertes. Los luvisoles son generalmente fértiles para la agricultura. Son el quinto grupo de suelos más extendido sobre nuestro país.

  - *Material parental*: Una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciar y depósitos eólicos, aluviales y coluviales.
  - *Medio ambiente*: Más frecuente en terrenos llanos o ligeramente inclinados en regiones templadas frías y en regiones cálidas con marcadas estaciones secas y húmedas.
  - *Desarrollo del perfil*: Diferenciación edafogenética en el contenido de arcilla, con un menor contenido en la capa superior y un mayor contenido en el suelo subsuperficial, sin una marcada lixiviación de cationes básicos o meteorización avanzada de arcillas de alta actividad. La pérdida de óxidos de hierro, junto con minerales de arcilla, puede conducir a un horizonte de elevación blanquecino entre el horizonte superficial y el horizonte *árgico* subsuperficial, pero los Luvisoles carecen de las propiedades *réticas* de los Retisoles.

- **Regosol**

Del griego *rhegos*, manta. Suelos con propiedades físicas o químicas insuficientes para colocarlos en otro grupo de suelos. Son pedregosos, de color claro en general y se parecen bastante a la roca que les ha dado origen cuando no son profundos.

- *Material parental:* Material no consolidado, generalmente de grano fino.
- *Medio ambiente:* En todas las zonas climáticas sin permafrost y a todas altitudes. Estos suelos son particularmente comunes en zonas áridas (incluyendo los trópicos secos) y en regiones montañosas.
- *Desarrollo del perfil*: No hay horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como una consecuencia de su corta edad y/o una formación del suelo muy lenta.

- **Vertisol**

Del latín *vertere*, dar vuelta. Suelos llamados pesados, se crean bajo condiciones alternadas de saturación sequía, se forman grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos y con más de 30% de arcillas expandibles. Mediante un buen programa de labranza y drenaje son bastante fértiles para la agricultura por su alta capacidad de retención de humedad y sus propiedades de intercambio mineral con las plantas. Las obras de construcción asentadas sobre estos suelos deben tener especificaciones especiales para evitar daños por movimiento o inundación. Son bastante estables frente a la erosión y tienen buen amortiguamiento contra sustancias tóxicas. Se encuentran frecuentemente en las zonas agrícolas de regadío del país, así como en llanuras intermontañas.

- *Material parental:* Sedimentos que contienen una alta proporción de arcillas expandibles o arcillas expandibles producidas por neoformación a causa de la meteorización de rocas.
- *Medio ambiente:* Depresiones y áreas planas a onduladas, principalmente en climas tropicales y subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con alternancia de marcadas estaciones secas y húmedas. La vegetación clímax es de sabana, praderas naturales y/o bosques.
- *Desarrollo del perfil*: La expansión y retracción alternada de arcillas expandibles dan lugar a grietas profundas en la temporada seca y la formación de slickensides y elementos estructurales en forma de cuña en el suelo subsuperficial. El comportamiento expansión-retracción puede ocasionar que se forme un microrelieve, especialmente en climas secos.

- **Technosol**

Suelo fuertemente influenciado por material hecho por el hombre. Principalmente en áreas urbanas e industriales. Los technosoles comprenden suelos cuyas propiedades y edafogénesis están dominadas por su origen técnico. Contienen una cantidad significativa de artefactos (algo en el suelo reconociblemente hecho o fuertemente alterado por el hombre o extraído de profundidades mayores), o están sellados por material duro técnico (material duro creado por los seres humanos que tiene propiedades diferentes de la roca natural) o contienen una geomembrana. Incluyen suelos de desechos (vertederos, lodos, escorias, deshechos o escombros de minas y cenizas), pavimentos con sus materiales subyacentes no consolidados, suelos con geomembrana y suelos construidos artificialmente. Los technosoles se denominan a menudo como suelos urbanos o suelos de minas.

Los Technosoles son suelos que contienen materiales artificiales, como ladrillos o hormigón, y que pueden tener horizontes A y O.

- *Profundidad:* Se consideran Technosoles a los suelos que tienen material duro técnico a menos de 5 cm de profundidad. También se consideran Technosoles a los suelos que tienen una geomembrana o una cantidad significativa de artefactos a menos de 100 cm de profundidad.
- *Horizontes:* La mayoría de los suelos tienen tres horizontes principales: A, B, C. Algunos suelos tienen un horizonte orgánico (O), que está compuesto principalmente de materia orgánica, como hojas en descomposición. Los Technosoles pueden tener horizontes A y O.
- *Características:* Los Technosoles se encuentran principalmente en áreas urbanas e industriales. Están estrechamente relacionados con los Antrosoles, que son suelos creados por la adición a largo plazo de materia orgánica a un suelo. Los Technosoles tienen más probabilidades de estar contaminados que otros suelos. Muchos Technosoles deben tratarse con cuidado ya que pueden contener sustancias tóxicas.

4.2.1.5. Inundaciones

Con base en la información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), relativa a los indicadores municipales de riesgo por inundación, en el Sistema Ambiental (SA) predominan dos categorías de riesgo: en el 85.41% (9,463.6391 Ha) el índice de peligro *Bajo*, mientras que en el restante 14.59% (1,616.6081 Ha) presenta el índice de peligro *Alto*; esto debido a que en esa parte se presentan zonas planas y escurrimientos que van desde perennes hasta temporales, los cuales con las lluvias incrementan su caudal y al ser zonas planas fácilmente pueden ser inundables**.**

En cuanto al área específica del Proyecto, y conforme a su ubicación geográfica, ésta se sitúa dentro de la categoría de Peligro **Bajo** ante este fenómeno.

4.2.1.6. Hidrología

Las Regiones Hidrológicas que comprende el Estado de Chiapas son tres: la Región Costa de Chiapas, Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta. Esta última región es la más grande en el Estado y ocupa el 85.53% de su superficie, es sin duda la más importante y comprende a seis Subregiones Hidrológicas; estas para su estudio, a su vez fueron divididas en 81 cuencas hidrológicas. El SA se ubica en la **Región Hidrológica No. 30**, en la **Cuenca Grijalva-Tuxtla Gutiérrez**, en la **Subcuenca Río Suchiapa** y ocupa la extensión total de la **Microcuenca "Villahermosa (Reymundo Enríquez)".**

En las siguientes figuras se presenta la ubicación del SA y del área del proyecto en relación con los sistemas hidrográficos previamente descritos.

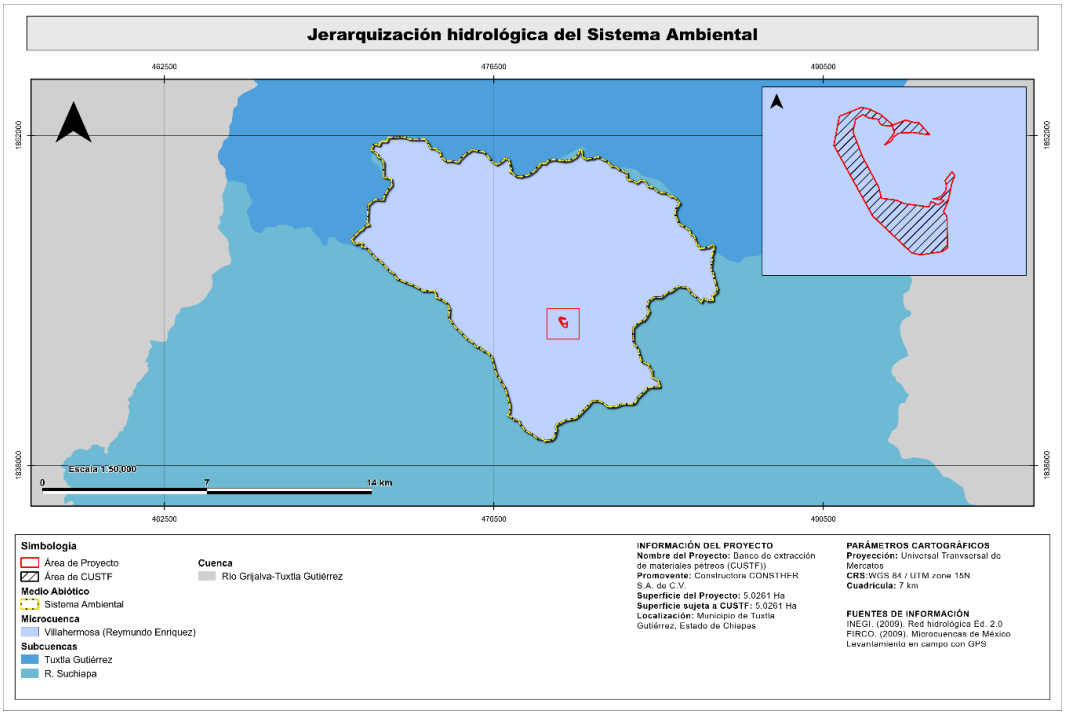


Figura 10. Jerarquización Hidrológica del Sistema Ambiental.

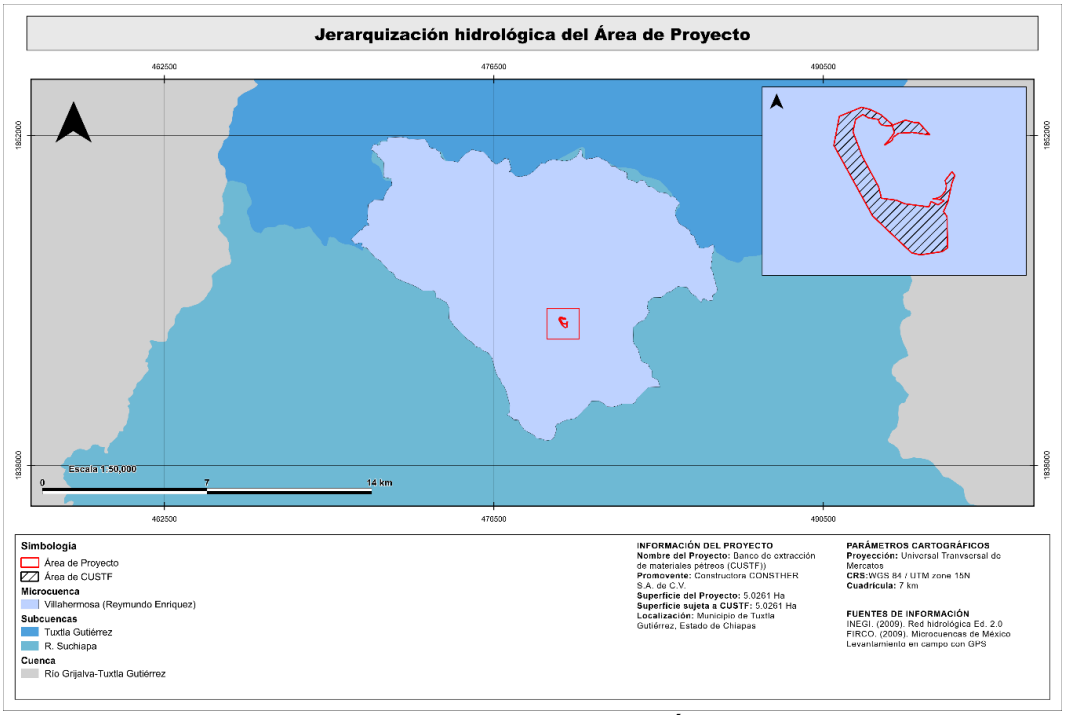


Figura 11. Jerarquización Hidrológica del Área de Proyecto.

Con base en los datos vectoriales de la Red Hidrográfica escala 1:50,000, edición 2.0 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010), en el SA se identifican corrientes de agua de régimen **perenne** e **intermitente**, como se aprecia en la Figura 12; de igual manera, se observa que no se presentan corrientes ni cuerpos de agua dentro del área del proyecto de CUSTF.

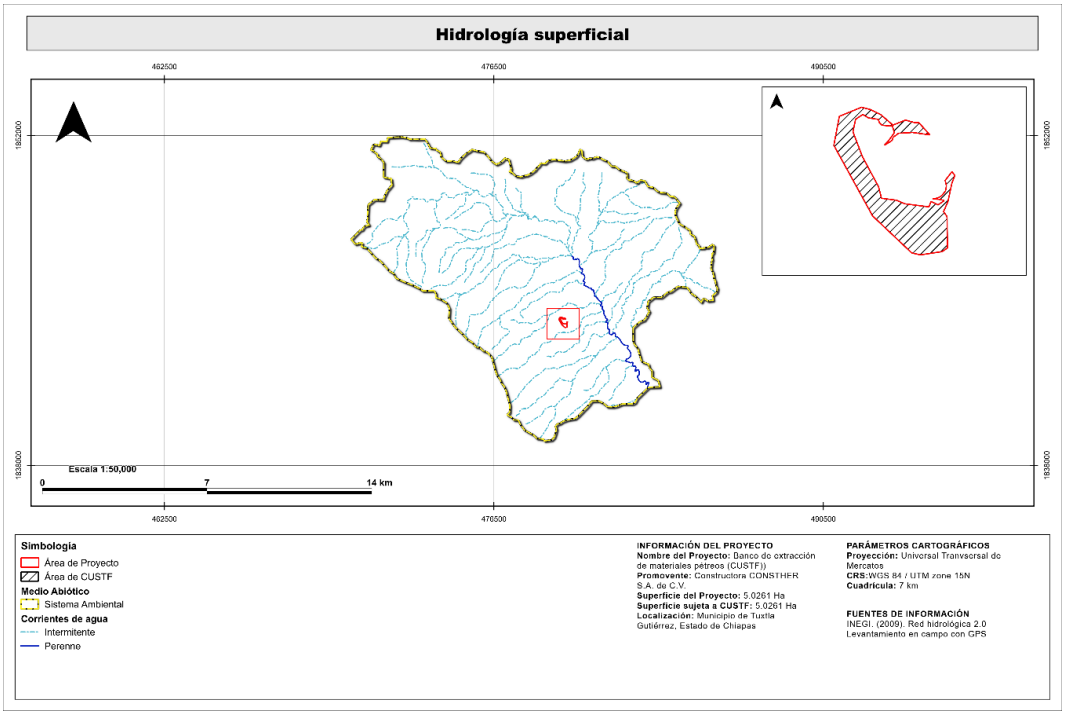


Figura 12. Hidrología Superficial del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.

En los siguientes apartados, se describen las corrientes de agua mencionadas con anterioridad:

- **Corrientes perennes:** Son aquellas que mantienen el flujo de agua durante todo el año, incluso en temporadas secas, debido a la presencia constante de aportes de agua superficiales o subterráneas. Estas corrientes funcionan como canales principales de drenaje, transportando el agua hacia cuerpos de agua mayores o hacia la zona costera.
- **Corrientes intermitentes:** Cauces que solo presentan flujo durante la temporada de lluvias o después de eventos de precipitación intensa. Estas corrientes contribuyen al escurrimiento temporal del agua pluvial y alimentan a los causes principales.

La corriente principal de la Subcuenca es el Río Suchiapa, la cual nace al Sur de la Subcuenca y es conocido con el nombre del Río El Tablón, posteriormente a su llegada al Municipio de Suchiapa, se conoce con ese nombre. Este escurrimiento es de tipo perenne y es uno de los tantos afluentes que el Río Grijalva presenta a su paso por el Estado de Chiapas.

El cauce principal del SA es el Arroyo Sabinal, de tipo perenne (que se encuentra presente todo el año), afluente del Río Suchiapa. Entre otros escurrimientos, se encuentran los arroyos El Recreo, De la Lanza, El Totopoztle, Yatipak, Rancho Viejo, Guadalupe, El Nacional, San Ramón y Los Manguitos, todos ellos de tipo intermitente; esto quiere decir que durante la época de estiaje o de sequía, no presentan escurrimiento.

4.2.1.7. Hidrología Subterránea

El Continuo Nacional de Aguas Subterráneas, Escala 1:250 000, Serie II del INEGI (2002), establece que en el área del SA se detectan dos tipos de unidades geohidrológicas, dominando la de **Material Consolidado con Posibilidades Bajas**, como se detalla en la Tabla 8:

Geohidrología	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Material Consolidado con Posibilidades Bajas	9,862.6174	89.01%
Material No Consolidado con Posibilidades Altas	1,217.8788	10.99%
Total	11,080.4962	100.00%

Tabla 8. Superficies ocupadas por Unidades Geohidrológicas en el SA.

El proyecto, por su parte, se ubica en su totalidad sobre la unidad de Material Consolidado con Posibilidades Bajas.

En la Figura 13 se puede observar la incidencia del SA y del área del proyecto de CUSTF dentro de las unidades geohidrológicas mencionadas previamente:

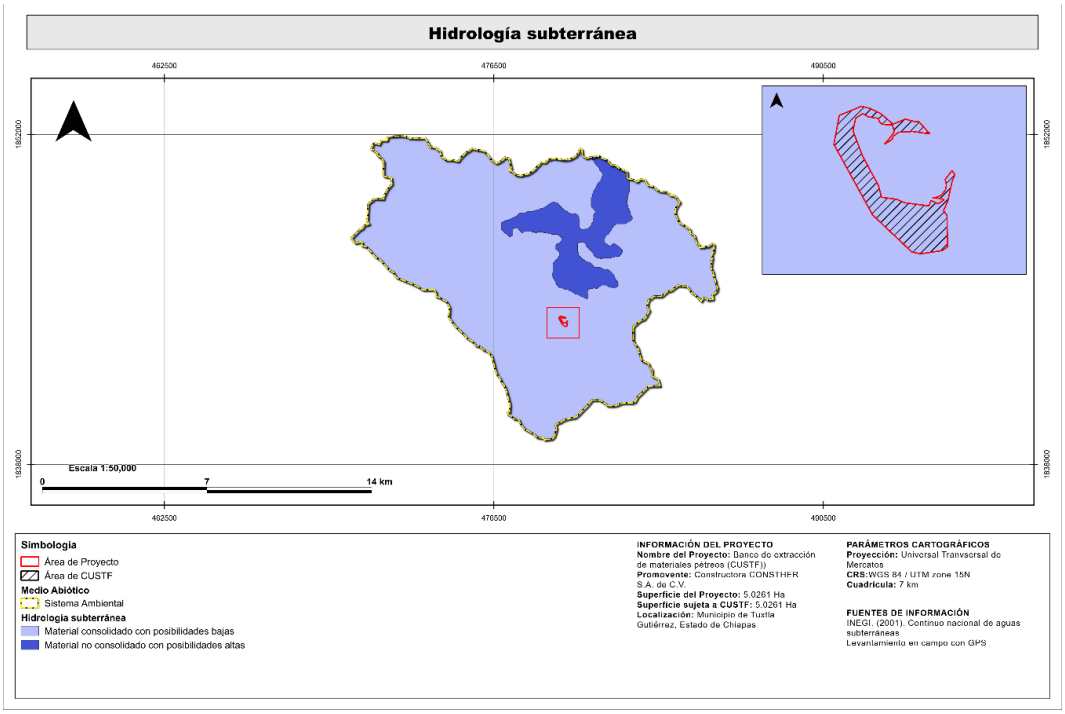


Figura 13. Hidrología Subterránea del SA y proyecto de CUSTF.

A continuación, se describen las unidades citadas:

- **Material Consolidado con Posibilidades Bajas.** Esta unidad incluye al granito, a las andesitas, dacitas y rocas metasedimentarias, las cuales muestran fracturamiento escaso y valores bajos de conductividad hidráulica que retardan el movimiento del agua subterránea. Su porosidad es casi nula.
- **Material No Consolidado con Posibilidades Altas.** Esta unidad está formada por abanicos aluviales recientes y-conglomerados terciarios, en los cuales se localizan

acuíferos de tipo libre. Estos depósitos bien clasificados, tienen rangos de porosidad entre 25–50%.

4.2.1.7. Erosión laminar

Los **Límites Permisibles de Erosión (LPE)** se basan en los siguientes aspectos: que las pérdidas de suelo sean menores o iguales a la velocidad de formación de suelo, que se mantengan a un nivel que evite la formación de cárcavas y que permitan mantener una profundidad de suelo adecuada para sostener una productividad en el tiempo. Los LPE son variables en diferentes sitios, ya que son una función de la profundidad, tipo y procesos formadores del suelo, así como del clima (Ríos, 1987; Figueroa *et al*., 1991).

Se estimó la Erosión del Suelo utilizando la **Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS)**, el cual es un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial de los suelos. Esta ecuación constituye un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión.

La fórmula y la metodología empleada se extrajo del Curso-Taller realizado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGARPA) titulado *"Desarrollo de capacidades orientadas a estimar la erosión del suelo"* impartido por el Dr. Mario Martínez Ménez en el año 2005. La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo es la siguiente:

$$E = R \times K \times LS \times C$$

Donde:

E = Erosión del Suelo Ton/Ha/año.
R = Erosividad de la Lluvia Mj/Ha mm/hr.
K = Erodabilidad del Suelo.
LS = Longitud y Grado de Pendiente.
C = Factor de Vegetación

a) Factor de Erosividad (Factor R).

Es la capacidad potencial que tienen las gotas de lluvia para causar erosión. Para determinar este factor, generalmente se utilizan los datos de precipitación obtenidos a partir de la intensidad máxima de lluvia en 30 minutos consecutivos para determinar la energía cinética asociada; sin embargo, por la carencia de estos datos, se termina exportando datos anuales de las estaciones climatológicas para calcular la intensidad máxima de lluvia anualmente.

En base a esos datos se aplica la siguiente fórmula empleada por Abdulkareem, Pradhan, Sulaiman y Jamil (2017).

$$R = (4.17 * IMF) - 152$$

En donde

R: *es el factor de Erosividad de la lluvia (Mj/Ha.mm/h).*
IMF: *es el índice modificado de Fournier.*

El Índice Modificado de Fournier (IMF), un parámetro ampliamente utilizado que ha demostrado tener una correlación lineal con el potencial erosivo de la lluvia (Abdulkareem et al. 2017). Este índice se determina a partir de la relación entre la precipitación mensual y la precipitación anual, como se muestra a continuación:

$$IMF = \sum_{i=1}^{12} \frac{Pi^2}{P}$$

Donde:

Pi: *es la precipitación del mes i (mm);*
P: *es la precipitación promedio anual (mm).*

En el presente estudio, para obtener el valor de R, se utilizaron los datos correspondientes a la Precipitación Promedio Anual (P) de las estaciones hidrometeorológicas dentro o cercanas al área de estudio.

b) Factor de Erodabilidad (Factor K).

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Representa el efecto de las propiedades del suelo y su horizonte ante la pérdida del suelo. Para determinar este factor, se extrajeron los tipos de suelo en el área del SA con base en la Carta Edafológica del INEGI (2014). Posteriormente, se asignó el coeficiente respectivo, de acuerdo al tipo de suelo y textura, conforme a lo propuesto por Montes-León *et al.* (2011), como se ve en la Tabla siguiente:

Clave de Suelo	Textura			Clave de Suelo	Textura		
	Gruesa	Media	Fina		Gruesa	Media	Fina
AC	0.026	0.04	0.013	KS	0.026	0.04	0.013
AL	0.026	0.04	0.013	LP	0.013	0.02	0.007
AN	0.026	0.04	0.013	LV	0.026	0.04	0.013
AR	0.013	0.02	0.007	LX	0.013	0.02	0.007
CH	0.013	0.02	0.007	NT	0.013	0.02	0.007
CL	0.053	0.079	0.026	PH	0.013	0.02	0.007
CM	0.026	0.04	0.013	PL	0.053	0.079	0.026
DU	0.053	0.079	0.026	PT	0.026	0.04	0.013
FL	0.026	0.04	0.013	RG	0.026	0.04	0.013
FR	0.013	0.02	0.007	SC	0.026	0.04	0.013
GL	0.026	0.04	0.013	SN	0.053	0.079	0.026
GY	0.053	0.079	0.026	UM	0.026	0.04	0.013
HS	0.053	0.02	0.007	VR	0.053	0.079	0.026

Tabla 9. Valores de Factor K por tipo de suelo y textura.

Es importante destacar que a medida que el valor de K aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse.

c) Factor de Longitud y Grado de Pendiente (Factor LS).

La longitud (L) y grado de la pendiente (S) son factores topográficos que afectan de manera directa el proceso de erosión del suelo. Para obtener este factor, se empleó el Continuo de

Elevación de INEGI (2024) de resolución de 15 m acotado a la superficie del área de estudio, que, en este caso, corresponde al área de reforestación. De esta forma, se derivan parámetros para la obtención del grado de la pendiente en radianes, así como la acumulación de flujo. Para llevar a cabo el cálculo de este factor, se emplearon las fórmulas propuestas por Griffin et al. (1988) y Moore y Wilson (1992), para los factores L y S, respectivamente:

$$\boldsymbol{LS = (0.4 + 1) * (A * S/22.13)^{0.4} * (sinB/0.0896)^{1.3}}$$

De acuerdo con las fórmulas anteriores, es necesario obtener la Acumulación de Flujo (A) y la Pendiente expresada en Radianes (B), lo cual se adquiere de a partir de un Modelo Digital de Elevación (MDE). En el presente estudio, se obtuvo el MDE utilizando como insumo la capa ráster del Continuo de Elevaciones Mexicano del INEGI (2024), a una resolución espacial de 15 m (píxel).

Como primer paso, se realizó el pre-procesamiento del ráster, realizando el recorte del MDE al área de estudio y posteriormente, con la herramienta Fill (Relleno) de la librería GDAL dentro del software QGIS, se eliminaron las pequeñas depresiones o sumideros en el MDE, ya que estas pueden ocasionar errores en los análisis hidrológicos y de acumulación de flujo.

Una vez obtenidos los insumos necesarios, utilizando la calculadora ráster, se realizó el cálculo para la obtención de los parámetros L y S, los cuales posteriormente fueron multiplicados para obtener el Factor LS, que dio como resultado una capa ráster que representa la variabilidad espacial del factor LS en unidades continuas.

Considerando que el resultado es en formato ráster, para poder generar la memoria de cálculo en formato vectorial, se extrajeron las estadísticas zonales de LS, utilizando como zonas de referencia, una capa de intersección con los valores de los factores K, C y R. Como resultado, se obtuvo se obtuvo el valor promedio del factor LS dentro de cada polígono. Esta integración permitió disponer de un marco de datos estructurado y georreferenciado para el cálculo de la pérdida de suelo potencial.

d) Factor de Protección de la Vegetación (Factor C).

La cobertura vegetal permite controlar la erosión, interceptando la precipitación, incrementando la filtración y reduciendo la capacidad de la lluvia para erosionar el suelo. Para determinar este factor, se utilizó los valores propuestos Woznicki *et al*. (2020), los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Vegetación y/o Uso de Suelo	C
Cuerpos de Agua	0.00
Áreas Urbanizadas	0.030
Suelos desnudos	0.290
Bosques y Selvas	0.002
Arbustos/Matorrales	0.040
Pastizales/herbáceas	0.010
Tierras de cultivo/agrícolas	0.170
Humedales con vegetación leñosa	0.001
Humedales herbáceos emergentes	0.001

Tabla 10. Valores del factor de protección de la vegetación.

e) Factor de prácticas de conservación (p).

Se refiere las medidas de protección del suelo mediante prácticas de manejo. Para este caso, no se encontró información con respecto a las prácticas de manejo del suelo dentro del área de estudio, por lo que se asignó el valor de 1, el cual indica que no se llevan a cabo prácticas de conservación dentro de la zona.

La memoria de cálculo (en formato Excel) se adjunta en una USB anexa al presente documento.

4.2.1.7.1. Sistema Ambiental

4.2.1.7.1.1 Erosión Laminar Hídrica

- **Erosión Hídrica Potencial**

Este tipo de erosión se define como el pronóstico de pérdida de material en un suelo como consecuencia de la influencia del relieve, la erodabilidad de los suelos y la erosividad de las lluvias y se expresa en Ton/Ha/Año.

La Erosión Hídrica Potencial del SA presenta una sumatoria de **26,208.147 Ton/Ha/Año** y se encuentra distribuida en diferentes clases de degradación, como se indica en la Tabla 11.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Erosión Ligera	Menor de 12 ton/año	1,663.3877	15.01%
Erosión Moderada	De 12 a 50 ton/año	659.2362	5.95%
Erosión Alta	De 50 a 200 ton/año	1,182.1579	10.67%
Erosión Muy Alta	Mayor de 200 ton/año	7,575.7145	68.37%
Sin información	----------		0.00%
TOTAL		**11,080.4963**	**100%**

Tabla 11. Clases de Degradación Hídrica en el SA.

- **Erosión Hídrica Actual Real**

La *Erosión Real* se define como aquella que se presenta en una superficie delimitada y se expresa en Ton/Año. Si se desea conocer la Erosión Hídrica Real del área, se debe multiplicar el valor de la EH_{POT} por la superficie de cada polígono, el resultado refleja la Erosión Hídrica Actual presente, lo anterior es conocido también como **Erosión Hídrica Real Actual (EH_{REAL})**, pues se puede inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie del SA; obteniendo la corrección, donde la Erosión Hídrica Real Actual es de **6,464,912.255 Ton/Año**.

En la Figura 14 se ilustra la clasificación presentada en la Tabla 11:

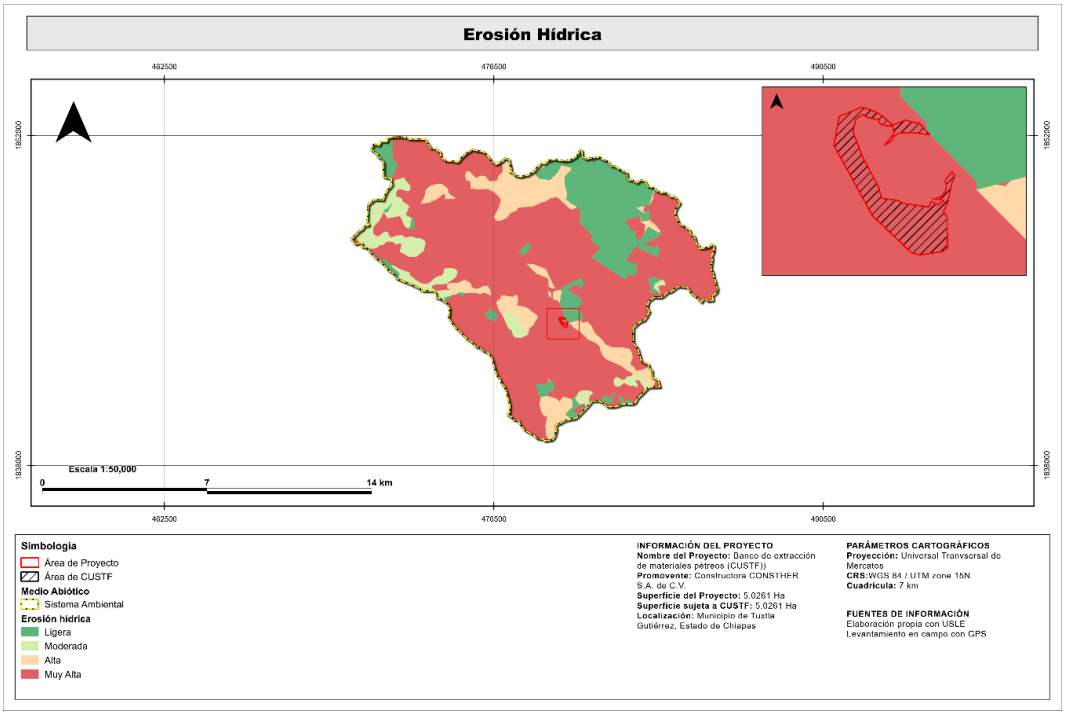


Figura 14. Erosión Hídrica del SA y el área del proyecto.

La memoria de cálculo (en formato Excel) se adjunta en una USB anexa al presente documento.

4.2.1.7.1.2. Erosión Laminar Eólica

Para el cálculo de la Erosión Laminar Eólica se utilizó la metodología propuesta por la Secretaría de Desarrollo y Ecología (SEDUE) (1998), misma que se basa en el Proceso de Erosión por Concentración de Lluvia (PECRE).

La fórmula para calcular la erosión eólica es la siguiente:

$$Ee = IAVIExCATEXxCAUSO$$

Donde:

Ee = *Erosión promedio anual expresada en ton/ha/año.*

IAVIE = *Índice de Agresividad del Viento.*

CATEX = *Calificación de textura del suelo.*

CAUSO = *Calificación por uso del suelo.*

A continuación, se describe la metodología para determinar si el área de estudio es propensa a la erosión eólica:

Con base en el PECRE, es posible estimar el parámetro IAVIE (Índice de Agresividad del Viento). Si el valor de este es mayor a 20, el área se considera como zona de influencia para el estudio de la erosión eólica (Cano et al., 2007; Pérez, 2020). El IAVIE se determina con la expresión **siguiente:**

$$IAVIE = 160.5282 - 0.7660(PECRE)$$

El PECRE se calcula de la siguiente manera:

$$PECRE = (0.2408 * P) - (0.0000372 * P^2) - 33.1019$$

Donde:

P= *Precipitación Media Anual de la cuenca hidrológica forestal.*

Sustituyendo valores, tenemos lo siguiente:

$$PECRE = (0.2408 * 999.167) - \left(0.0000372 * (999.167)^2\right) - 33.1019 = 170.459$$

$$PECRE = 170.459$$

$$IAVIE = 160.5282 - 0.7660(170.459) = 26.66$$

$$IAVIE = 30.033$$

Por lo que, los suelos del área del Sistema Ambiental, son propensos a la degradación eólica.

Habiendo determinado el área como zona de influencia de erosión eólica, se procedió a obtener los factores que al multiplicarse estimarán la cantidad de suelo perdido por este tipo de erosión, expresado en ton/ha/año.

Con la información de las unidades de suelo, se estableció si se trata o no de suelos calcáreos.

En los suelos **no calcáreos** se procedió a calificar la textura y la fase (CATEX), considerando las texturas 1, 2 y 3 y las fases gravosa y pedregosa. Los valores de calificación se obtuvieron de la siguiente tabla:

CATEX	Textura y fase de suelos no calcáreos
3.5	1
1.25	2
1.85	3
1.75	1 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.62	2 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.92	3 y Fase Gravosa o Pedregosa

Tabla 12. Los valores de calificación de los suelos no calcáreos.

En el caso de las unidades de **suelo calcáreas**, la calificación de la textura y la fase fue de acuerdo con los siguientes valores.

CATEX	Textura y fase de suelos calcáreos
3.5	1
1.75	2
1.85	3
0.87	Pedregosa o Gravosa

Tabla 13. Los valores de calificación de los suelos calcáreos.

A continuación, se procedió a calificar el uso del suelo (CAUSO), a partir de la siguiente tabla:

Causo	Vegetación
0.7	Agricultura de riego, agricultura de temporal, Zonas desprovisto de Vegetación
0.3	Banco de materiales, minas, pastizal, vegetación urbana, zona inundable
0.2	Bosque de encino, bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea, selva baja caducifolia, selva baja caducifolia con vegetación secundaria, arbustiva y herbácea, vegetación riparia, vegetación riparia perturbada, vegetación secundaria, arbustiva y herbácea
0	Albercas, asentamientos humanos, asentamientos humanos irregulares, balneario, canales y estanques, frutales, granjas, bodegas, viveros, infraestructura, instalaciones deportivas, terracerías, terreno baldío, vialidades pavimentadas, zona lotificada sin construcciones, zona sin vegetación aparente

Tabla 14. Calificación del uso de suelo (CAUSO).

Una vez realizado lo anterior, se tomaron los valores de IAVIE, CATEX y CAUSO, y se multiplicaron para obtener la erosión laminar eólica en toneladas por hectárea por año.

$$\boldsymbol{Erosión\ Eólica\ =\ IAVE\ x\ CATEX\ x\ CAUSO}$$

La memoria de cálculo (en formato Excel) se adjunta en una USB anexa al presente documento.

- **Erosión Eólica Potencial**

La *Erosión Potencial* se refiere a la tasa erosiva probable de un sitio sin tomar en cuenta su superficie, mientras que la *Erosión Real* es la tasa erosiva al anual existente en una superficie se expresa en Ton/Año. La Erosión Eólica Potencial del SA arroja un total de **1,728.9472 Ton/Ha/Año** y se encuentra distribuida en diferentes clases de degradación, como se indica en la Tabla 15:

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Erosión Ligera	Menor de 12 ton/año	4,665.1188	42.10%
Erosión Moderada	De 12 a 50 ton/año	6,359.8548	57.40%
Erosión Alta	De 50 a 200 ton/año	55.5229	0.50%
Erosión Muy Alta	Mayor de 200 ton/año	0.0000	0.00%
Sin información	----------	0.0000	0.00%
TOTAL		**11,080.4964**	**100%**

Tabla 15. Clases de Degradación Eólica en el SA.

- **Erosión Eólica Actual Real**

La *Erosión Real* se define como aquella que se presenta en una superficie delimitada y se expresa en Ton/Año. Si se desea conocer la Erosión Eólica Real del área, se debe multiplicar el valor de la *Erosión Potencial* por la superficie de cada polígono, el resultado refleja la Erosión Eólica Actual presente. Esto se realizó en la superficie del SA; obteniendo la corrección, donde la Erosión Eólica Real Actual es de **254,192.9874 Ton/Año**.

En la Figura 15 se ilustra la clasificación presentada previamente:

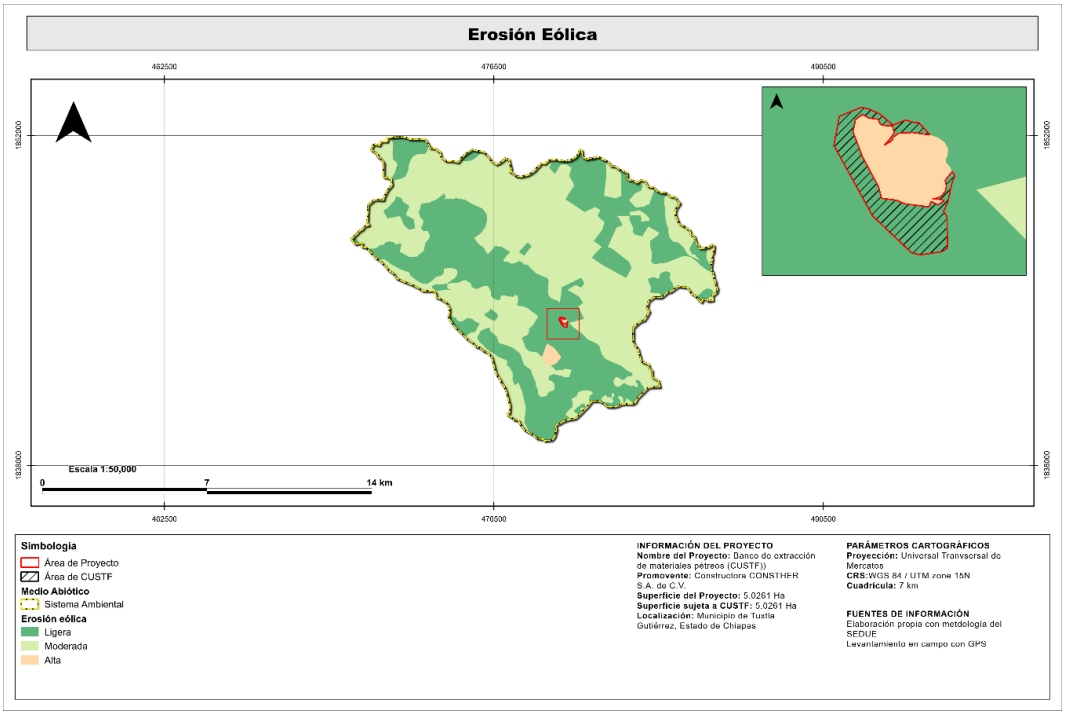


Figura 15. Erosión Eólica del SA y el área del proyecto.

4.2.1.7.2. Área del Proyecto

4.2.1.7.2.1. Erosión hídrica previo al CUSTF

- **Erosión Hídrica Potencial**

La Erosión Hídrica Potencial en el área de CUSTF presenta una sumatoria de **6,129.062 Ton/Ha/Año** y se encuentra distribuida en diferentes clases de degradación, como se indica en la siguiente tabla.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Erosión Ligera	Menor de 12 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Alta	De 50 a 200 Ton/Año	0.000	0.00%
Erosión Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	5.0262	100.00%
Sin información	----------	0.0000	0.00%
TOTAL		5.0262	100.00%

Tabla 16. Clases de Degradación Hídrica previo al CUSTF.

En la Figura 16 se ilustra la clasificación presentada previamente:

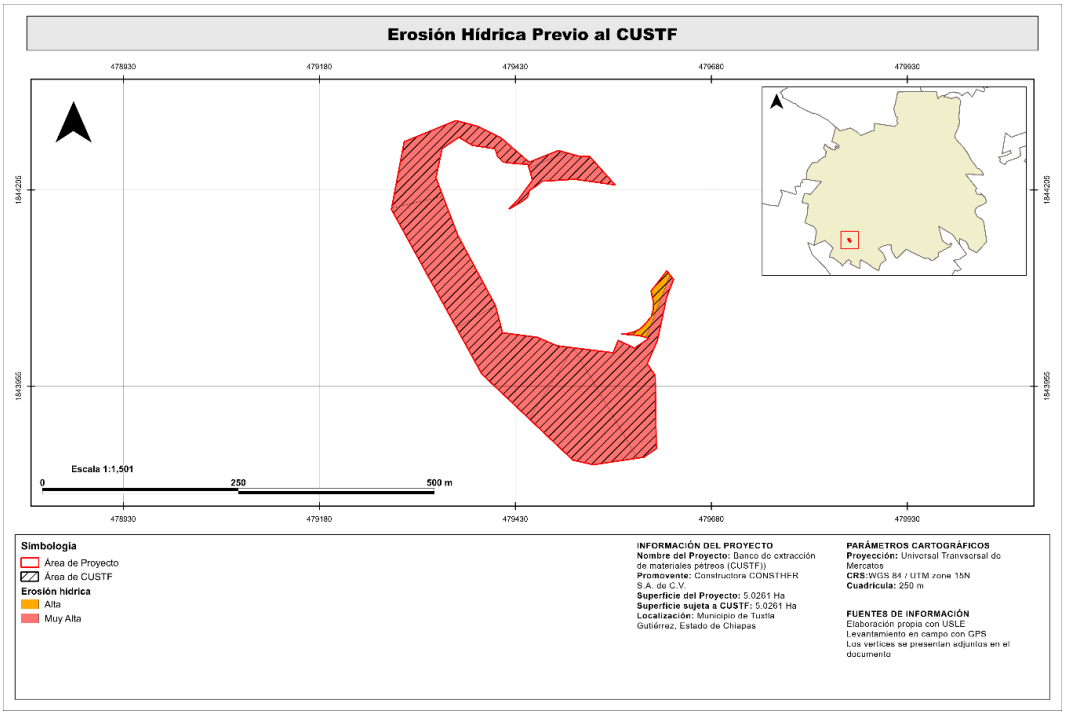


Figura 16. Erosión Hídrica actual del proyecto.

- **Erosión Hídrica Actual Real**

La *Erosión Real* se define como aquella que se presenta en una superficie delimitada y se expresa en Ton/Año. Si se desea conocer la Erosión Hídrica Real del área, se debe multiplicar el valor de la EH_{POT} por la superficie de cada polígono, el resultado refleja la Erosión Hídrica Actual presente, lo anterior es conocido también como **Erosión Hídrica Real Actual (EH_{REAL})**, pues se puede inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de área de CUSTF; obteniendo la corrección, donde la Erosión Hídrica Real Actual es de **3,116.716 Ton/Año**. En la siguiente tabla, se presenta el desglose de la tasa de erosión hídrica en cada etapa del área de CUSTF.

Etapa	Erosión	
	Potencial (Ton/ha/año)	Real (Ton/Año)
Etapa 1	2,685.583	743.822
Etapa 2	1,789.013	739.597
Etapa 3	528.82	516.922
Etapa 4	539.751	548.819
Etapa 5	585.895	567.556
Total	**6,129.062**	**3,116.716**

Tabla 17. Tasa de erosión hídrica en las etapas previo al CUSTF.

4.2.1.7.2.2. Erosión hídrica posterior al CUSTF

- **Erosión Hídrica Potencial**

La Erosión Hídrica Potencial en el área de CUSTF tras la remoción de la cobertura vegetal presentará un total de **12,258.124 Ton/Ha/Año** y se encuentra distribuida en diferentes clases de degradación, como se indica en la siguiente tabla.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Erosión Ligera	Menor de 12 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Alta	De 50 a 200 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	5.0262	100.00%
Sin información	----------	0.0000	0.00%
TOTAL		5.0262	100.00%

Tabla 18. Clases de Degradación Hídrica posterior al CUSTF.

En la Figura 17 se ilustra la clasificación presentada previamente:

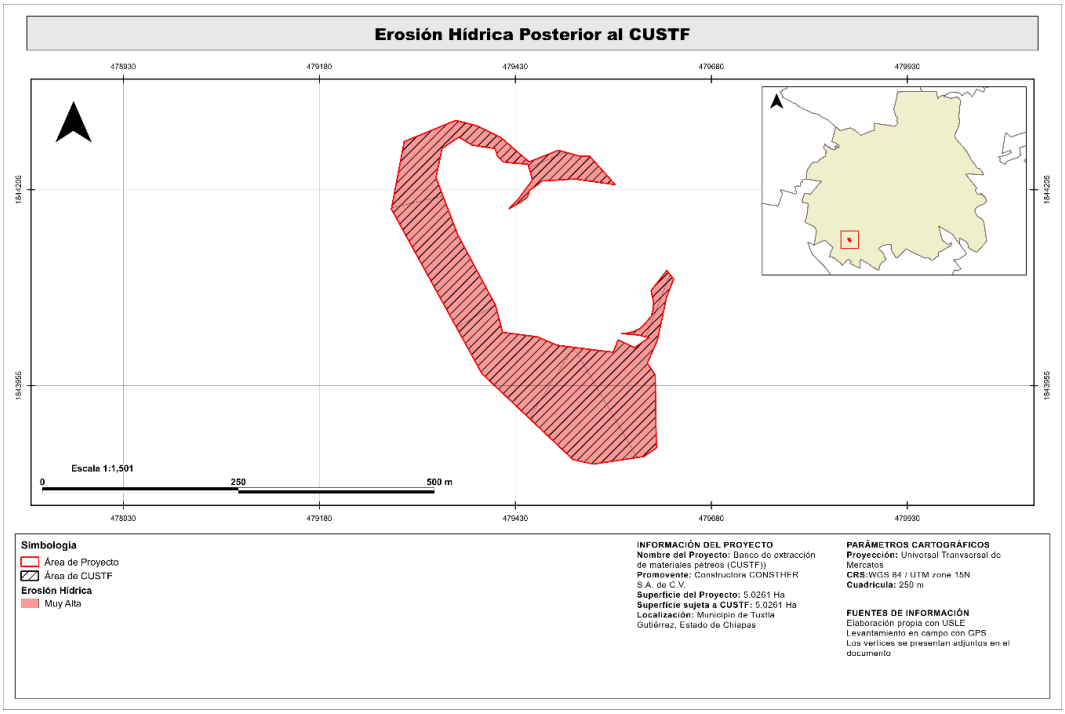


Figura 17. Erosión Hídrica posterior al CUSTF.

- **Erosión Hídrica Actual Real**

Tras la remoción de la cobertura vegetal en el área de CUSTF, la Erosión Hídrica Real ascenderá a **6,233.431 Ton/Año**. En la siguiente tabla, se presenta el desglose de la tasa de erosión hídrica en cada etapa del área de CUSTF.

Etapa	Erosión Real (Ton/Año)		
	Previo al CUSTF	Posterior al CUSTF	Diferencia
Etapa 1	743.82	1,487.64	743.82
Etapa 2	739.60	1,479.19	739.60
Etapa 3	516.92	1,033.84	516.92
Etapa 4	548.82	1,097.64	548.82
Etapa 5	567.56	1,135.11	567.56
Total	**3,116.72**	**6,233.43**	**3,116.72**

Tabla 19. Tasa de erosión hídrica en las etapas posterior al CUSTF.

4.2.1.7.2.4. Erosión eólica previo al CUSTF

- **Erosión Eólica Potencial**

La *Erosión Potencial* se refiere a la tasa erosiva probable de un sitio sin tomar en cuenta su superficie, mientras que la *Erosión Real* es la tasa erosiva al anual existente en una superficie se expresa en Ton/Año. La Erosión Eólica Potencial en el área de CUSTF arroja un total de **74.777 Ton/Ha/Año** y se encuentra distribuida en diferentes clases de degradación, como se indica en la Tabla 20:

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Erosión Ligera	Menor de 12 Ton/Año	5.0262	100.00%
Erosión Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Alta	De 50 a 200 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	0.0000	0.00%
Sin información	----------	0.0000	0.00%
TOTAL		5.0262	100.00%

Tabla 20. Clases de Degradación Eólica previo al CUSTF.

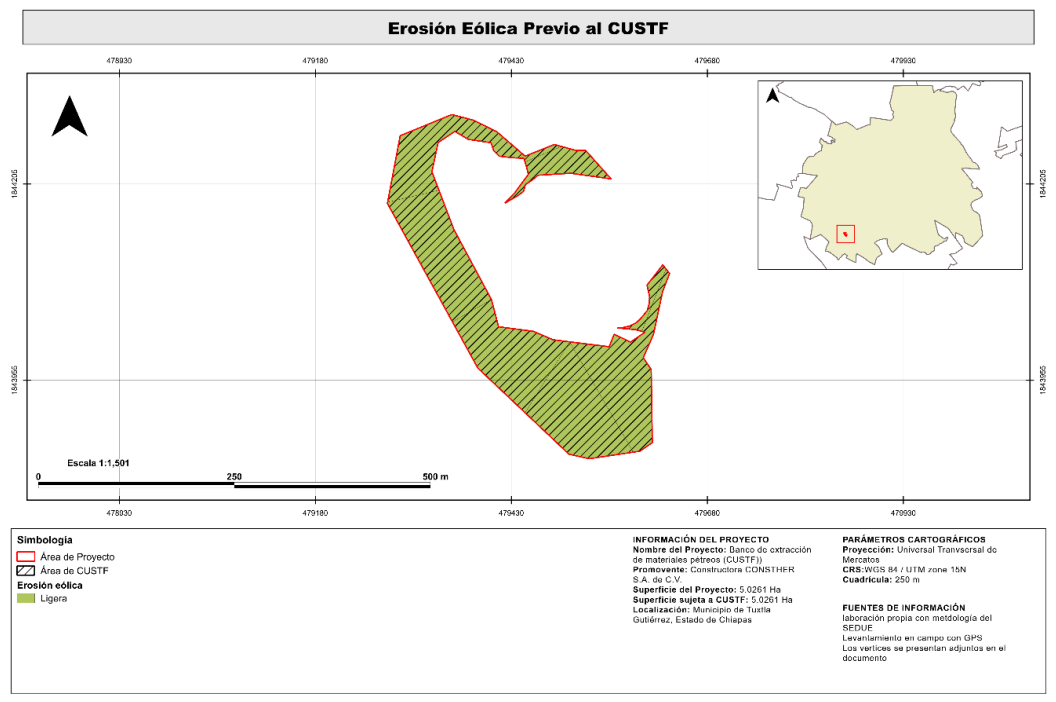


Figura 18. Erosión Eólica previo al CUSTF.

- **Erosión Eólica Actual Real**

La *Erosión Real* se define como aquella que se presenta en una superficie delimitada y se expresa en Ton/Año. Si se desea conocer la Erosión Hídrica Real del área, se debe multiplicar el valor de la EH_{POT} por la superficie de cada polígono, el resultado refleja la Erosión Hídrica Actual presente, lo anterior es conocido también como **Erosión Hídrica Real Actual (EH_{REAL})**, pues se puede inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de área de CUSTF; obteniendo la corrección, donde la

Erosión Eólica Real Actual es de **53.056 Ton/Año**. En la siguiente tabla, se presenta el desglose de la tasa de erosión eólica en cada etapa del área de CUSTF.

Etapa	Erosión	
	Potencial (Ton/ha/año)	Real (Ton/Año)
Etapa 1	21.622	11.038
Etapa 2	21.622	10.873
Etapa 3	10.511	10.275
Etapa 4	10.511	10.688
Etapa 5	10.511	10.182
Total	**74.777**	**53.056**

Tabla 21. Tasa de erosión eólica en las etapas previo al CUSTF.

4.2.1.7.2.5. Erosión eólica posterior al CUSTF

La Erosión Eólica Potencial en el área de CUSTF tras la remoción de la cobertura vegetal presentará un total de **186.936 Ton/Ha/Año** y se encuentra distribuida en diferentes clases de degradación, como se indica en la siguiente tabla.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Erosión Ligera	Menor de 12 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	5.0262	100.00%
Erosión Alta	De 50 a 200 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	0.0000	0.00%
Sin información	----------	0.0000	0.00%
TOTAL		5.0262	100.00%

Tabla 22. Clases de Degradación Eólica posterior al CUSTF.

En la Figura 19 se ilustra la clasificación presentada previamente:

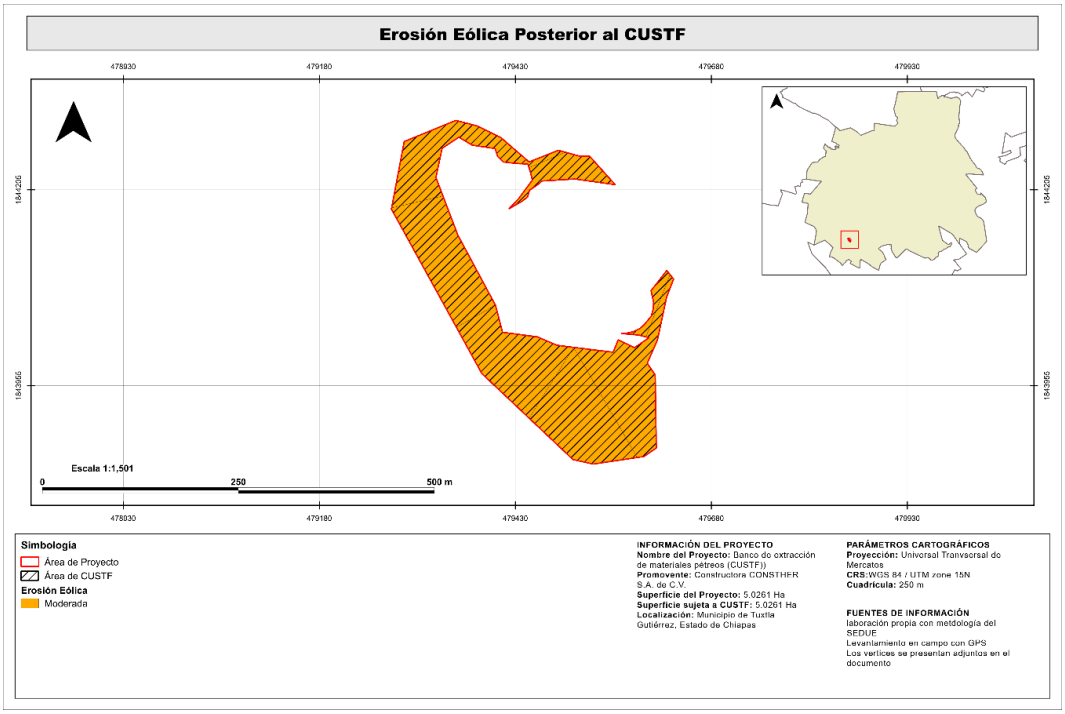


Figura 19. Erosión eólica posterior al CUSTF.

- **Erosión Hídrica Actual Real**

Tras la remoción de la cobertura vegetal en el área de CUSTF, la Erosión Eólica Real ascenderá a **132.632 Ton/Año**. En la siguiente tabla, se presenta el desglose de la tasa de erosión hídrica en cada etapa del área de CUSTF.

Etapa	Erosión Real (Ton/Año)		
	Previo al CUSTF	Posterior al CUSTF	Diferencia
Etapa 1	11.038	27.594	16.556
Etapa 2	10.873	27.182	16.309
Etapa 3	10.275	25.685	15.410
Etapa 4	10.688	26.717	16.029
Etapa 5	10.182	25.454	15.272
Total	**53.056**	**132.632**	**79.576**

Tabla 23. Tasa de erosión hídrica en las etapas posterior al CUSTF.

4.2.1.7.4. Análisis de las tasas de erosión

Teniendo en cuenta lo expuesto previamente, se obtuvieron las tasas de erosión hídrica y eólica en el área de CUSTF:

- **Erosión Laminar Hídrica:**

Actualmente, en el área de CUSTF, se presenta una tasa erosiva hídrica de **3,116.72 Ton/Año**, mientras que, tras la remoción de la cobertura vegetal por la ejecución del CUSTF, la tasa erosiva aumentará a **6,233.43 Ton/Año**, lo que indica una diferencia de **3,116.72 Ton/Año**.

- **Erosión Laminar Eólica:**

Actualmente, en el área de CUSTF, se presenta una tasa erosiva eólica de **53.06 Ton/Año**, mientras que, tras la remoción de la cobertura vegetal por la ejecución del CUSTF, la tasa erosiva aumentará a **132.63 Ton/Año**, lo que indica una diferencia de **79.58 Ton/Año**.

- **Análisis General**

Teniendo en cuenta las tasas de erosión hídrica y eólica, en el área de CUSTF se estima actualmente una pérdida de **3,169.77 Ton/Año**. Sin embargo, como consecuencia de la remoción de la cobertura forestal asociada al CUSTF, esta pérdida ascenderá a **6,366.06 Ton/Año**. Lo anterior representa un aumento de **3,196.29** Ton/Año de suelo erosionado, lo cual deberá ser mitigado y compensado por medio de la aplicación de medidas.

4.2.1.8. Infiltración

La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra en el suelo, a través de la superficie de la tierra, y queda retenida por ella o alcanza un nivel acuífero incrementando el volumen acumulado anteriormente. Superada por la capacidad de campo del suelo, el agua desciende por la acción conjunta de las fuerzas capilares y de la gravedad. Esta parte del proceso recibe distintas denominaciones: percolación, infiltración eficaz, infiltración profunda, etc.

La representación del proceso de infiltración queda ejemplificada en el modelo siguiente:

$$\mathbf{Infiltración} = \mathrm{P} - \mathrm{ETR} - \mathrm{Ve}$$

Donde:

P = Precipitación.
ETR= Evapotranspiración.
Ve= Volumen de escurrimiento.

Precipitación

Para los datos de la precipitación, se tomaron los valores de la precipitación media anual de las estaciones cercanas al Sistema Ambiental, convirtiendo el valor de milímetros a metros, multiplicado por la superficie del SA en metros.

Evapotranspiración

Es la cantidad de Agua que retorna a la Atmósfera, tanto por la transpiración de la vegetación como por la evaporación del suelo en m. Esta se calcula mediante la siguiente formula

$$\boldsymbol{ETP = 16 \times \left(10\frac{T}{I}\right)^{a}}$$

Donde:

T = *Temperatura Media Mensual (°C).*
ETP = *Evapotranspiración.*
a = *Función del Índice de Calor Anual.*
Ve = *Índice de Calor Anual.*

El índice de calor anual (I) se calcula mediante:

$$\boldsymbol{I = \left({}^{T}/_{5}\right)^{1.514}}$$

Donde:

T = Temperatura Media Mensual (°C).

La función (a) se calcula mediante:

$$\boldsymbol{a = \left(0.000000675 \times I^{3}\right) - \left(0.0000771 \times I^{2}\right) + \left(0.01792 \times I\right) + 0.49239}$$

Escurrimiento

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de un gran número de factores tales como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y la geomorfología del área, entre otros (Torres y Guevara, 2002).

En México existen pocos trabajos sobre estimaciones de captura de agua en zonas arboladas. Dentro de los trabajos pioneros en esta área se encuentra el de Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED. La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales que a continuación se presenta se desarrolló siguiendo el modelo de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento

(Torres y Guevara, 2002). El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (Ce) se puede estimar como sigue:

$$\mathbf{Ce} = \frac{\mathrm{K}\,(P-250)}{2000} \qquad \textbf{\textit{Cuando K es igual o menor a 0.15}}$$

$$\mathbf{Ce} = \frac{K\,(P-250)}{2000} + \frac{(K-0.15)}{1.5} \qquad \textbf{\textit{Cuando K es mayor que 0.15}}$$

Donde:

Ce = Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies

P = Precipitación media anual (m).

K = Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo.

El factor K está en función de la cobertura de los diferentes estratos vegetativos y el tipo de suelo. Los valores que puede tomar con base a las variables señaladas se encuentran tabulados en la tabla siguiente.

Uso de suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Cuerpo de agua	0.00	0.00	0.00
Bosque de encino	0.07	0.16	0.24
Bosque mesófilo de montaña	0.07	0.16	0.24
Bosque de oyamel (incluye ayarín y cedro)	0.07	0.16	0.24
Bosque de pino	0.07	0.16	0.24
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	0.07	0.16	0.24
Selva alta y mediana perennifolia	0.07	0.16	0.24
Selva alta y mediana subperennifolia	0.07	0.16	0.24
Bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.12	0.22	0.26
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino) con vegetación secundaria	0.12	0.22	0.26
Bosque de pino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.12	0.22	0.26
Bosque mesófilo de montaña con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.12	0.22	0.26
Selva alta y mediana perennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.12	0.22	0.26
Selva alta y mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.12	0.22	0.26
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	0.12	0.22	0.26
Selva baja perennifolia	0.12	0.22	0.26
Selva baja subperennifolia	0.12	0.22	0.26
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	0.12	0.22	0.26
Selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.17	0.26	0.28
Selva baja espinosa con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.17	0.26	0.28
Selva baja perennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.17	0.26	0.28
Selva baja subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.17	0.26	0.28
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.17	0.26	0.28
Vegetación de galería (incluye bosque, selva y vegetación de galería)	0.17	0.26	0.28
Pradera de alta montaña	0.18	0.24	0.30
Chaparral	0.20	0.24	0.30
Pastizal cultivado	0.20	0.24	0.30
Sabana	0.20	0.24	0.30
Manglar	0.22	0.28	0.30
Palmar	0.22	0.28	0.30
Agricultura de riego (incluye riego eventual)	0.24	0.27	0.3

Uso de suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Agricultura de temporal con cultivos anuales	0.24	0.27	0.3
Agricultura de temporal con cultivos permanentes y semipermanentes	0.24	0.27	0.3
Vegetación de dunas costeras	0.24	0.27	0.3
Pastizal inducido	0.24	0.28	0.3
Popal-tular	0.24	0.28	0.3
Área sin vegetación aparente	0.26	0.28	0.3
Asentamiento humano	0.27	0.29	0.32

Tabla 24. Valores de K en función del tipo de suelo.

FUENTE: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999.
A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).
B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).
C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Una vez estimado el coeficiente de escurrimiento (Ce) es posible estimar el volumen de escurrimiento anual (Ve), el que está dado por la expresión siguiente:

$$Ve = Pa \times At \times Ce$$

Donde:

Ve = Escurrimiento anual (m^3)

Pa = Precipitación media anual (m)

At = Área total (m^2)

Ce = Coeficiente de escurrimiento (adimensional).

Los cálculos anteriores se realizaron en una memoria de cálculo (en formato Excel), misma que se adjunta en una USB al presente documento.

- **Sistema Ambiental**

De los resultados obtenidos, se establece que el SA recibe en promedio anualmente 110,712,661.467 m^3 (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 17,947,838.887 m^3 (16.21%) se pierden en los escurrimientos superficiales, 14,786,811.374 m^3 (13.36%) regresan a la atmósfera por evapotranspiración y **77,978,011.206 m^3 (70.43%)** se infiltran contribuyendo a la recarga de acuíferos. Lo anterior, se muestra a detalle en la Tabla 25:

Precipitación	ETR	Escurrimiento	Infiltración
110,712,661.467	14,786,811.374	17,947,838.887	77,978,011.206
100.00%	13.36%	16.21%	70.43%

Tabla 25. Balance Hidrológico en el SA.

- **Área del Proyecto**

Tasa de infiltración previo al CUSTF

De los resultados obtenidos se desprende que el área de la superficie propuesta a CUSTF, actualmente recibe en promedio anualmente 50,219.117 m^3 (100%) de agua por medio de

la precipitación, de la cual 6,707.287 m^3 (13.36%) regresan a la atmósfera por evapotranspiración; mientras que el Volumen de Escurrimiento es de 7,527.844 m^3 (14.99 %) y la infiltración es de 35,983.986 m^3 (71.65%). En la siguiente tabla, se presenta el balance hídrico de las etapas del área sujeta a CUSTF:

Etapas	Volumen (m^3)			
	Precipitación	ETR	Escurrimiento	Infiltración
1	10,446.288	1,395.211	1,565.898	7,485.179
2	10,167.520	1,357.978	1,524.111	7,285.431
3	9,766.854	1,304.465	1,464.051	6,998.338
4	10,159.527	1,356.911	1,522.913	7,279.703
5	9,678.928	1,292.722	1,450.871	6,935.335
Total	**50,219.117**	**6,707.287**	**7,527.844**	**35,983.986**

Tabla 26. Balance hídrico previo al CUSTF.

Tasa de infiltración posterior al CUSTF

En cuanto a las condiciones posteriores al CUSTF, se estima que en promedio anualmente se recibirán 50,219.117 m^3 (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 6,707.290 m^3 (13.36%) regresarán a la atmósfera por evapotranspiración; mientras que el Volumen de Escurrimiento ascenderá a 10,665.284 m^3 (21.24 %) y la tasa de infiltración será de 32,846.546 m^3 (65.41%).

En la siguiente tabla, se presenta el balance hídrico de las etapas del área sujeta a CUSTF:

Etapas	Volumen (m^3)			
	Precipitación	ETR	Escurrimiento	Infiltración
1	10,446.288	1,395.210	2,218.530	6,832.550
2	10,167.520	1,357.980	2,159.327	6,650.213
3	9,766.854	1,304.470	2,074.236	6,388.144
4	10,159.527	1,356.910	2,157.629	6,644.991
5	9,678.928	1,292.720	2,055.562	6,330.648
Total	**50,219.117**	**6,707.290**	**10,665.284**	**32,846.546**

Tabla 27. Balance hídrico posterior al CUSTF.

Análisis de las tasas de infiltración

Derivado de lo anterior se establece que en el área de CUSTF, actualmente se infiltran **35,983.99 m^3**, mientras que, tras la remoción de la cobertura vegetal, se infiltrarán **32,846.55 m^3** de agua. Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que se tendrá un descenso de **3,137.44 m^3** de agua, por lo que se deberán de implementar las medidas necesarias para su mitigación y/o compensación.

En la siguiente tabla, se presenta el resumen de las tasas de infiltración en las etapas del área sujeta a CUSTF.

Disminución en la tasa de infiltración (m^3)			
Etapas	**Previo al CUSTF**	**Posterior al CUSTF**	**Diferencia**
1	7,485.18	6,832.55	652.63
2	7,285.43	6,650.21	635.22
3	6,998.34	6,388.14	610.19
4	7,279.70	6,644.99	634.71

Disminución en la tasa de infiltración (m^3)			
5	6,935.34	6,330.65	604.69
Total	**35,983.99**	**32,846.55**	**3,137.44**

Tabla 28. Resumen de tasas de infiltración en las etapas del área de CUSTF.

4.2.1.8.1. Calidad del Agua

En relación a la calidad del agua dentro del SA y área del proyecto, se presentan valores cuantitativos sobre la situación del recurso hídrico en dicha poligonal, con base en los indicadores de la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua operada por la Gerencia de Calidad del Agua de la CONAGUA, que son utilizados para determinar el estado de contaminación de los cuerpos y corrientes de agua en México.

Los indicadores considerados para el agua superficial son los siguientes:

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días** (DBO_5): Se encarga de medir la cantidad de Oxígeno necesario o consumido para la descomposición microbiológica (oxidación) de la materia orgánica en el agua. Se define como la cantidad total de Oxígeno requerido por los microorganismos para oxidar la materia orgánica descompuesta.
- **Demanda Química de Oxígeno** (DQO): Es la medida del Oxígeno consumido por la oxidación de la materia orgánica e inorgánica en una prueba específica. Su determinación permite medir en un residuo la cantidad total de Oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica a Dióxido de Carbono y agua.
- **Sólidos Suspendidos Totales** (SST): Los sólidos estiman la cantidad de materia sólida, suspendida o disuelta (residuo filtrable), presente en el agua, entre la que se encuentra la materia flotante, coloidal y en solución. Indica la cantidad de residuo retenido en un filtro de fibra de vidrio con tamaño de poro nominal de un micrón y hace referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial.
- **Coliformes Fecales** (CF): Parámetro indicador de contaminación fecal en los cuerpos de agua. Si bien las bacterias coliformes no suelen causar enfermedades, se emplean como indicador de la calidad del agua porque su presencia se relaciona con la de varios patógenos, más difíciles de detectar, como son Salmonella, Shigella y Vibrio, causantes de gastroenteritis, disentería, tifoidea y cólera, así como de virus, excretados por los portadores de la enfermedad.
- ***Escherichia coli*** (E_COLI): Funciona como indicador de contaminación fecal y posible presencia de patógenos más específico, dado que otras coliformes pueden tener un origen no fecal y existir en aguas naturales no contaminadas.
- **Enterococos Fecales** (ENTEROC_FEC): Similar a los dos parámetros previos, los enterococos funcionan como indicador de contaminación fecal en agua de mar. No obstante, como con los coliformes, algunos enterococos que pueden identificarse en aguas pueden proceder de otros hábitats, no necesariamente de origen contaminante.
- **Oxígeno Disuelto** (OD%): Cantidad efectiva de Oxígeno gaseoso (O_2) en el agua, expresada en términos de su proporción en el agua saturada (porcentaje). Este

parámetro es un indicador de la capacidad de un cuerpo para mantener la vida acuática.

- **Toxicidad Aguda** (TOX): Indicador que permite evaluar el efecto tóxico integral en una muestra de agua de la que no se conocen los diversos elementos, sustancias o sus mezclas presentes y que son capaces de provocar efectos adversos en los seres vivos. Para su determinación, la CONAGUA emplea dos organismos de prueba: la bacteria *Vibrio fischeri* y el cladócero *Daphnia magna*, mediante métodos estandarizados.

Para establecer la clasificación de la calidad de agua de un sitio específico, se utiliza un semáforo con intervalos de concentración para cada parámetro indicador en una escala de color: verde representando una mejor calidad, amarillo para una calidad intermedia y rojo para una mala calidad; como se observa en la Figura siguiente:

Indicador	No cumple	Cumple
DBO	Rojo	Verde
DQO	Rojo	Verde
TOX	Rojo	Verde
ENTEROC	Rojo	Verde
E_COLI	Amarillo	Verde
CF	Amarillo	Verde
SST	Amarillo	Verde
OD%	Amarillo	Verde

Figura 20. Semaforización de los Indicadores de Calidad del Agua.

Si los resultados de calidad del agua indican incumplimiento en uno o más de los primeros 4 indicadores (DBO, DQO, TOX, ENTEROC), el sitio se cataloga con el color rojo. Si los resultados de calidad de agua indican incumplimiento en uno o más de los siguientes 4 indicadores (E_COLI, CF, SST, OD%) el sitio se pinta de amarillo. En caso de cumplir con todos los indicadores, el semáforo se pone en verde.

Consultando los datos geográficos de los indicadores de calidad del agua superficial a nivel nacional, se identificó un sitio de muestreo que incide en el SA y 3 (tres) que se encuentran cercanos a esta y que corresponden a corrientes que se encuentran dentro, por lo cual, también se consideraron en el análisis. Por su parte, se identificó un punto de muestreo cercano al sitio de CUSTF a una distancia aproximada de 2.3 km al Noroeste. La información de dichos sitios se presenta en la siguiente tabla:

Zona de Análisis	Clave	Sitio	Municipio	Tipo
SA y Proyecto	OCFSU6487	Arroyo Sabinal (Aguas arriba)	Tuxtla Gutiérrez	Lótico
SA	OCFSU2992*	Club Campestre		
SA	OCFSU6486*	Puente Suchiapa	Suchiapa	
SA	OCFSU6485*	Arroyo Sabinal		

Tabla 29. Sitios de Muestreo de Calidad del Agua en el SA.

**El sitio de muestreo no se ubica dentro del SA, sin embargo, el cuerpo de agua analizado incide dentro de este; por lo que se ha tomado en cuenta para el presente análisis.*

En seguida, se presentan los valores del periodo 2012 a 2023, de los indicadores de los sitios de monitoreo previamente mencionados, así como el color de semáforo correspondiente (Tabla 30):

Clave	DBO_5		DQO_5		SST		CF		OD		TOX D		TOX V		Semáforo
	mg/L	CAL	mg/L	CAL	mg/L	CAL	NMP/ 100mL	CAL	%	CAL	TA	CAL	TA	CAL	
OCFSU6487	14.7	A	30.49	A	40	B	24,000	FC	67.40	B	<1	NT	<1	NT	Amarillo
OCFSU2992	3.80	B	15.97	B	16	E	1,500	C	65.04	B	<1	NT	1.12	TB	Amarillo
OCFSU6486	45.85	C	283.89	FC	2,167	FC	1,665	C	69.65	B	6.63	AT	<1	NT	Rojo
OCFSU2992	3.80	B	15.97	B	16	E	1,500	C	65.04	B	<1	NT	1.12	TB	Amarillo

Tabla 30. Calidad del Agua en Sitios de Corrientes de Agua Lóticas dentro del SA.

TOX D= Toxicidad Daphnia magna, 48 horas; TOX V= Toxicidad Vibrio fischeri, 15 minutos; TA= Unidades de Toxicidad; CAL= Calidad del parámetro; E= Excelente; B= Buena; A= Aceptable; C= Contaminada; FC= Fuertemente contaminada; TB= Toxicidad Baja; TM= Toxicidad Moderada; AT= Toxicidad Alta; NT= No Tóxico.

De lo anterior, se puede constatar que los 4 sitios de muestreo cuentan con una mala calidad del agua, especialmente en el parámetro de Coliformes Fecales que presenta los valores más altos (desde *Contaminada* a *Fuertemente Contaminada*); por lo cual, es evidente que existen indicios de perturbación y/o contaminación del agua al interior del SA debido a la presencia de materia fecal, misma que puede originarse por descargas de aguas residuales irregulares hacia estas corrientes de agua. Es importante mencionar que estos sitios de muestreo se encuentran dentro y/o cercanos a asentamientos humanos, lo que corrobora la hipótesis mencionada.

Por otro lado, los valores correspondientes a DBO_5, DQO, SST y OD son los que presentan rangos desde *Aceptable* hasta *Buena* con respecto a los niveles de calidad del agua.

En cuanto al proyecto de CUSTF, se considera que no aportará a la contaminación del agua, debido a que se implementarán las medidas de prevención y mitigación durante su desarrollo; tales como: prohibir arrojar residuos de cualquier índole al suelo y/o a las corrientes de agua cercanas, no se realizará el mantenimiento preventivo de maquinaria dentro de las áreas de CUSTF y en caso de derrames de sustancias contaminantes se atacará el sitio con medidas de remediación siguiendo la normativa aplicable.

Asimismo, es importante recordar que en la zona existen bancos de extracción de material pétreo, por lo que el uso propuesto tras las acciones de CUSTF se integrará a un entorno que por años se ha mostrado resiliente ante diversos factores que podrían haber afectado la calidad del agua de las corrientes cercanas.

Sin embargo, con el objetivo de comprobar y afirmar que el proyecto no causará el deterioro de la calidad del agua ni aumentará los niveles actuales, se propone la ejecución de muestreos de calidad del agua en las corrientes cercanas al CUSTF, de preferencia en los mismos puntos realizados por la CONAGUA a fin de contar con márgenes de referencia y/o en otros sitios de importancia, con el fin de cerciorarse que los parámetros de calidad del agua se encuentren dentro de rangos similares.

4.2.2. Aspectos Bióticos

4.2.2.1. Vegetación Terrestre

Al igual que en la caracterización de los aspectos físicos del medio, para los elementos del medio biológico, la información que aquí se vierta será para el marco geográfico definido como SA. De acuerdo a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2005), a lo largo del territorio nacional se distribuye una gran diversidad de comunidades vegetales naturales como los bosques, selvas, matorrales y pastizales, junto con amplios terrenos dedicados a actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y zonas urbanas. A las diferentes formas en que se emplea un terreno y su cubierta vegetal se les conoce como **Uso del Suelo y Vegetación**.

Tipo y Caracterización de la Vegetación

De acuerdo con la *Guía de Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación* del INEGI (2015) se tiene que:

- ***Vegetación Primaria:*** Es aquella en la que la vegetación no presenta alteración significativa o la degradación no es tan manifiesta.
- ***Vegetación Secundaria:*** Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por los diversos factores humanos o naturales, como resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

La vegetación secundaria se divide en tres estratos:

- **Arbóreo:** Conformado por plantas leñosas de gran tamaño conocidas como árboles. Estas presentan un solo tallo principal o tronco bien definido y, por lo general, alcanzan alturas mayores a 4 metros. Constituyen la capa superior de la vegetación en bosques y selvas, formando el dosel que cubre y protege los estratos inferiores
- **Arbustivo:** Integrado por plantas leñosas de menor tamaño que los árboles, comúnmente llamadas arbustos. Se caracterizan por tener varios tallos que nacen desde la base y por alcanzar alturas aproximadas de entre 1 y 4 metros. Este estrato se localiza debajo del arbóreo y funciona como una capa intermedia dentro de la estructura de la vegetación.
- **Herbáceo:** Comprende plantas de tallo blando, es decir, no leñoso. Generalmente tienen una altura menor a 1 metro e incluyen pastos, hierbas y otras plantas pequeñas.

En lo que respecta al uso agrícola que se desarrolla dentro del país, se incluyen también plantaciones de bosques cultivados y pastizales cultivados. Por su lado, el tiempo de ocupación del terreno puede clasificarse en:

- ***Permanente:*** La ocupación del terreno para cultivo es mayor de 5 años.
- ***Nómada:*** la ocupación del terreno dura de 1 a 3 años y posteriormente se deja de utilizar. Este tipo de agricultura constituye una capa independiente en la información.

La temporalidad de los cultivos se clasifica como:

- ***Temporal:*** Cuando el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia.
- ***Riego:*** Cuando el suministro de agua utilizada para su desarrollo es suministrado por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, etc.

Asimismo, de acuerdo con la duración de los cultivos, pueden ser:

- ***Anuales:*** Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año.
- ***Semipermanentes:*** Cuando su ciclo vegetativo dura entre uno y diez años.
- ***Permanentes:*** La duración del cultivo es superior a diez años.

Con base a la Carta Temática de Uso de Suelo Vegetación (USV), Serie VII del INEGI (2021), el SA se encuentra sobre 9 diferentes tipos de USV, como se ilustran en la Figura 21 y se detalla en la Tabla 31; mientras que el proyecto incide sobre dos categorías: **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia** y **Asentamientos Humanos**, como se detalla en la Tabla 32.

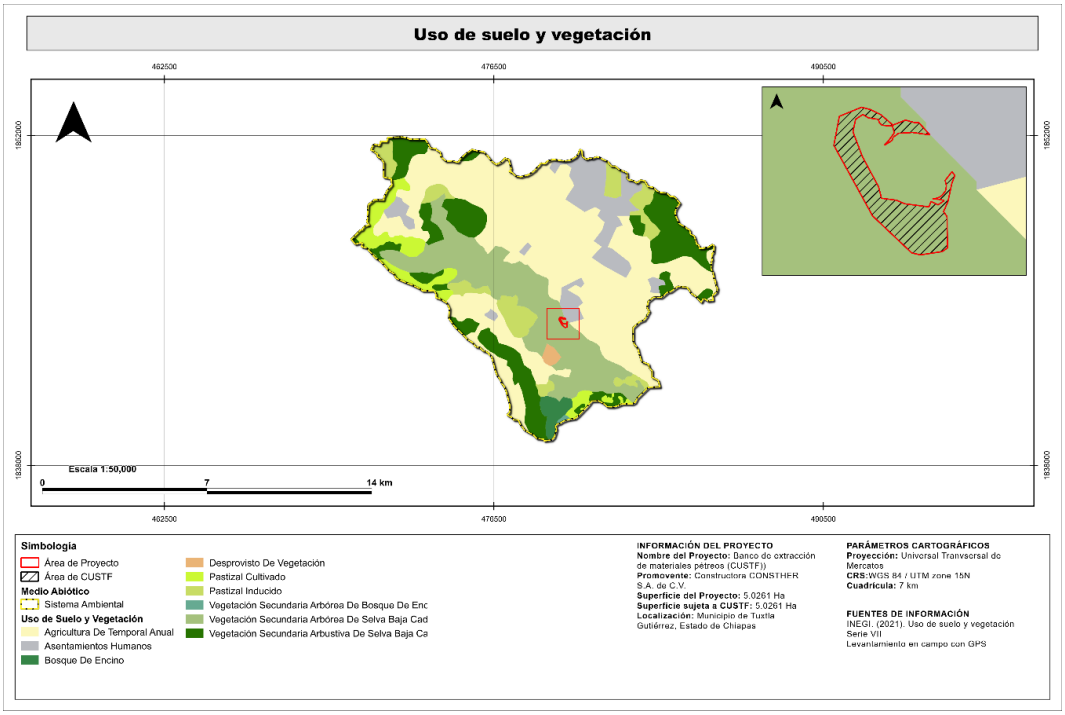


Figura 21. Usos de Suelo y Vegetación en el Sistema Ambiental.

Clave	Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
ADV	Desprovisto de Vegetación	47.5468	0.43%
AH	Asentamientos Humanos	975.1188	8.80%
BQ	Bosque de Encino	140.7774	1.27%
PC	Pastizal Cultivado	546.7208	4.93%
PI	Pastizal Inducido	715.5127	6.46%

Clave	Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
TA	Agricultura de Temporal Anual	4,972.3929	44.88%
VSA/BQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino	9.5612	0.09%
VSa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	1,660.0020	14.98%
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	2,012.8636	18.17%
Total		11,080.4962	100.00%

Tabla 31. Superficie de Usos de Suelo y Vegetación en el Sistema Ambiental.

Uso de Suelo y Vegetación	Área de CUSTF	
	Ha	**%**
Asentamientos Humanos	0.0005	0.01
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	5.0256	99.99
Total	**5.0261**	**100.00**

Tabla 32. Superficies ocupadas por Usos de Suelo y Vegetación del Área del Proyecto.

En seguida, se describen los usos de suelo presentes en el SA:

Usos de Suelo

- **Desprovisto de Vegetación:** Se refiere a aquellas superficies de terreno donde la cobertura vegetal es inexistente o muy escasa.
- **Asentamientos Humanos:** Se refiere al establecimiento de un conglomerado demográfico en un área físicamente localizada, que incluye sistemas de convivencia y obras materiales. En términos de uso de suelo, los asentamientos humanos implican la ocupación de tierras para viviendas, infraestructura urbana, servicios públicos y equipamientos.
- **Pastizal Cultivado:** Este tipo de comunidad está destinada a la producción agrícola (de pastos forrajeras) mediante siembra, manejo y a menudo riego, diferenciándose de los pastizales naturales por su origen antrópico. Se clasifica dentro de las actividades agrícolas, ocupando extensiones considerables y siendo fundamentales para la ganadería.
- **Pastizal Inducido:** Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides estos aparecen como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación. Los pastizales inducidos corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral.
- **Agricultura de Temporal Anual:** Se clasifica al tipo de agricultura 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 agua. Este ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, el maíz, trigo y sorgo.

Tipos de Vegetación

- **Bosque de Encino:** Comunidades arbóreas, subarbóreas u ocasionalmente arbustivas integradas por múltiples especies del género Quercus (encinos, robles) que, en México, salvo condiciones muy áridas se ubican prácticamente desde los 300 hasta los 2 800 m. Se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros.
- **Selva Baja Caducifolia:** Es una de las selvas de mayor distribución en México, cubre grandes extensiones desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta

Chiapas en la vertiente del Pacifico. 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. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave, Opuntia, Stenocereus* y *Cephalocereus*

Derivado de las visitas al sitio, se determinó que el área total del proyecto se encuentra cubierta por Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia, lo cual da origen a la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

4.2.2.2. Muestreo de Flora

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 12 del **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**, para este tipo de estudios se requiere de la descripción biótica y abiótica del área donde se establecerá el Proyecto. De manera general, resulta necesaria la evaluación de los principales componentes para el correcto funcionamiento de un ecosistema, la Flora y la Fauna.

Para un correcto manejo de los recursos naturales es necesario el conocimiento detallado de la riqueza biológica y las condiciones ambientales a las que están sujetas las poblaciones que conforman los ecosistemas. De esta manera, se pueden tomar decisiones informadas acerca de la explotación responsable y la protección de los recursos biológicos. La obtención de esta información es a través de muestreos poblacionales que, mediante estimaciones y la aplicación de índices de diversidad es posible conocer el estado real de la población.

Todo estudio científico requiere de una adecuada planeación, afín de evitar pérdidas de tiempo y esfuerzo al recolectar datos que luego no tienen gran utilidad o no dan respuesta a los objetivos originales del estudio. La planificación de un inventario debe considerar dos elementos clave:

1) Tener claro los objetivos de dicho estudio u conocer el o los sistemas biológicos con los que se va a trabajar; y
2) Seleccionar la metodología de muestreo que implica no solo el diseño de muestreo sino como hacerlo.

Las especies de plantas dentro de una comunidad vegetal puede diferir grandemente en talla y forma. Un bosque o selva contiene árboles que van desde los 5 m hasta 20 m con troncos y copas muy variadas en tamaño, arbustos y hierbas de hasta 60 cm. Aunado a estas variaciones morfológicas, se encuentran las variaciones físico climáticas, como el tipo de suelo, la humedad donde el principal factor son la época de lluvias y la época de sequía, donde no existen las mismas especies en ambas condiciones, las estaciones marcadas durante el año propicia condiciones diferentes en la condición de humedad del suelo y, en consecuencia, cambios en la composición florística de la vegetación.

Al desarrollar un estudio florístico los principales problemas del muestreo están en definir de forma precisa las fronteras geográficas de la Flora del sitio, como pueden ser los terrenos, ya sean forestales o no. Es frecuente encontrarse con el hecho de que

determinadas partes de la flora no se pueden medir. Por ejemplo, aquellas zonas remotas e inaccesibles o en las que el acceso no es seguro. Los cálculos defendibles desde un punto de vista científico deben limitarse exclusivamente a la población medida.

La herramienta más usada en las últimas décadas para evaluar diversidad de especies vegetales han sido las listas de especies. Esta aproximación es útil si se pretende saber rápidamente y con poco esfuerzo cuáles son las especies que habitan un lugar o cuáles son sus valores en términos de Flora. La lista de especies de una localidad podría ser enriquecida con contribuciones de otras fuentes como la literatura, registros de herbario y comunicaciones personales, aunque debe declararse explícitamente que fue enriquecida, así como la fuente de las adiciones.

Estas listas brindan información útil acerca de los valores florísticos de un área, como son tipos biológicos predominantes, porcentaje de especies amenazadas y sus categorías específicas, así como porcentaje de especies invasoras y su identidad, ambas como indicadores de vulnerabilidad de la comunidad vegetal. También permiten establecer relaciones florísticas con otras áreas dentro y fuera del territorio nacional, rangos de distribución de las especies y de las comunidades o bien diferencias con listas previas en cuanto a alguna de estas características.

El análisis efectuado en este Capítulo se restringe a aquellos tipos de vegetación que resultarán afectados por el desarrollo del Proyecto, siendo esta la **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC)**.

4.2.2.2.1. Metodología para el muestreo

Para caracterizar la vegetación y analizar su diversidad, se consideró uno de los lineamientos establecidos por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2014) en el **Inventario Nacional Forestal y de Suelos**, en el que se indica que la forma geométrica de las unidades de muestreo en selvas es rectangular. En cuando a la dimensión de los sitios de muestreo, los lineamientos de la CONAFOR (2014) establecen unidades de 400 m^2, sin embargo, por la forma geométrica del área de estudio y su dimensión, se emplearon sitios de **200 m^2** (FAO, 2012; Ramírez *et al.* 2021); ya que esto permite una mayor distribución de sitios en diferentes zonas dentro de las áreas de estudio.

Como primera etapa, en gabinete se realizó el diseño de muestreo de forma sistemática, mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG). Este diseño consideró la distribución espacial de las unidades de muestreo sobre el polígono del área de estudio, abarcando la cobertura vegetal predominante, clasificada como *Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia*. Posteriormente, en campo se verificaron los sitios de muestreo seleccionados, dependiendo de las condiciones de acceso y la topografía del sitio, para el levantamiento del inventario florístico, utilizando un geoposicionador satelital (GPS) marca Garmin, modelo Etrex10 con un **margen de error de ± 3.00 metros**.

En la Figura 22 se ilustran las dimensiones de los sitios de muestreo para la SA y el Área del Proyecto:

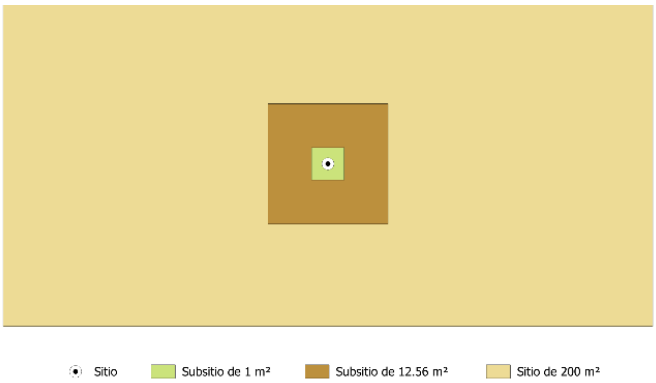


Figura 22. Dimensiones y Distribución de los Sitios de Muestreo de Flora

a) En los sitios de **200 m²** se mide y registra el arbolado cuyo diámetro normal (DAP) a la altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 5 cm.
b) En el subsitio de **12.56 m²** se mide y registra por género y especie, la frecuencia y diámetro basal de todos los arbustos que tengan su diámetro menor a 5 cm.
c) En el subsitio de **1 m²**, se medirán todas las herbáceas, tomando datos de cada género y especie de la frecuencia y diámetros basales para cada ejemplar.

Es importante señalar que el método de los subsitios, se toma de acuerdo a lo mencionado en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos de CONAFOR (2014). Para la toma de datos, se contó con el apoyo de cuerdas compensadas y un geoposicionador, en el cual se marcó el sitio y subsitios, se midieron y anotaron datos como: número de sitio, coordenadas, estrato, especies por sitio, diámetro basal, entre otras. Debido a que la vegetación del subsitio de 1 m^2 es la más frágil y puede sufrir daños al realizar el levantamiento de datos del subsitio de 12.56 m^2 y sitio de 200 m^2, es recomendable que los datos de estos subsitios sean los que se tomen primero.

En las Tablas 33 y 34 se enlistan las coordenadas UTM (con Datum WGS84 Zona 15N) de los centroides y vértices de los **75 sitios de muestreo** de Flora para el SA:

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	478767	1845454	59	479319	1843997	85	479738	1844501
2	478743	1845416	61	479307	1843890	86	479805	1844508
3	478737	1845378	62	479238	1843906	87	479810	1844431
4	478706	1845262	63	479271	1844344	88	479488	1844576
5	478704	1845231	64	479152	1843834	89	479515	1844504
6	478741	1845193	65	479232	1843840	90	479433	1844503
7	478704	1845195	66	479293	1843819	91	479371	1844505
41	479523	1844280	67	479426	1843819	92	479346	1844425
42	479453	1844339	68	479441	1843850	93	479414	1844425
43	479453	1844339	69	479536	1843839	94	479502	1844433
44	479367	1844359	70	479243	1844109	95	479955	1844139
45	479335	1844359	71	479383	1843939	96	479958	1844077
46	479271	1844344	72	479280	1844476	97	479859	1844075
47	479180	1844356	73	479591	1843827	98	479884	1843992
48	479243	1844272	74	479645	1843829	99	479951	1843987
49	479163	1844305	75	479609	1843980	100	479974	1843930

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
50	479162	1844220	76	479689	1844003	101	479882	1843909
51	479288	1844290	77	479687	1844073	102	479845	1843863
52	479166	1844132	78	479735	1844019	103	479974	1843842
53	479240	1844192	79	479247	1844498	104	479849	1844224
54	479294	1844056	80	479161	1844419	105	479264	1844302
55	479235	1844065	81	479101	1844432	106	479266	1844176
56	479173	1844063	82	479065	1844350	107	479381	1844307
57	479162	1843981	83	479113	1844361	108	479339	1844309
58	479238	1843991	84	479740	1844575	109	479316	1844349

Tabla 33. Coordenadas UTM de los Centroides de los Sitios de Muestreo de Flora del SA.

Sitio	Vértice	Coordenadas UTM WGS84		Sitio	Vértice	Coordenadas UTM WGS84	
		X	Y			X	Y
1	1	478761	1845448	73	1	479602	1843827
	2	478771	1845447		2	479597	1843831
	3	478771	1845463		3	479583	1843822
	4	478763	1845466		4	479585	1843814
2	1	478744	1845405	74	1	479646	1843840
	2	478738	1845408		2	479640	1843841
	3	478736	1845428		3	479636	1843822
	4	478746	1845428		4	479641	1843817
3	1	478743	1845370	75	1	479602	1843992
	2	478733	1845370		2	479600	1843982
	3	478734	1845388		3	479617	1843974
	4	478744	1845388		4	479618	1843980
4	1	478709	1845250	76	1	479685	1843994
	2	478701	1845256		2	479693	1843990
	3	478703	1845276		3	479691	1844011
	4	478714	1845272		4	479697	1844008
5	1	478710	1845221	77	1	479682	1844086
	2	478716	1845228		2	479686	1844085
	3	478695	1845228		3	479684	1844067
	4	478698	1845234		4	479691	1844061
6	1	478746	1845203	78	1	479733	1844030
	2	478751	1845201		2	479740	1844026
	3	478741	1845183		3	479724	1844014
	4	478733	1845189		4	479729	1844007
7	1	478704	1845185	79	1	479259	1844503
	2	478713	1845190		2	479247	1844507
	3	478696	1845202		3	479247	1844495
	4	478701	1845206		4	479241	1844488
41	1	479520	1844269	80	1	479171	1844425
	2	479526	1844269		2	479161	1844412
	3	479521	1844270		3	479159	1844411
	4	479526	1844288		4	479156	1844415
42	1	479458	1844284	81	1	479101	1844432
	2	479455	1844287		2	479101	1844424
	3	479458	1844268		3	479082	1844425
	4	479554	1844268		4	479084	1844416
43	1	479462	1844339	82	1	479073	1844359
	2	479458	1844348		2	479076	1844355
	3	479446	1844328		3	479059	1844341

Sitio	Vértice	Coordenadas UTM WGS84		Sitio	Vértice	Coordenadas UTM WGS84	
		X	Y			X	Y
	4	479445	1844333		4	479058	1844347
44	1	479374	1844368	83	1	479119	1844353
	2	479365	1844367		2	479124	1844255
	3	479364	1844351		3	479111	1844373
	4	479368	1844350		4	479108	1844364
45	1	479333	1844374	84	1	479747	1844587
	2	479340	1844368		2	479751	1844585
	3	479332	1844353		3	479742	1844565
	4	479331	1844345		4	479735	1844570
46	1	479269	1844354	85	1	479748	1844506
	2	479276	1844349		2	479742	1844518
	3	479276	1844334		3	479726	1844504
	4	479268	1844336		4	479732	1844496
47	1	479175	1844348	86	1	479797	1844514
	2	479174	1844353		2	479802	1844520
	3	479174	1844375		3	479808	1844503
	4	479179	1844369		4	479815	1844508
48	1	474251	1844274	87	1	479803	1844443
	2	479256	1844266		2	479809	1844445
	3	479236	1844266		3	479815	1844433
	4	479233	1844272		4	479810	1844424
49	1	479162	1844313	88	1	479489	1844566
	2	479171	1844310		2	479497	1844571
	3	479157	1844295		3	479480	1844583
	4	479160	1844291		4	479485	1844587
50	1	479161	1844233	89	1	479526	1844506
	2	479163	1844229		2	479518	1844513
	3	479155	1844209		3	479513	1844492
	4	479164	1844206		4	479508	1844497
51	1	479293	1844296	90	1	479429	1844489
	2	479284	184430		2	479423	1844496
	3	479281	1844290		3	479430	1844510
	4	479276	1844286		4	479443	1844507
52	1	479158	1844144	91	1	479370	1844490
	2	479168	1844141		2	479377	1844495
	3	479172	1844123		3	479367	1844512
	4	479172	1844120		4	479360	1844507
53	1	479252	1844198	92	1	479343	1844421
	2	479249	1844201		2	479339	1844427
	3	479233	1844183		3	479357	1844431
	4	479230	1844188		4	479358	1844424
54	1	479299	1844066	93	1	479406	1844415
	2	479290	1844068		2	479404	1844420
	3	479285	1844048		3	479120	1844426
	4	479295	1844045		4	479423	1844420
55	1	479231	1844075	94	1	479494	1844433
	2	479237	1844073		2	479494	1844424
	3	479231	1844058		3	479510	1844438
	4	479238	1844058		4	479513	1844432
56	1	479183	1844057	95	1	479964	1844153
	2	479170	1844058		2	479957	1844158
	3	479168	1844076		3	479954	1844139

Sitio	Vértice	Coordenadas UTM WGS84		Sitio	Vértice	Coordenadas UTM WGS84	
		X	Y			X	Y
	4	479176	1844071		4	479948	1844141
57	1	479156	1843993	96	1	479963	1844069
	2	479165	1843989		2	479952	1844066
	3	479154	1843974		3	479953	1844088
	4	479162	1843969		4	479963	1844086
58	1	479243	1843999	97	1	479851	1844078
	2	479240	1843000		2	479846	1844073
	3	479243	1843981		3	479869	1844068
	4	479236	1843980		4	479870	1844076
59	1	479317	1844009	98	1	479875	1843996
	2	479323	1844008		2	479873	1843988
	3	479311	1843999		3	479891	1843989
	4	479315	1843990		4	479894	1843994
61	1	479304	1843899	99	1	479947	1843978
	2	479313	1843896		2	479941	1843984
	3	479306	1843880		3	479956	1843992
	4	479299	1843885		4	479953	1843998
62	1	479236	1843916	100	1	479972	1843916
	2	479243	1843916		2	479977	1843923
	3	479236	1843898		3	179969	1843940
	4	479242	1843894		4	479961	1843937
63	1	479157	1843932	101	1	479883	1843933
	2	479156	1843956		2	479881	18439245
	3	479163	1843919		3	479902	1843929
	4	479160	1843918		4	479900	1843921
64	1	479146	1843824	102	1	479856	1843865
	2	479156	1843841		2	479850	1843870
	3	479156	1843823		3	479832	1843863
	4	479151	1843844		4	479837	1843855
65	1	479238	1843830	103	1	479982	1843854
	2	479231	1843833		2	479988	1843849
	3	479229	1843854		3	479971	1843837
	4	479238	1843848		4	479967	1843840
66	1	479299	1843828	104	1	479846	1844224
	2	479288	1843830		2	479854	1844218
	3	479289	1843810		3	479863	1844237
	4	479299	1843808		4	479869	1844230
67	1	479421	1843830	105	1	479263	1844319
	2	479427	1843829		2	479270	1844314
	3	479422	1843812		3	479261	1844301
	4	479431	1843807		4	479267	1844293
68	1	479435	1843865	106	1	479270	1844181
	2	479444	1843867		2	479272	1844174
	3	479438	1843848		3	479256	1844174
	4	479433	1843852		4	479260	1844165
69	1	479536	1843839	107	1	479378	1844293
	2	479545	1843840		2	479374	1844296
	3	479545	1843815		3	479386	1844315
	4	479548	1843818		4	479381	1844318
70	1	479253	1844115	108	1	479332	1844313
	2	479253	1844106		2	479328	1844306
	3	479235	1844103		3	479347	1844310

Sitio	Vértice	Coordenadas UTM WGS84		Sitio	Vértice	Coordenadas UTM WGS84	
		X	Y			X	Y
	4	474235	1844113		4	479346	1844303
71	1	479380	1843950	109	1	479313	1844342
	2	479387	1843947		2	479308	1844342
	3	479379	1843928		3	479319	1844365
	4	479371	1843932		4	479324	1844358
72	1	479288	1844468				
	2	479285	1844477				
	3	479267	1844475				
	4	479269	1844466				

Tabla 34. Coordenadas UTM de los Vértices de los Sitios de Muestreo de Flora del SA.

En las Tablas 35 y 36 se enlistan las coordenadas UTM (con Datum WGS84 Zona 15N) de los centroides y vértices de los **39 sitios de muestreo** de Flora para el sitio de CUSTF:

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	479590	1844003	14	479473	1843906	27	479328	1844125
2	479588	1843971	15	479473	1843938	28	479348	1844123
3	479581	1843932	16	479490	1843980	29	479336	1844168
4	479588	1843902	17	479472	1844002	30	479294	1844157
5	479584	1843876	18	479462	1843967	31	479287	1844194
6	479548	1843869	19	479438	1843963	32	479315	1844198
7	479540	1843896	20	479430	1843934	33	479321	1844255
8	479551	1843937	21	479405	1843956	34	479287	1844231
9	479548	1843973	22	479411	1843983	36	479362	1844285
10	479514	1843978	23	479390	1844029	37	479407	1844268
11	479511	1843944	24	479361	1844043	38	479438	1844245
12	479513	1843905	25	479362	1844081	39	479469	1844241
13	479505	1843869	26	479337	1844084	40	479512	1844238

Tabla 35. Coordenadas UTM de los Centroides de los Sitios de Muestreo de Flora para el Proyecto.

Sitio	Vértice	Coordenadas UTM		Sitio	Vértice	Coordenadas UTM	
		X	Y			X	Y
1	1	479589	1844016	21	1	479404	1843966
	2	479594	1844013		2	479402	1843968
	3	479580	1844000		3	479414	1843956
	4	479584	1843993		4	479412	1843953
2	1	479583	1843963	22	1	479410	1843991
	2	479585	1843958		2	479404	1843992
	3	479585	1843978		3	479420	1843974
	4	479593	1843978		4	479408	1843972
3	1	479580	1843924	23	1	479389	1844042
	2	479578	1843922		2	479396	1844038
	3	479586	1843940		3	479397	1844022
	4	479578	1843993		4	479389	1844023
4	1	479585	1843896	24	1	479354	1844052
	2	479589	1843894		2	479362	1844059
	3	479589	1843911		3	479362	1844038
	4	479585	1843911		4	479366	1844037
5	1	479590	1843885	25	1	479366	1844075

Sitio	Vértice	Coordenadas UTM		Sitio	Vértice	Coordenadas UTM	
		X	Y			X	Y
	2	479580	1843885		2	479360	1844070
	3	479586	1843868		3	479364	1844088
	4	479579	1843867		4	479356	1844091
6	1	479545	1843869	26	1	479327	1844089
	2	479551	1843878		2	479336	1844094
	3	479542	1843862		3	479339	1844073
	4	479550	1843859		4	479347	1844077
7	1	479540	1843889	27	1	479331	1844131
	2	479544	1843891		2	479326	1844131
	3	479548	1843907		3	479320	1844117
	4	479542	1843907		4	479323	1844116
8	1	479553	1843945	28	1	479354	1844113
	2	479561	1843941		2	479348	1844111
	3	479545	1843931		3	479350	1844129
	4	479548	1843926		4	479343	1844133
9	1	479548	1843964	29	1	479340	1844178
	2	479545	1843964		2	479335	1844176
	3	479556	1843978		3	479342	1844160
	4	479553	1843982		4	479335	1844162
10	1	479516	1843987	30	1	479298	1844164
	2	479523	1843990		2	479292	1844165
	3	479512	1843970		3	479294	1844149
	4	479521	1843967		4	479300	1844149
11	1	479508	1843949	31	1	479278	1844203
	2	479516	1843950		2	479286	1844200
	3	479514	1843950		3	479286	1844189
	4	479508	1843931		4	479288	1844187
12	1	479514	1843898	32	1	479309	1844202
	2	479504	1843898		2	479314	1844207
	3	479503	1843917		3	479314	1844185
	4	479515	1843918		4	479323	1844188
13	1	479513	1843878	33	1	479322	1844266
	2	479505	1843875		2	479328	1844266
	3	479500	1843859		3	479320	1844246
	4	479508	1843854		4	479327	1844246
14	1	479479	1843911	34	1	479293	1844242
	2	479469	1843896		2	479298	1844236
	3	479465	1843901		3	479286	1844225
	4	479481	1843913		4	479282	1844226
15	1	479475	1843950	36	1	479360	1844294
	2	479480	1843944		2	479367	1844298
	3	479467	1843935		3	479362	1844279
	4	479471	1843931		4	479359	1844278
16	1	479495	1843988	37	1	479413	1844262
	2	479491	1843972		2	479413	1844281
	3	479487	1843989		3	479413	1844273
	4	479484	1843973		4	479405	1844264
17	1	479476	1843991	38	1	479437	1844255

Sitio	Vértice	Coordenadas UTM		Sitio	Vértice	Coordenadas UTM	
		X	Y			X	Y
	2	479467	1844013		2	479442	1844253
	3	479465	1844000		3	479442	1844235
	4	479486	1843995		4	479432	1844232
18	1	479462	1843976	39	1	479465	1844253
	2	479454	1843976		2	479469	1844251
	3	479470	1843958		3	479473	1844234
	4	479463	1843956		4	479469	1844233
19	1	479443	1843967	40	1	479511	1844238
	2	479438	1843970		2	479517	1844250
	3	479433	1843958		3	479516	1844228
	4	479437	1843957		4	479509	1844237
20	1	479426	1843926				
	2	479428	1843926				
	3	479428	1843944				
	4	479434	1843943				

Tabla 36. Coordenadas UTM de los Vértices de los Sitios de Muestreo de Flora del Área de CUSTF.

Por su parte, en la Figura 23 se muestra la ubicación de los sitios de muestreo de Flora para el SA y el área del proyecto:

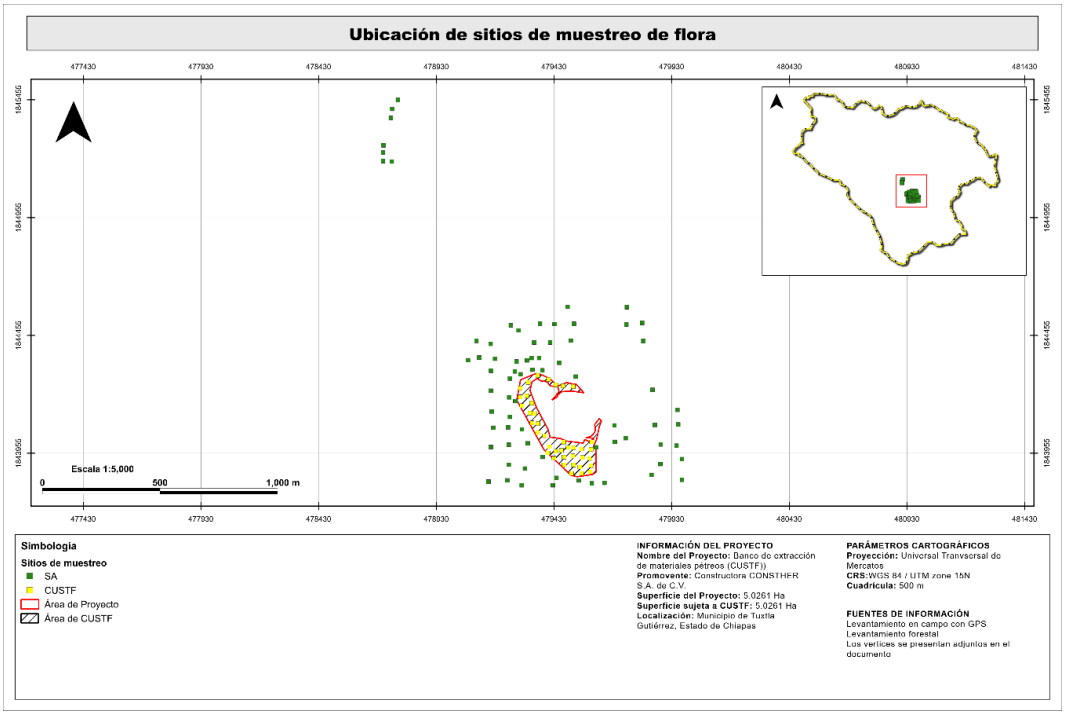


Figura 23. Ubicación de los Sitios de Muestreo.

4.2.2.2.2. Sistema Ambiental

- **Confiabilidad de la Muestra**

Para estimar la confiabilidad del muestreo se empleó un análisis de curvas de acumulación de especies, el cual ofrece argumentos para poder determinar la validez del muestreo. Se

han propuesto muchos métodos que estiman la riqueza, pero las aproximaciones más utilizadas en ecología son las siguientes: **(a)** extrapolación de la curva de acumulación de especies como una función del esfuerzo de muestreo, donde se asume que la riqueza total es el número de especies que se encontrarían con un esfuerzo infinito (asíntota); **(b)** estimación del número de especies aún no observadas, después de ajustar las abundancias de las especies a modelos de distribución paramétrica (como los descritos por la serie logarítmica, la serie log–normal, o la de Poisson log–normal) y **(c)** uso de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies, que se basan en el estudio de las especies raras y permiten estimar el número de nuevas especies a partir de las relaciones de abundancia o incidencia de las especies ya detectadas en el muestreo.

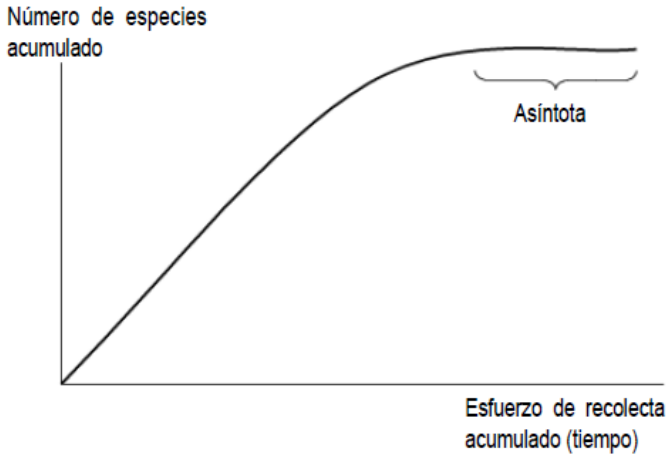


Figura 24. Ejemplo de Curva de Acumulación de Especies.

El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).

Los estimadores no paramétricos son el avance más importante en la medida de la biodiversidad en los últimos tiempos. Entre ellos están los estimadores desarrollados por Chao (1984) basados en la abundancia o en la incidencia de las especies, y los métodos basados en el remuestreo, como los estimadores de tipo Jackknife y las técnicas Bootstrap. Estas técnicas son adiciones valiosas al conjunto de herramientas con que cuentan los ecólogos para cuantificar la biodiversidad y evaluar las consecuencias de las actividades humanas sobre los ecosistemas.

El impacto de las actividades humanas sobre los sistemas ecológicos queda bien ejemplificado por los cambios en los usos del suelo derivados de la urbanización, cuyas consecuencias representan una seria amenaza a la conservación de la biodiversidad en todo el mundo, y podrían suponer la erradicación de un elevado número de especies de los hábitats afectados, en especial en los países en vías de desarrollo situados en latitudes tropicales. Ante esta situación, los ecólogos se enfrentan a las tareas de cuantificar el impacto de la urbanización sobre la biodiversidad, y de proponer medidas que permitan conservar la mayor biodiversidad posible en los ecosistemas urbanos.

En muchos casos, las áreas verdes urbanas representan los últimos espacios "naturales" en las grandes ciudades, y ofrecen un refugio potencial a una fracción de tamaño

generalmente desconocido de la diversidad original. Las curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota.

Pero incluso en estas curvas podrían obtenerse asíntotas antes de que muchas especies hubieran sido registradas, sobre todo por efecto de la estacionalidad, la diversidad beta (el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales) y la abundancia relativa de las especies. Las curvas de acumulación permiten **1)** dar confiabilidad 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 el área.

Para el presente estudio, se calculó la curva de acumulación de especies estimadas según el estimador no paramétrico **Jackknife 2**; el cual considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras.

Para obtener los datos de Jackknife 2 utilizamos el programa EstimateS, que actualmente cuenta con otros estimadores de riqueza, algunos basados en la cobertura, calcula índices de diversidad, curvas de rarefacción e incluso puede graficar curvas de acumulación de especies, entre otras bondades. EstimateS es gratuito a través de internet (http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS) y ha permitido que el empleo de los estimadores no paramétricos se generalice a nivel mundial.

En el Gráfico 4, se presenta la curva de acumulación para el muestreo en el SA:

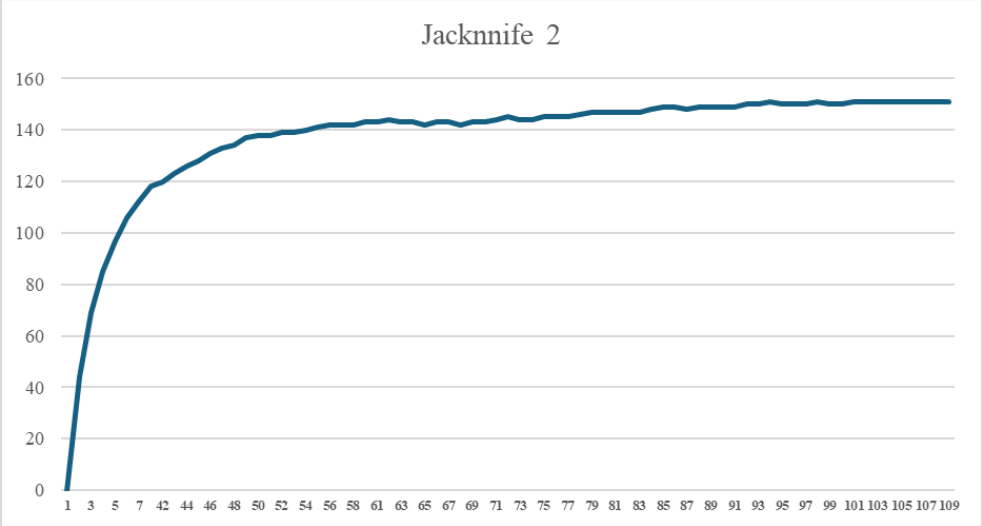


Gráfico 4. Curva de Acumulación de Especies de Flora del SA.

Al analizar la Curva de Acumulación de Especies, se observa que a partir del primer sitio tiende a subir rápidamente hasta el sitio 62 en donde alcanza un estimado de *144 especies*. Posteriormente, la curva empieza a estabilizarse en una asíntota, observando que va con

altibajos, hasta alcanzar la estimación máxima de especies en el sitio 94 con *151 especies*, posteriormente la Curva se mantiene estable con altibajos hasta llegar al sitio 101 donde nuevamente vuelve a estimar a *151 especies*, por lo que se infiere que, con la intensidad de muestreo y la cantidad de sitios realizados, la confiabilidad de la muestra es correcta y la probabilidad de detectar nuevas especies es baja.

- **Eficiencia de la Muestra**

Comparando el número de especies observadas con el inventario florístico, se puede evaluar la eficiencia del muestreo. En este sentido es importante señalar que, al obtener valores mayores a 85%, el muestreo realizado se considera eficiente (Villareal *et al.* 2006). Esta estimación se lleva a cabo dividendo la cantidad de especies observadas entre las estimadas y multiplicando esto por 100.

$$Eficiencia = \left(\frac{Especies\ Observadas}{Especies\ Estimadas}\right) * 100$$

De acuerdo con lo la información obtenida en campo, se reportan un total de **145 especies**, mientras que el estimador indica **151 especies**, por lo tanto, realizando la sustitución en la fórmula anterior, se obtiene lo siguiente:

$$\boldsymbol{Eficiencia = \left(\frac{145}{151}\right) * 100 = 96.03\%}$$

Aunado a lo anterior, se obtuvo una eficiencia de muestreo del **96.03%**, estando por arriba del umbral del 85% indicado por Villareal *et al.* (2006); por lo tanto, se obtuvo un muestreo eficiente.

- **Error de Muestreo**

De acuerdo con la información levantada en campo y utilizando un tamaño de muestra de **75 sitios**, se obtuvo como resultado una intensidad de muestreo del **0.07%**. Aunado a lo anterior, se realizó el cálculo del error de muestro con la aplicación de las fórmulas que se describen en el *Capítulo 2*.

Por lo tanto, considerando el número de especies que se encontraron en cada sitio de muestreo, se obtiene como resultado un error de muestreo del **9.71%** para la **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia** con una confiabilidad del **95%**. Con base en lo anterior, en la Tabla 37 se muestran los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las fórmulas mencionadas, para el tipo de vegetación en estudio:

Símbolo	Descripción	Valor
N	Tamaño de la Población	100,643
α	Probabilidad de que la conclusión sea incorrecta	0.05
n	Tamaño de la Muestra	75
$\bar{y}$ = y-barra	Media Muestral	16.95
S2y	Varianza Muestral de la Variable	51.16
F = n/N	Fracción o Intensidad de Muestreo	0.001
FCF = 1-f	Factor de Corrección por Población Finita	0.999
$S2\bar{y}$	Varianza Muestral del Estimador Media Muestral	0.682

Símbolo	Descripción	Valor
$S_{\bar{y}}$	Desviación Estándar (Error Típico)	0.83
(α, gl=n-1)	Valor t-Student	1.99
$tS_{\bar{y}}$	Error de Muestreo	1.65
$\bar{y}+tS_{\bar{y}}$	Límite Superior de Estimación de la Media	18.59
$\bar{y}-tS_{\bar{y}}$	Límite Inferior de Estimación de la Media	15.30
E	Error Máximo Aceptable	1.69
$n_{necesaria}$	Tamaño de Muestra necesario	71
-----	Unidades de Muestreo faltantes	- 4
$\hat{t}$	Total Estimado	1,705,566.42
-----	Límite Superior de Estimación Total	1,871,128.88
-----	Límite Inferior de Estimación Total	1,540,003.97
-----	Error de Muestreo Total	9.71
-----	Intensidad de Muestreo Total	0.07%

Tabla 37. Análisis Experimental del Muestreo aplicado en el SA.

4.2.2.2.2.1. Riqueza y Abundancia de Especies

La riqueza de especies presente en el SA se encuentra representada por **142 especies**, distribuidas en 48 Familias, destacando la familia **Fabaceae** con 25 especies, es decir el 17.61% de las especies registradas (Gráfico 5).

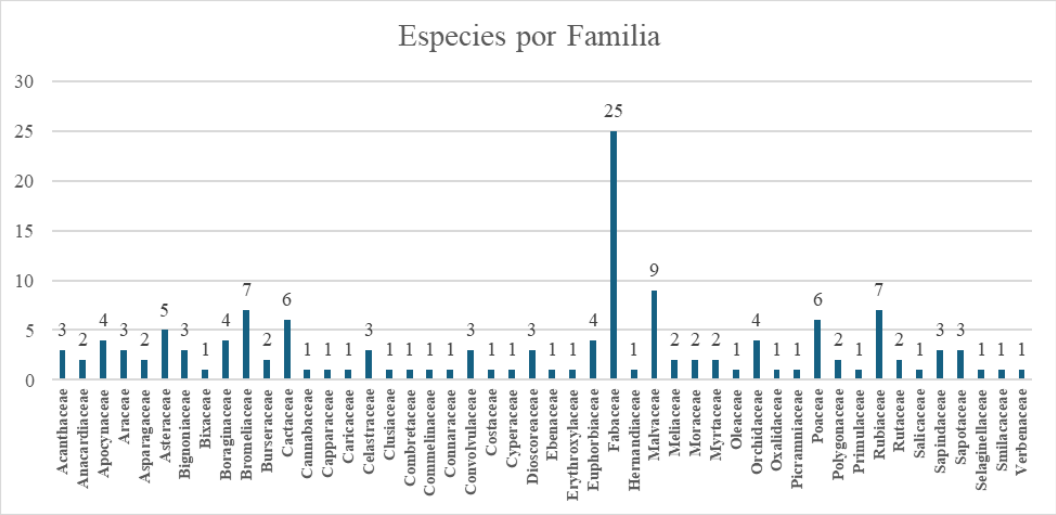


Gráfico 5. Especies de Flora por Familia en el SA.

En seguida, se presenta el listado de especies, así como su abundancia y abundancia relativa, por estratos:

- **Estrato Arbóreo**

Se detectó un total de 2,380 individuos, distribuidos en 71 especies, donde las más abundantes son: el Cacho de toro (*Terminalia macrostachya*) con el 7.18% (171 individuos), el Mulato (*Bursera simaruba*) con el 7.94% (189 individuos) y el Nangaño (*Gymnopodium floribundum*) con el 9.54% (227 individuos). Por su lado, las especies menos abundantes presentaron el 0.04% de abundancia relativa (1 individuo).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Anacardiaceae	*Comocladia guatemalensis*	Cinco negritos	125	5.25%
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	15	0.63%
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	10	0.42%
Apocynaceae	*Tabernaemontana donnell-smithii*	Cojon de cochi	8	0.34%
Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Corcoche	10	0.42%
Asteraceae	*Montanoa tomentosa*	Malacate	3	0.13%
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pumpushuti	71	2.98%
Boraginaceae	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	115	4.83%
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Hormiguillo	38	1.60%
Boraginaceae	*Cordia dentata*	Mazu	10	0.42%
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Cupapé	1	0.04%
Burseraceae	*Bursera excelsa*	Copal	160	6.72%
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Mulato	189	7.94%
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulin cimarron	1	0.04%
Capparaceae	*Quadrella incana*	Matagallina	17	0.71%
Caricaceae	*Jacaratia mexicana*	Bonete	3	0.13%
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Cancerina	7	0.29%
Celastraceae	*Wimmeria pubescens*	Huesito	3	0.13%
Clusiaceae	*Clusia flava*	Memelita	1	0.04%
Combretaceae	*Terminalia macrostachya*	Cacho de toro	171	7.18%
Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	Zapotillo	1	0.04%
Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Escobillo	1	0.04%
Euphorbiaceae	*Croton guatemalensis*	Copalchi	5	0.21%
Euphorbiaceae	*Euphorbia schkechthendalii*	Chicle	33	1.39%
Fabaceae	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	24	1.01%
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de venado	15	0.63%
Fabaceae	*Erythrina goldmanii*	Frijolillo	4	0.17%
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Mata ratón	2	0.08%
Fabaceae	*Haematoxylum brasiletto*	Palo brasil	56	2.35%
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guaje	115	4.83%
Fabaceae	*Lonchocarpus guatemalensis*	Calagua	12	0.50%
Fabaceae	*Lonchocarpus parviflorus*	Chaperla	68	2.86%
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Matabuey	1	0.04%
Fabaceae	*Lysiloma acapulcense*	Tepeguaje	4	0.17%
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Tepeguaje negro	128	5.38%
Fabaceae	*Mimosa tenuiflora*	Sierrita	168	7.06%
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabin	2	0.08%
Fabaceae	*Senna atomaria*	Hediondillo	29	1.22%
Fabaceae	*Senna skinneri*	Santa rosa	15	0.63%
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Cornezuelo	15	0.63%
Fabaceae	*Vachellia pennulata*	Quebracho	4	0.17%
Hernandiaceae	*Gyrocarpus americanus*	San Felipe	109	4.58%
Malvaceae	*Ceiba acuminata*	Mosmot	1	0.04%
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Mosmot	39	1.64%
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Caulote	37	1.55%
Malvaceae	*Heliocarpus reticulatus*	Guaspo	10	0.42%
Malvaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Guaspó	3	0.13%
Malvaceae	*Luehea candida*	Caulote blanco	2	0.08%
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Sospo	30	1.26%
Meliaceae	*Swietenia humilis*	Caobilla	3	0.13%

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Napahuito	4	0.17%
Moraceae	*Ficus cookii*	Higo	30	1.26%
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Amate negro	3	0.13%
Myrtaceae	*Eugenia acapulcensis*	Capulín de monte	15	0.63%
Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Chasa	4	0.17%
Oleaceae	*Fraxinus purpusii*	Saucito	12	0.50%
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	61	2.56%
Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	Carnero	12	0.50%
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Nangaño	227	9.54%
Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquín	25	1.05%
Rubiaceae	*Hintonia lumana*	Caniquita	21	0.88%
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	6	0.25%
Rubiaceae	*Randia armata*	Cruceta	3	0.13%
Rubiaceae	*Randia monantha*	Calabacita	2	0.08%
Rutaceae	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	14	0.59%
Rutaceae	*Zanthoxylum mollissimum*	Cola de lagarto	2	0.08%
Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Cafecito	36	1.51%
Sapindaceae	*Thouinia acuminata*	Cascarillo	3	0.13%
Sapotaceae	*Sideroxylon capiri*	Tempisque	1	0.04%
Sapotaceae	*Sideroxylon celastrinum*	Rompe zapato	1	0.04%
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Limoncillo	4	0.17%
Total			2,380	100%

Tabla 38. Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Arbóreo.

- **Estrato Arbustivo**

Se detectaron un total de 530 individuos, distribuidos en 16 especies, donde las más abundantes son: la Baya de serpiente (*Crossopetalum uragoga*) con el 9.06% (48 individuos), la Mala Mujer (*Cnidoscolus aconitifolius*) con el 11.70% (62 individuos) y el Chamiso (*Viguiera dentata*) con el 15.28% (81 individuos). Mientras que la especie menos abundante fue: la Hierba del cargapalito (*Psychotria erythrocarpa*) con el 0.19% de abundancia relativa (1 individuo).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	Cola de gallo	43	8.11%
Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	5	0.94%
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	81	15.28%
Asteraceae	*Zexmenia serrata*	Acahual amarillo	29	5.47%
Celastraceae	*Crossopetalum uragoga*	Baya de serpiente	48	9.06%
Connaraceae	*Connarus lentiginosus*	Tres hojas	47	8.87%
Euphorbiaceae	*Acalypha macrostachya*	Zanca de mula	42	7.92%
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Mala mujer	62	11.70%
Fabaceae	*Desmodium nicaraguense*	Desmodium	41	7.74%
Fabaceae	*Mimosa albida*	Uña de gato	36	6.79%
Fabaceae	*Senna pallida*	Chipilín	32	6.04%
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipan	17	3.21%
Malvaceae	*Waltheria indica*	Malva	31	5.85%
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Siquete	10	1.89%
Rubiaceae	*Psychotria erythrocarpa*	Hierba del cargapalito	1	0.19%
Verbenaceae	*Lantana velutina*	Albajaquilla	5	0.94%
Total			530	100%

Tabla 39. Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Arbustivo.

- **Estrato Herbáceo**

Se detectaron un total de 672 individuos, distribuidos en 29 especies, donde las más abundantes son: la Hierba del toro (*Ruellia inundata*) con el 10.57% (71 individuos), el Carricillo (*Lasiacis nigra*) con el 12.35% (83 individuos) y el Mozote Amarillo (*Sclerocarpus divaricatus*) con el 12.95% (87 individuos). Mientras que las especies menos abundantes fueron: la Pata de zopilote (*Scleria lithosperma*) y el Bermejo africano (*Hyparrhenia rufa*) con el 0.15% de abundancia relativa (1 individuo) cada una.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Acanthaceae	*Elytraria imbricata*	Cordeoncillo	6	0.89%
Acanthaceae	*Ruellia inundata*	Hierba del toro	71	10.57%
Asparagaceae	*Echeandia breedlovei*	Lirio	33	4.91%
Asteraceae	*Bidens reptans*	Flor amarilla	70	10.42%
Asteraceae	*Sclerocarpus divaricatus*	Mozote amarillo	87	12.95%
Bignoniaceae	*Anemopaegma puberulum*	Bejuco batea	13	1.93%
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Commelina	17	2.53%
Convolvulaceae	*Ipomoea clavata*	Ipomea	9	1.34%
Convolvulaceae	*Ipomoea corymbosa*	Señorita	14	2.08%
Costaceae	*Costus pictus*	Caña de cristo	3	0.45%
Cyperaceae	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	1	0.15%
Dioscoreaceae	*Dioscorea carpomaculata*	Camote blanco	26	3.87%
Dioscoreaceae	*Dioscorea cyanisticta*	Camote	13	1.93%
Fabaceae	*Ctenodon compactus*	Dormilona	5	0.74%
Fabaceae	*Desmodium incanum*	Pega pega	31	4.61%
Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	Cadillo	22	3.27%
Fabaceae	*Senna uniflora*	Cacahuatillo	14	2.08%
Oxalidaceae	*Oxalis tetraphylla*	Trebol	15	2.23%
Poaceae	*Eragrostis mexicana*	Zacate llanero	21	3.13%
Poaceae	*Hyparrhenia rufa*	Bermejo africano	1	0.15%
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	4	0.60%
Poaceae	*Lasiacis nigra*	Carricillo	83	12.35%
Poaceae	*Melinis repens*	Pasto rosado	17	2.53%
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacaton	22	3.27%
Rubiaceae	*Spermacoce remota*	Spermacoce	5	0.74%
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuquillo	19	2.83%
Sapindaceae	*Serjania triquetra*	Bejuco costillon	15	2.23%
Selaginellaceae	*Selaginella hoffmannii*	Selaginela	20	2.98%
Smilacaceae	*Smilax domingensis*	Cocolmeca	15	2.23%
Total			**672**	**100%**

Tabla 40. Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Herbáceo.

- **Especies No Maderables**

Se detectaron un total de 1,212 individuos, distribuidos en 26 especies, donde las más abundantes son: el Nopal (*Opuntia karwinskiana*) con el 9.49% (115 individuos), el Agave (*Agave hiemiflora*) con el 12.38% (150 individuos) y la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) con el 19.72% (239 individuos). Mientras que la especie menos abundante fue: el Bejuco de canoita (*Amphilophium crucigerum*) con el 0.08% de abundancia relativa (1 individuo).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Cola de faisán	49	4.04%
Araceae	*Philodendron warszewiczii*	Mano de león	87	7.18%
Araceae	*Syngonium chiapense*	Lengua de vaca	3	0.25%
Asparagaceae	*Agave hiemiflora*	Agave	150	12.38%
Bignoniaceae	*Adenocalymma inundatum*	Bejuco	11	0.91%
Bignoniaceae	*Amphilophium crucigerum*	Bejuco de canoíta	1	0.08%
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Piñuela	107	8.83%
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Piñuela	2	0.17%
Bromeliaceae	*Hechtia glomerata*	Guapilla	81	6.68%
Bromeliaceae	*Tillandsia caput-medusae*	Medusa	25	2.06%
Bromeliaceae	*Tillandsia juncea*	Magueyito	72	5.94%
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Tillandsia	11	0.91%
Bromeliaceae	*Tillandsia utriculata*	Magueyito	3	0.25%
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	55	4.54%
Cactaceae	*Opuntia decumbens*	Nopal de culebra	12	0.99%
Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Nopal	115	9.49%
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Cactus 4 Costillas	13	1.07%
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Cactus rastrero	25	2.06%
Cactaceae	*Weberocereus glaber var. mirandae*	Pitahaya cimarrón	2	0.17%
Convolvulaceae	*Ipomoea trifida*	Trompetilla rosa	4	0.33%
Dioscoreaceae	*Dioscorea nelsonii*	Barbasco	8	0.66%
Fabaceae	*Mucuna pruriens*	Pica pica	4	0.33%
Orchidaceae	*Aulosepalum trufulae*	Orquidea rupícola	75	6.19%
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Orquidea terrestre	49	4.04%
Orchidaceae	*Epidendrum cardiochilum*	Orquidea epifita	9	0.74%
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquidea Monja Africana	239	19.72%
Total			1,212	100%

Tabla 41. Abundancia y Abundancia Relativa de las Especies No Maderables.

4.2.2.2.2.2. Índice de Diversidad de Shannon - Wiener

Recientemente se ha resaltado la necesidad de incrementar las aproximaciones al nivel de comunidades y paisajes, más que las aproximaciones basadas en las especies, para mantener la mayor parte de la diversidad biológica existente. Bajo una perspectiva de comunidades, además de conservar a las especies que viven en ellos, se conservan los procesos y los hábitats. La diversidad al nivel de comunidades puede analizarse, al igual que la diversidad alfa de especies, como la riqueza (número de comunidades distintas presentes en un paisaje) o la estructura (proporción de cada comunidad dentro de un paisaje). Este segundo componente se refiere al grado de heterogeneidad dentro de los paisajes. Para ello, en ecología del paisaje se han desarrollado distintas aproximaciones cuantitativas, la mayoría de ellas basadas en la teoría de la información (Turner y Gardner, 1991). Por ejemplo, el análisis de la diversidad de comunidades en un paisaje o región puede medirse, de manera análoga a la diversidad de especies en una comunidad, con el índice de Shannon-Wiener.

Este índice asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo natural de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurrán, 1988).

$$H' = -\sum pi \ ln \ pi$$

Donde:

H': Índice de Shannon-Wiener.
Pi: Número de individuos de una especie.
∑pi: Sumatoria del número de individuos de todas las especies.

Ahora bien, para complementar el índice es preciso determinar la equidad en cada comunidad, parámetro que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurrán, 1988). La expresión para su determinación es:

$$E = \frac{H}{H_{max}}$$

Donde:

H'= Índice obtenido.
H'max = ln (S).

Se considera que valores superiores a tres reflejan una **alta diversidad**, mientras que valores entre 1 y 2, se consideran como de **media diversidad** y valores menores a 1 son sitios con **baja diversidad**.

Bajo el procedimiento anterior, los resultados obtenidos para este indicador de diversidad se presentan a continuación en cada estrato evaluado:

- **Estrato Arbóreo**

El estrato arbóreo presente en el SA se encuentra representado por 2,380 individuos, de 71 especies diferentes. Como se observa en la Tabla 42, la diversidad presente en este grupo es **MEDIA**, por obtener un valor de **3.3907** de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, no presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (71 y el número de individuos (2,380), esto indica que existen especies que dominan este grupo. Asimismo, observamos que 10 especies presentan más de 100 individuos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Anacardiaceae	*Comocladia guatemalensis*	Cinco negritos	125	0.0525	-2.9465	-0.1548
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	15	0.0063	-5.0668	-0.0319
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	10	0.0042	-5.4723	-0.0230
Apocynaceae	*Tabernaemontana donnell-smithii*	Cojon de cochi	8	0.0034	-5.6954	-0.0191
Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Corcoche	10	0.0042	-5.4723	-0.0230
Asteraceae	*Montanoa tomentosa*	Malacate	3	0.0013	-6.6762	-0.0084
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pumpushuti	71	0.0298	-3.5122	-0.1048
Boraginaceae	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	115	0.0483	-3.0299	-0.1464
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Hormiguillo	38	0.0160	-4.1373	-0.0661
Boraginaceae	*Cordia dentata*	Mazu	10	0.0042	-5.4723	-0.0230
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Cupapé	1	0.0004	-7.7749	-0.0033

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Burseraceae	*Bursera excelsa*	Copal	160	0.0672	-2.6997	-0.1815
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Mulato	189	0.0794	-2.5331	-0.2012
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulin cimarron	1	0.0004	-7.7749	-0.0033
Capparaceae	*Quadrella incana*	Matagallina	17	0.0071	-4.9416	-0.0353
Caricaceae	*Jacaratia mexicana*	Bonete	3	0.0013	-6.6762	-0.0084
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Cancerina	7	0.0029	-5.8289	-0.0171
Celastraceae	*Wimmeria pubescens*	Huesito	3	0.0013	-6.6762	-0.0084
Clusiaceae	*Clusia flava*	Memelita	1	0.0004	-7.7749	-0.0033
Combretaceae	*Terminalia macrostachya*	Cacho de toro	171	0.0718	-2.6332	-0.1892
Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	Zapotillo	1	0.0004	-7.7749	-0.0033
Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Escobillo	1	0.0004	-7.7749	-0.0033
Euphorbiaceae	*Croton guatemalensis*	Copalchi	5	0.0021	-6.1654	-0.0130
Euphorbiaceae	*Euphorbia schkechthendalii*	Chicle	33	0.0139	-4.2783	-0.0593
Fabaceae	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	24	0.0101	-4.5968	-0.0464
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de venado	15	0.0063	-5.0668	-0.0319
Fabaceae	*Erythrina goldmanii*	Frijolillo	4	0.0017	-6.3886	-0.0107
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Mata ratón	2	0.0008	-7.0817	-0.0060
Fabaceae	*Haematoxylum brasiletto*	Palo brasil	56	0.0235	-3.7495	-0.0882
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guaje	115	0.0483	-3.0299	-0.1464
Fabaceae	*Lonchocarpus guatemalensis*	Calagua	12	0.0050	-5.2899	-0.0267
Fabaceae	*Lonchocarpus parviflorus*	Chaperla	68	0.0286	-3.5553	-0.1016
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Matabuey	1	0.0004	-7.7749	-0.0033
Fabaceae	*Lysiloma acapulcense*	Tepeguaje	4	0.0017	-6.3886	-0.0107
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Tepeguaje negro	128	0.0538	-2.9228	-0.1572
Fabaceae	*Mimosa tenuiflora*	Sierrita	168	0.0706	-2.6509	-0.1871
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabin	2	0.0008	-7.0817	-0.0060
Fabaceae	*Senna atomaria*	Hediondillo	29	0.0122	-4.4076	-0.0537
Fabaceae	*Senna skinneri*	Santa rosa	15	0.0063	-5.0668	-0.0319
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Cornezuelo	15	0.0063	-5.0668	-0.0319
Fabaceae	*Vachellia pennulata*	Quebracho	4	0.0017	-6.3886	-0.0107
Hernandiaceae	*Gyrocarpus americanus*	San Felipe	109	0.0458	-3.0835	-0.1412
Malvaceae	*Ceiba acuminata*	Mosmot	1	0.0004	-7.7749	-0.0033
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Mosmot	39	0.0164	-4.1113	-0.0674
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Caulote	37	0.0155	-4.1639	-0.0647
Malvaceae	*Heliocarpus reticulatus*	Guaspo	10	0.0042	-5.4723	-0.0230
Malvaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Guaspó	3	0.0013	-6.6762	-0.0084
Malvaceae	*Luehea candida*	Caulote blanco	2	0.0008	-7.0817	-0.0060
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Sospo	30	0.0126	-4.3737	-0.0551
Meliaceae	*Swietenia humilis*	Caobilla	3	0.0013	-6.6762	-0.0084
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Napahuito	4	0.0017	-6.3886	-0.0107
Moraceae	*Ficus cookii*	Higo	30	0.0126	-4.3737	-0.0551
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Amate negro	3	0.0013	-6.6762	-0.0084
Myrtaceae	*Eugenia acapulcensis*	Capulín de monte	15	0.0063	-5.0668	-0.0319
Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Chasa	4	0.0017	-6.3886	-0.0107
Oleaceae	*Fraxinus purpusii*	Saucito	12	0.0050	-5.2899	-0.0267
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	61	0.0256	-3.6640	-0.0939
Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	Carnero	12	0.0050	-5.2899	-0.0267
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Nangaño	227	0.0954	-2.3499	-0.2241
Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquín	25	0.0105	-4.5560	-0.0479
Rubiaceae	*Hintonia lumana*	Caniquita	21	0.0088	-4.7303	-0.0417
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	6	0.0025	-5.9831	-0.0151
Rubiaceae	*Randia armata*	Cruceta	3	0.0013	-6.6762	-0.0084
Rubiaceae	*Randia monantha*	Calabacita	2	0.0008	-7.0817	-0.0060

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Rutaceae	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	14	0.0059	-5.1358	-0.0302
Rutaceae	*Zanthoxylum mollissimum*	Cola de lagarto	2	0.0008	-7.0817	-0.0060
Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Cafecito	36	0.0151	-4.1913	-0.0634
Sapindaceae	*Thouinia acuminata*	Cascarillo	3	0.0013	-6.6762	-0.0084
Sapotaceae	*Sideroxylon capiri*	Tempisque	1	0.0004	-7.7749	-0.0033
Sapotaceae	*Sideroxylon celastrinum*	Rompe zapato	1	0.0004	-7.7749	-0.0033
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Limoncillo	4	0.0017	-6.3886	-0.0107
Total			2,380	**Diversidad**		**3.3907**
$H'_{MAX} = LN(S)$			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
4.2627			0.80			

Tabla 42. Diversidad de Shannon – Wiener del Estrato Arbóreo.

- **Estrato Arbustivo**

Los arbustos están distribuidos en 530 individuos de 16 especies diferentes. Como se observa en la Tabla 43, la diversidad presente en este grupo es **MEDIA**, por obtener un valor de **2.5354** de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (16) y el número de individuos (530).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	Cola de gallo	43	0.0811	-2.5117	-0.2038
Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	5	0.0094	-4.6634	-0.0440
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	81	0.1528	-1.8784	-0.2871
Asteraceae	*Zexmenia serrata*	Acahual amarillo	29	0.0547	-2.9056	-0.1590
Celastraceae	*Crossopetalum uragoga*	Baya de serpiente	48	0.0906	-2.4017	-0.2175
Connaraceae	*Connarus lentiginosus*	Tres hojas	47	0.0887	-2.4227	-0.2148
Euphorbiaceae	*Acalypha macrostachya*	Zanca de mula	42	0.0792	-2.5352	-0.2009
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Mala mujer	62	0.1170	-2.1457	-0.2510
Fabaceae	*Desmodium nicaraguense*	Desmodium	41	0.0774	-2.5593	-0.1980
Fabaceae	*Mimosa albida*	Uña de gato	36	0.0679	-2.6894	-0.1827
Fabaceae	*Senna pallida*	Chipilín	32	0.0604	-2.8071	-0.1695
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipan	17	0.0321	-3.4397	-0.1103
Malvaceae	*Waltheria indica*	Malva	31	0.0585	-2.8389	-0.1660
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Siquete	10	0.0189	-3.9703	-0.0749
Rubiaceae	*Psychotria erythrocarpa*	Hierba del cargapalito	1	0.0019	-6.2729	-0.0118
Verbenaceae	*Lantana velutina*	Albajaquilla	5	0.0094	-4.6634	-0.0440
Total			**530**	**Diversidad**		**2.5354**
$H'_{MAX} = LN(S)$			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
2.7726			0.91			

Tabla 43. Diversidad de Shannon – Wiener del Estrato Arbustivo.

- **Estrato Herbáceo**

El estrato herbáceo se encuentra representado por 672 individuos, de 29 especies diferentes. Como se observa en la Tabla 43, la diversidad presente en este grupo es **MEDIA**, por obtener un valor de **2.9508** de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (29) y el número de individuos (672).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Acanthaceae	*Elytraria imbricata*	Cordeoncillo	6	0.0089	-4.7185	-0.0421
Acanthaceae	*Ruellia inundata*	Hierba del toro	71	0.1057	-2.2476	-0.2375
Asparagaceae	*Echeandia breedlovei*	Lirio	33	0.0491	-3.0138	-0.1480
Asteraceae	*Bidens reptans*	Flor amarilla	70	0.1042	-2.2618	-0.2356
Asteraceae	*Sclerocarpus divaricatus*	Mozote amarillo	87	0.1295	-2.0444	-0.2647
Bignoniaceae	*Anemopaegma puberulum*	Bejuco batea	13	0.0193	-3.9453	-0.0763
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Commelina	17	0.0253	-3.6770	-0.0930
Convolvulaceae	*Ipomoea clavata*	Ipomea	9	0.0134	-4.3130	-0.0578
Convolvulaceae	*Ipomoea corymbosa*	Señorita	14	0.0208	-3.8712	-0.0807
Costaceae	*Costus pictus*	Caña de cristo	3	0.0045	-5.4116	-0.0242
Cyperaceae	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	1	0.0015	-6.5103	-0.0097
Dioscoreaceae	*Dioscorea carpomaculata*	Camote blanco	26	0.0387	-3.2522	-0.1258
Dioscoreaceae	*Dioscorea cyanisticta*	Camote	13	0.0193	-3.9453	-0.0763
Fabaceae	*Ctenodon compactus*	Dormilona	5	0.0074	-4.9008	-0.0365
Fabaceae	*Desmodium incanum*	Pega pega	31	0.0461	-3.0763	-0.1419
Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	Cadillo	22	0.0327	-3.4192	-0.1119
Fabaceae	*Senna uniflora*	Cacahuatillo	14	0.0208	-3.8712	-0.0807
Oxalidaceae	*Oxalis tetraphylla*	Trebol	15	0.0223	-3.8022	-0.0849
Poaceae	*Eragrostis mexicana*	Zacate llanero	21	0.0313	-3.4657	-0.1083
Poaceae	*Hyparrhenia rufa*	Bermejo africano	1	0.0015	-6.5103	-0.0097
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	4	0.0060	-5.1240	-0.0305
Poaceae	*Lasiacis nigra*	Carricillo	83	0.1235	-2.0914	-0.2583
Poaceae	*Melinis repens*	Pasto rosado	17	0.0253	-3.6770	-0.0930
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacaton	22	0.0327	-3.4192	-0.1119
Rubiaceae	*Spermacoce remota*	Spermacoce	5	0.0074	-4.9008	-0.0365
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuquillo	19	0.0283	-3.5658	-0.1008
Sapindaceae	*Serjania triquetra*	Bejuco costillon	15	0.0223	-3.8022	-0.0849
Selaginellaceae	*Selaginella hoffmannii*	Selaginela	20	0.0298	-3.5145	-0.1046
Smilacaceae	*Smilax domingensis*	Cocolmeca	15	0.0223	-3.8022	-0.0849
Total			**672**	**Diversidad**		**2.9508**
$H'_{MAX} = LN(S)$			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
3.3673			0.88			

Tabla 44. Diversidad de Shannon – Wiener del Estrato Herbáceo.

- **Especies No Maderables**

Las Especies No Maderables se encuentran representadas por 1,212 individuos, de 26 especies diferentes. Como se observa en la Tabla 44, la diversidad presente en este grupo es **MEDIA**, por obtener un valor de **2.6298** de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es heterogéneo, es decir, no presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (26) y el número de individuos (1,212); esto indica que existen especies que dominan este grupo, en donde observamos que 4 especies presentan más de 100 individuos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Cola de faisán	49	0.0404	-3.2082	-0.1297
Araceae	*Philodendron warszewiczii*	Mano de león	87	0.0718	-2.6341	-0.1891
Araceae	*Syngonium chiapense*	Lengua de vaca	3	0.0025	-6.0014	-0.0149
Asparagaceae	*Agave hiemiflora*	Agave	150	0.1238	-2.0894	-0.2586
Bignoniaceae	*Adenocalymma inundatum*	Bejuco	11	0.0091	-4.7021	-0.0427
Bignoniaceae	*Amphilophium crucigerum*	Bejuco de canoíta	1	0.0008	-7.1000	-0.0059
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Piñuela	107	0.0883	-2.4272	-0.2143
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Piñuela	2	0.0017	-6.4069	-0.0106

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Bromeliaceae	*Hechtia glomerata*	Guapilla	81	0.0668	-2.7056	-0.1808
Bromeliaceae	*Tillandsia caput-medusae*	Medusa	25	0.0206	-3.8812	-0.0801
Bromeliaceae	*Tillandsia juncea*	Magueyito	72	0.0594	-2.8234	-0.1677
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Tillandsia	11	0.0091	-4.7021	-0.0427
Bromeliaceae	*Tillandsia utriculata*	Magueyito	3	0.0025	-6.0014	-0.0149
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	55	0.0454	-3.0927	-0.1403
Cactaceae	*Opuntia decumbens*	Nopal de culebra	12	0.0099	-4.6151	-0.0457
Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Nopal	115	0.0949	-2.3551	-0.2235
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Cactus 4 Costillas	13	0.0107	-4.5351	-0.0486
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Cactus rastrero	25	0.0206	-3.8812	-0.0801
Cactaceae	*Weberocereus glaber var. mirandae*	Pitahaya cimarron	2	0.0017	-6.4069	-0.0106
Convolvulaceae	*Ipomoea trifida*	Trompetilla rosa	4	0.0033	-5.7137	-0.0189
Dioscoreaceae	*Dioscorea nelsonii*	Barbasco	8	0.0066	-5.0206	-0.0331
Fabaceae	*Mucuna pruriens*	Pica pica	4	0.0033	-5.7137	-0.0189
Orchidaceae	*Aulosepalum trufulae*	Orquidea rupícola	75	0.0619	-2.7825	-0.1722
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Orquidea terrestre	49	0.0404	-3.2082	-0.1297
Orchidaceae	*Epidendrum cardiochilum*	Orquidea epifita	9	0.0074	-4.9028	-0.0364
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquidea Monja Africana	239	0.1972	-1.6236	-0.3202
Total			1,212	**Diversidad**		2.6298
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
3.2581			0.81			

Tabla 45. Diversidad de Shannon – Wiener de las Especies No Maderables.

4.2.2.2.3. Área del Proyecto

- **Confiabilidad de la Muestra**

Así como en el muestreo del SA, se calculó la curva de acumulación de especies estimadas según el estimador no paramétrico **Jackknife 2**. A continuación, se presenta la curva de acumulación de especies de Flora para el Área de CUSTF:

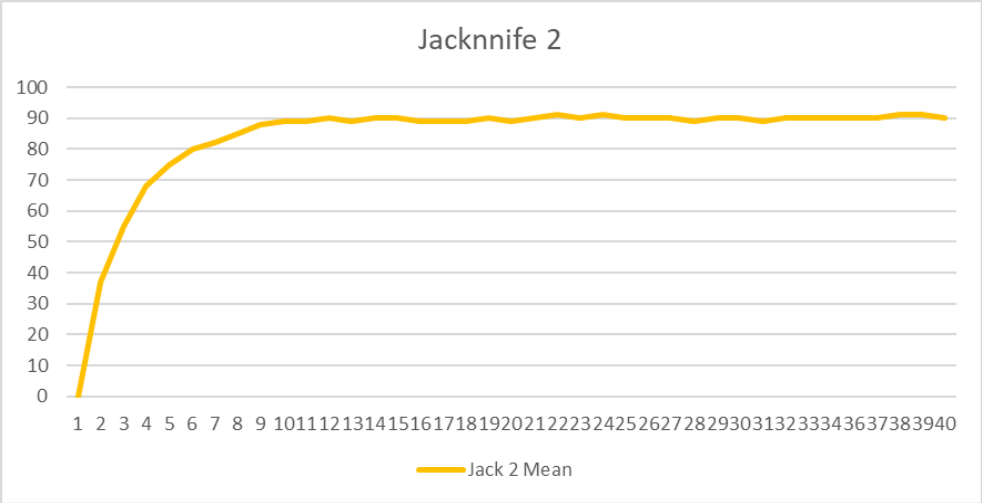


Gráfico 6. Curva de Acumulación de Especies de Flora – Área de CUSTF.

Analizando el Gráfico 6, podemos observar que la curva tiende a subir rápidamente a partir del sitio 1 y hasta el sitio 12 en donde alcanza un total de *90 especies*. Posteriormente, la curva se estabiliza en una asíntota a partir del sitio 22, en donde se obtiene la mayor estimación con un total de *91 especies*; por lo que se concluye que, con la intensidad de

muestreo y la cantidad de sitios realizados, la confiabilidad de la muestra es correcta y la probabilidad de detectar nuevas especies es baja.

- **Eficiencia de la Muestra**

De acuerdo con la información obtenida en campo, se reportan un total de **87 especies**, mientras que el estimador indica **91 especies**, por lo tanto, realizando la sustitución en la fórmula para obtener la eficiencia, queda de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{Eficiencia} = \left(\frac{\mathbf{87}}{\mathbf{91}}\right) * \mathbf{100} = \mathbf{95.60\%}$$

En conformidad con lo anteriormente mencionado, se obtuvo una eficiencia de muestreo del **95.60%**, estando por arriba del umbral de 85% indicado por Villareal *et al*. (2006), por lo tanto, se obtuvo un ***muestreo eficiente***.

- **Error de Muestreo**

De acuerdo con la información levantada en campo y utilizando un tamaño de muestra de **39 sitios** de muestreo de 200 m^2, distribuidos en el Área de CUSTF, se obtuvo como resultado una intensidad de muestreo del **15.20%**.

Considerando el número de especies que se encontraron en cada sitio de muestreo, se obtiene como resultado un error de muestreo del **8.03%** para la **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia** con una confiabilidad del **95%**.

Con base en lo anterior, en la Tabla 46 se muestran los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las fórmulas mencionadas, para cada tipo de vegetación dentro de la superficie que estará sujeta a CUSTF:

Símbolo	Descripción	Valor
N	Tamaño de la Población	508
α	Probabilidad de que la conclusión sea incorrecta	0.05
n	Tamaño de la Muestra	39
$\bar{y}$ = y-barra	Media Muestral	15.31
S2y	Varianza Muestral de la Variable	16.96
F = n/N	Fracción o Intensidad de Muestreo	0.08
FCF = 1-f	Factor de Corrección por Población Finita	0.92
$S2\bar{y}$	Varianza Muestral del Estimador Media Muestral	0.40
$S\bar{y}$	Desviación Estándar (Error Típico)	0.63
(α, gl=n-1)	Valor t-Student	2.02
$tS\bar{y}$	Error de Muestreo	1.28
$\bar{y}+tS\bar{y}$	Límite Superior de Estimación de la Media	16.59
$\bar{y}-tS\bar{y}$	Límite Inferior de Estimación de la Media	14.03
E	Error Máximo Aceptable	1.53
$n_{necesaria}$	Tamaño de Muestra necesario	29
-----	Unidades de Muestreo faltantes	-10
$\hat{t}$	Total Estimado	7,774.62
-----	Límite Superior de Estimación Total	8,426.01

Símbolo	Descripción	Valor
-----	Límite Inferior de Estimación Total	7,123.24
-----	Error de Muestreo Total	8.38%
-----	Intensidad de Muestreo Total	7.68%

Tabla 46. Análisis Experimental del Muestreo aplicado en el Área de Proyecto.

4.2.2.2.3.1. Riqueza y Abundancia de Especies

- **Riqueza de Especies**

La riqueza de especies del Área de Proyecto se encuentra representada por **87 especies**, distribuidas en 37 Familias, destacando la familia **Fabaceae** con 20 especies, es decir el 22.99% de las especies registradas:

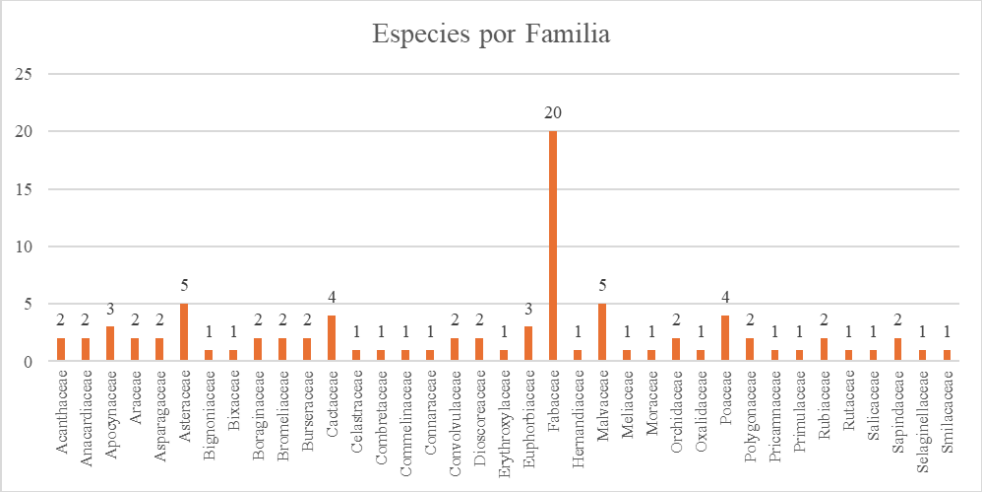


Gráfico 7. Riqueza de Especies en el área del proyecto.

A continuación, se presenta el listado de especies, así como su abundancia y abundancia relativa, por estratos:

- **Estrato Arbóreo**

Se detectaron en total 1,067 individuos de 40 especies diferentes; donde tres especies superan los 100 individuos: el Guaje (*Leucaena leucocephala*) con el 9.70% presentando 103 individuos, el Mulato (*Bursera simaruba*) con el 12.00% con 128 individuos y la Sierrita (*Mimosa terniflora*) con el 12.10% con 129 individuos es la especie dominante de este estrato. Mientras que tres especies presentaron un solo individuo, las cuales presentan el 0.10% de los registros cada una: la Flor de Mayo (*Plumeria rubra*), el Escobillo (*Erythroxylum mexicanum*) y el Quebracho (*Vachellia pennulata*).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Anacardiaceae	*Comocladia guatemalensis*	Cinco Negritos	61	5.70%
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	4	0.40%
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de Mayo	1	0.10%
Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Corcoche	6	0.60%
Asteraceae	*Montanoa tomentosa*	Malacate	2	0.20%
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Tambor	54	5.10%
Boraginaceae	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	76	7.10%

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Molinillo	13	1.20%
Burseraceae	*Bursera excelsa*	Copal	78	7.30%
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Mulato	128	12.00%
Combretaceae	*Terminalia macrostachya*	Cacho de Toro	37	3.50%
Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Escobillo	1	0.10%
Euphorbiaceae	*Euphorbia schlechtendalii*	Chicle	8	0.70%
Fabaceae	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	24	2.20%
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de Venado	7	0.70%
Fabaceae	*Erythrina goldmanii*	Frijolillo	2	0.20%
Fabaceae	*Haematoxylum brasiletto*	Palo Brasil	14	1.30%
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guaje	103	9.70%
Fabaceae	*Lonchocarpus guatemalensis*	Calagua	10	0.90%
Fabaceae	*Lonchocarpus parviflorus*	Chaperla	57	5.30%
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Amolillo	9	0.80%
Fabaceae	*Mimosa terniflora*	Sierrita	129	12.10%
Fabaceae	*Senna atomaria*	Hediondillo	28	2.60%
Fabaceae	*Senna skinneri*	Santa Rosa	9	0.80%
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Cornazuelo	3	0.30%
Fabaceae	*Vachellia pennulata*	Quebracho	1	0.10%
Hernandiaceae	*Gyrocarpus americanus*	San Felipe	20	1.90%
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Mosmot	25	2.30%
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Caulote	6	0.60%
Malvaceae	*Heliocarpus reticulatus*	Guaspó	7	0.70%
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Sospó	2	0.20%
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Napahuito	3	0.30%
Moraceae	*Ficus cookii*	Higo	19	1.80%
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	40	3.70%
Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	Carnero	9	0.80%
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Nangaño	11	1.00%
Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Caniquita	23	2.20%
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	6	0.60%
Rutaceae	*Zanthoxylum fagara*	Cola de Lagarto	14	1.30%
Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Cafecito	17	1.60%
Total			1,067	100%

Tabla 47. Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Arbóreo.

- **Estrato Arbustivo**

Se detectaron en total 206 individuos de 13 especies diferentes; donde cinco especies presentan más de 20 individuos: la Malva (*Waltheria indica*) con el 10.20% presentando 21 individuos, la Zanca de Mula (*Acalypha macrostachya*) con el 11.20% presentando 23 individuos, el Acahual Amarillo (*Zexmenia serrata*) con el 11.70% presentando 24 individuos, el Desmodium (*Desmodium nicaragüense*) con el 16.00% con 33 individuos y la Mala Mujer (*Cnidoscolus aconitifolius)* con el 19.90% con 41 individuos es la especie dominante de este estrato. Mientras que dos especies presentaron cuatro individuos: el Torito (*Cascabela ovata*) y el Tres Hojas (*Connarus lentiginosus*) con el 1.90% cada una.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	Cola de Gallo	5	2.40%
Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	4	1.90%
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	19	9.20%

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Asteraceae	*Zexmenia serrata*	Acahual Amarillo	24	11.70%
Celastraceae	*Crossopetalum uragoga*	Baya de Serpiente	9	4.40%
Connaraceae	*Connarus lentiginosus*	Tres Hojas	4	1.90%
Euphorbiaceae	*Acalypha macrostachya*	Zanca de Mula	23	11.20%
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Mala Mujer	41	19.90%
Fabaceae	*Desmodium nicaragüense*	Desmodium	33	16.00%
Fabaceae	*Mimosa albida*	Uña de Gato	7	3.40%
Fabaceae	*Senna pallida*	Chipilín	8	3.90%
Malvaceae	*Waltheria indica*	Malva	21	10.20%
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Siqueté	8	3.90%
Total			**206**	**100%**

Tabla 48. Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Arbustivo.

- **Estrato Herbáceo**

Se detectaron en total 315 individuos de 23 especies diferentes; donde cinco especies presentan más de 20 individuos; el Carricillo (*Lasiacis nigra*) y el Pega Pega (*Desmodium incanum)* con el 8.30% presentando 26 individuos cada uno, la Flor Amarilla (*Bidens reptans*) con el 8.90% presentando 28 individuos, el Mozote Amarillo (*Sclerocarpus divaricatus*) con el 9.20% presentando 29 individuos y el Lirio (*Echeandia breedlovei)* con el 9.50% con 30 individuos es la especie dominante de este estrato. Mientras que una especie presentó un solo individuo con el 0.30% de los registros; esta especie es el Trébol (*Oxalis tetraphylla*).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Acanthaceae	*Ruellia inundata*	Hierba de Toro	19	6.00%
Asparagaceae	*Echeandia breedlovei*	Lirio	30	9.50%
Asteraceae	*Bidens reptans*	Flor Amarilla	28	8.90%
Asteraceae	*Sclerocarpus divaricatus*	Mozote Amarillo	29	9.20%
Bignoniaceae	*Anemopaegma puberulum*	Bejuco Batea	6	1.90%
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Commelina	10	3.20%
Convolvulaceae	*Ipomoea clavata*	Ipomea	5	1.60%
Convolvulaceae	*Ipomoea corymbosa*	Flor de Pascua	3	1.00%
Dioscoreaceae	*Dioscorea carpomaculata*	Camote Blanco	19	6.00%
Dioscoreaceae	*Dioscorea cyanisticta*	Camote	10	3.20%
Fabaceae	*Ctenodon compactus*	Dormilona	2	0.60%
Fabaceae	*Desmodium incanum*	Pega Pega	26	8.30%
Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	Cadillo	13	4.10%
Fabaceae	*Senna uniflora*	Cacahuatillo	13	4.10%
Oxalidaceae	*Oxalis tetraphylla*	Trébol	1	0.30%
Poaceae	*Eragrostis mexicana*	Zacate Llanero	12	3.80%
Poaceae	*Lasiacis nigra*	Carricillo	26	8.30%
Poaceae	*Melinis repens*	Pasto Rosado	12	3.80%
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacatón	13	4.10%
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuquillo	18	5.70%
Sapindaceae	*Serjania triquetra*	Bejuco Costillón	4	1.30%
Selaginellaceae	*Selaginella hoffmannii*	Selaginela	11	3.50%
Smilacaceae	*Smilax domingensis*	Cocolmeca	5	1.60%
Total			**315**	**100%**

Tabla 49. Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Herbáceo.

- **Especies No Maderables**

Se detectaron en total 260 individuos de 11 especies diferentes, donde la Orquídea Africana (*Oeceoclades maculata*) domina este estrato con el 48.10% y 125 individuos. Mientras que dos especies presentaron dos individuos, presentando el 0.80%; estas especies son: el Anturio (*Anthurium schlechtendalii*) y el Cactus 4 Costillas (*Pterocereus gaumeri*).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Anturio	2	0.80%
Araceae	*Philodendron warszewiczii*	Mano de León	4	1.50%
Asparagaceae	*Agave hiemiflora*	Agave	5	1.90%
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Piñuela	28	10.80%
Bromeliaceae	*Tillandsia juncea*	Magueyito	5	1.90%
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cactus Tres Costillas	9	3.50%
Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Nopal	42	16.20%
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Cactus 4 Costillas	2	0.80%
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Cactus Rastrero	17	6.50%
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Orquídea Terrestre	21	8.10%
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquídea Monja Africana	125	48.10%
Total			**260**	**100%**

Tabla 50. Abundancia y Abundancia Relativa de las Especies No Maderables.

4.2.2.2.3.2. Índice de Diversidad de Shannon - Wiener

- **Estrato Arbóreo**

El estrato arbóreo se encontraba representado por 1,067 individuos, de 40 especies diferentes. La diversidad presente en este grupo es **MEDIA**, por obtener un valor de 3.0659 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es heterogéneo, es decir, no presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (40) y el número de individuos (1,067); esto indica que existen especies que dominan al estrato.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Anacardiaceae	*Comocladia guatemalensis*	Cinco Negritos	61	0.0572	-2.8612	-0.1637
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	4	0.0037	-5.5994	-0.0207
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de Mayo	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Corcoche	6	0.0056	-5.1850	-0.0290
Asteraceae	*Montanoa tomentosa*	Malacate	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Tambor	54	0.0506	-2.9838	-0.1510
Boraginaceae	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	76	0.0712	-2.6423	-0.1881
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Molinillo	13	0.0122	-4.4063	-0.0538
Burseraceae	*Bursera excelsa*	Copal	78	0.0731	-2.6159	-0.1912
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Mulato	128	0.1200	-2.1203	-0.2544
Combretaceae	*Terminalia macrostachya*	Cacho de Toro	37	0.0347	-3.3610	-0.1166
Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Escobillo	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
Euphorbiaceae	*Euphorbia schlechtendalii*	Chicle	8	0.0075	-4.8929	-0.0367
Fabaceae	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	24	0.0225	-3.7942	-0.0854
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de Venado	7	0.0066	-5.0207	-0.0331
Fabaceae	*Erythrina goldmanii*	Frijolillo	2	0.0019	-6.2659	-0.0119

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Fabaceae	*Haematoxylum brasiletto*	Palo Brasil	14	0.0131	-4.3351	-0.0568
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guaje	103	0.0965	-2.3382	-0.2256
Fabaceae	*Lonchocarpus guatemalensis*	Calagua	10	0.0094	-4.6670	-0.0439
Fabaceae	*Lonchocarpus parviflorus*	Chaperla	57	0.0534	-2.9299	-0.1565
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Amolillo	9	0.0084	-4.7795	-0.0401
Fabaceae	*Mimosa terniflora*	Sierrita	129	0.1209	-2.1128	-0.2554
Fabaceae	*Senna atomaria*	Hediondillo	28	0.0262	-3.6420	-0.0954
Fabaceae	*Senna skinneri*	Santa Rosa	9	0.0084	-4.7795	-0.0401
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Cornazuelo	3	0.0028	-5.8781	-0.0165
Fabaceae	*Vachellia pennulata*	Quebracho	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
Hernandiaceae	*Gyrocarpus americanus*	San Felipe	20	0.0187	-3.9792	-0.0744
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Mosmot	25	0.0234	-3.7550	-0.0879
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Caulote	6	0.0056	-5.1850	-0.0290
Malvaceae	*Heliocarpus reticulatus*	Guaspó	7	0.0066	-5.0207	-0.0331
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Sospó	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Napahuito	3	0.0028	-5.8781	-0.0165
Moraceae	*Ficus cookii*	Higo	19	0.0178	-4.0286	-0.0717
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	40	0.0375	-3.2834	-0.1231
Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	Carnero	9	0.0084	-4.7795	-0.0401
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Nangaño	11	0.0103	-4.5756	-0.0471
Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Caniquita	23	0.0216	-3.8351	-0.0828
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	6	0.0056	-5.1850	-0.0290
Rutaceae	*Zanthoxylum fagara*	Cola de Lagarto	14	0.0131	-4.3351	-0.0568
Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Cafecito	17	0.0159	-4.1414	-0.0658
Total			**1,067**	**Diversidad**		**3.0659**
H'_{MAX} = LN(S)			**EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}**			
3.6889			**0.83**			

Tabla 51. Diversidad de Shannon – Wiener del Estrato Arbóreo.

- **Estrato Arbustivo**

El estrato arbustivo se encontraba distribuido en 206 individuos, de 13 especies diferentes. La diversidad presente en este grupo es **MEDIA**, por obtener un valor de 2.3098 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (13) y el número de individuos (206).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	Cola de Gallo	5	0.0243	-3.7173	-0.0903
Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	4	0.0194	-3.9425	-0.0765
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	19	0.0922	-2.3838	-0.2198
Asteraceae	*Zexmenia serrata*	Acahual Amarillo	24	0.1165	-2.1499	-0.2505
Celastraceae	*Crossopetalum uragoga*	Baya de Serpiente	9	0.0437	-3.1304	-0.1368
Connaraceae	*Connarus lentiginosus*	Tres Hojas	4	0.0194	-3.9425	-0.0765
Euphorbiaceae	*Acalypha macrostachya*	Zanca de Mula	23	0.1117	-2.1919	-0.2448

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Mala Mujer	41	0.1990	-1.6145	-0.3213
Fabaceae	*Desmodium nicaragüense*	Desmodium	33	0.1602	-1.8313	-0.2934
Fabaceae	*Mimosa albida*	Uña de Gato	7	0.0340	-3.3814	-0.1150
Fabaceae	*Senna pallida*	Chipilín	8	0.0388	-3.2493	-0.1261
Malvaceae	*Waltheria indica*	Malva	21	0.1019	-2.2838	-0.2327
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Siqueté	8	0.0388	-3.2493	-0.1261
Total			**206**	**Diversidad**		**2.3098**
H'_{MAX} = LN(S)			**EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}**			
2.5649			**0.90**			

Tabla 52. Diversidad de Shannon – Wiener del Estrato Arbustivo.

- **Estrato Herbáceo**

El estrato herbáceo se encontraba distribuido en 315 individuos, de 23 especies diferentes. La diversidad en este grupo es **MEDIA**, por obtener un valor de 2.9090 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (23) y el número de individuos (315).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Acanthaceae	*Ruellia inundata*	Hierba de Toro	19	0.0603	-2.8084	-0.1693
Asparagaceae	*Echeandia breedlovei*	Lirio	30	0.0952	-2.3518	-0.2239
Asteraceae	*Bidens reptans*	Flor Amarilla	28	0.0889	-2.4202	-0.2152
Asteraceae	*Sclerocarpus divaricatus*	Mozote Amarillo	29	0.0921	-2.3849	-0.2196
Bignoniaceae	*Anemopaegma puberulum*	Bejuco Batea	6	0.0190	-3.9633	-0.0753
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Commelina	10	0.0317	-3.4514	-0.1094
Convolvulaceae	*Ipomoea clavata*	Ipomea	5	0.0159	-4.1414	-0.0658
Convolvulaceae	*Ipomoea corymbosa*	Flor de Pascua	3	0.0095	-4.6565	-0.0442
Dioscoreaceae	*Dioscorea carpomaculata*	Camote Blanco	19	0.0603	-2.8084	-0.1693
Dioscoreaceae	*Dioscorea cyanisticta*	Camote	10	0.0317	-3.4514	-0.1094
Fabaceae	*Ctenodon compactus*	Dormilona	2	0.0063	-5.0672	-0.0319
Fabaceae	*Desmodium incanum*	Pega Pega	26	0.0825	-2.4950	-0.2058
Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	Cadillo	13	0.0413	-3.1869	-0.1316
Fabaceae	*Senna uniflora*	Cacahuatillo	13	0.0413	-3.1869	-0.1316
Oxalidaceae	*Oxalis tetraphylla*	Trébol	1	0.0032	-5.7446	-0.0184
Poaceae	*Eragrostis mexicana*	Zacate Llanero	12	0.0381	-3.2675	-0.1245
Poaceae	*Lasiacis nigra*	Carricillo	26	0.0825	-2.4950	-0.2058
Poaceae	*Melinis repens*	Pasto Rosado	12	0.0381	-3.2675	-0.1245
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacatón	13	0.0413	-3.1869	-0.1316
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuquillo	18	0.0571	-2.8630	-0.1635
Sapindaceae	*Serjania triquetra*	Bejuco Costillón	4	0.0127	-4.3662	-0.0555
Selaginellaceae	*Selaginella hoffmannii*	Selaginela	11	0.0349	-3.3553	-0.1171
Smilacaceae	*Smilax domingensis*	Cocolmeca	5	0.0159	-4.1414	-0.0658
Total			**315**	**Diversidad**		**2.9090**
H'_{MAX} = LN(S)			**EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}**			
3.1355			**0.93**			

Tabla 53. Diversidad de Shannon – Wiener del Estrato Herbáceo.

- **Especies No Maderables**

Este grupo se encontraba representado por 260 individuos, de 11 especies diferentes. La diversidad presente es **BAJA**, por obtener un valor de 1.6758 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo se encuentra dominado por alguna especie o algunas especies en cuanto al número de individuos que presentan.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Anturio	2	0.0077	-4.8665	-0.0375
Araceae	*Philodendron warszewiczii*	Mano de León	4	0.0154	-4.1734	-0.0643
Asparagaceae	*Agave hiemiflora*	Agave	5	0.0192	-3.9528	-0.0759
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Piñuela	28	0.1077	-2.2284	-0.2400
Bromeliaceae	*Tillandsia juncea*	Magueyito	5	0.0192	-3.9528	-0.0759
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cactus Tres Costillas	9	0.0346	-3.3639	-0.1164
Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Nopal	42	0.1615	-1.8233	-0.2945
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Cactus 4 Costillas	2	0.0077	-4.8665	-0.0375
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Cactus Rastrero	17	0.0654	-2.7272	-0.1784
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Orquídea Terrestre	21	0.0808	-2.5158	-0.2033
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquídea Monja Africana	125	0.4808	-0.7323	-0.3521
Total			**260**	**Diversidad**		**1.6758**
H'_{MAX} = LN(S)			**EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}**			
2.3979			**0.70**			

Tabla 54. Diversidad de Shannon – Wiener de las Especies No Maderables.

4.2.2.2.4. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

La Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010,** *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo,* y su Anexo Normativo III, tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

En el Gráfico 8, se presentan las diferentes categorías de riesgo establecidas en la Norma Oficial:

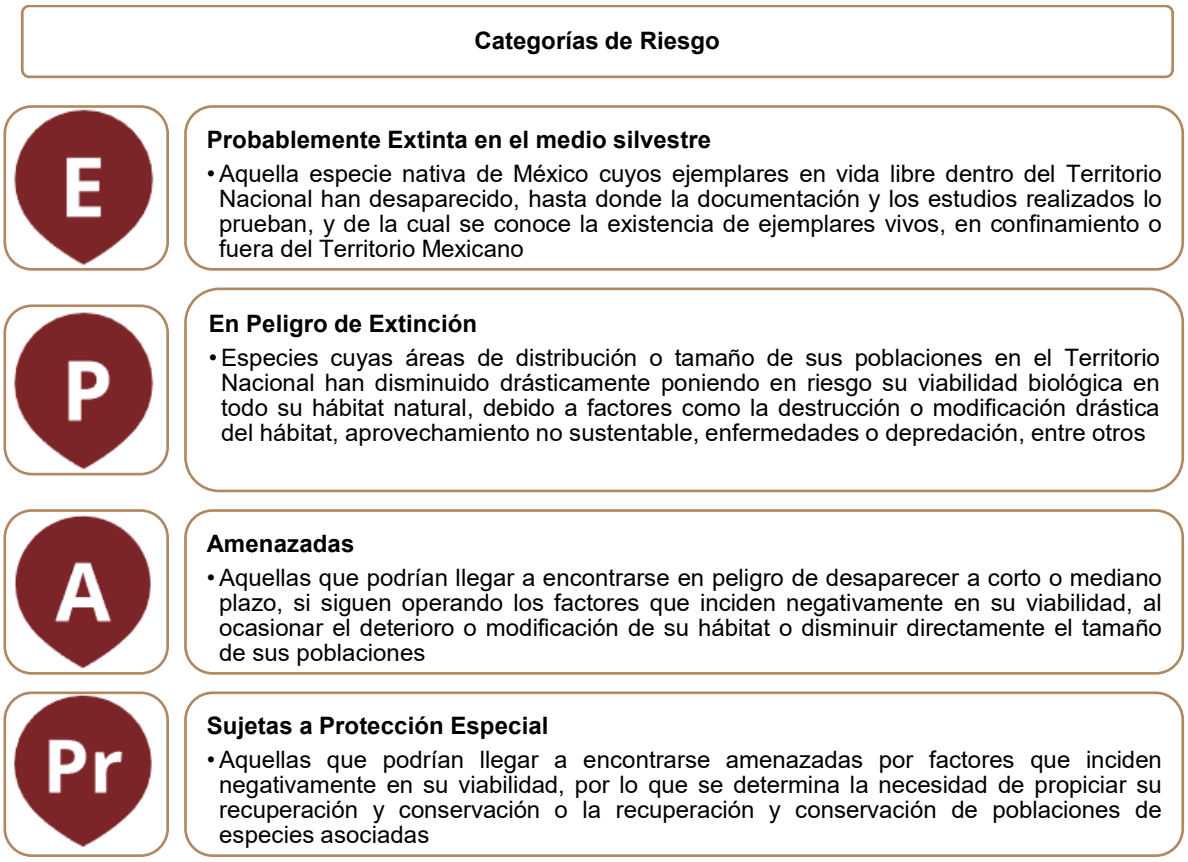


Gráfico 8. Categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Derivado de los resultados de los muestreos realizados para el Sistema Ambiental y el Área del Proyecto de CUSTF, y tras el análisis con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III, se tiene lo siguiente:

- **Sistema Ambiental**

En el SA se detectaron 3 especies incluidas en alguna categoría de riesgo con base lo establecido en la Norma Oficial Mexicana.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estrato	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Cactus 4 Costillas	No Maderable	P (En Peligro de Extinción)	Endémica
Euphorbiaceae	*Croton guatemalensis*	Copalchi	Arbóreo	Pr (Sujeta a Protección Especial)	No Endémica
Sapotaceae	*Sideroxylon capiri*	Tempisque	Arbóreo	A (Amenazada)	No Endémica

Tabla 55. Especies de Flora identificada en el SA con categorías de riesgo.

- **Área del Proyecto**

De la lista de especies determinadas en el Área de CUSTF, se identificó que una especie se encontraba incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en su Anexo Normativo III. La especie es la siguiente:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estrato	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Cactus 4 Costillas	No Maderable	P (En Peligro de Extinción)	Endémica

Tabla 56. Especies de Flora identificada en el área del proyecto con categorías de riesgo.

A pesar de lo anterior, es importante señalar que, en el **Capítulo 6** de este documento, se detallan las medidas de mitigación que se proponen emplear en el desarrollo del Proyecto, encaminadas a la preservación y protección de las especies silvestres de Flora.

4.2.2.2.5. Análisis comparativo

4.2.2.2.5.1. Riqueza

En lo que a riqueza de flora silvestre se refiere, para el Sistema Ambiental se tiene el registro de 125 especies distribuidas en 47 familias; de las especies por estrato tenemos que 19 pertenecen a las especies no maderables, 25 al estrato herbáceo, 15 del estrato arbustivo y 66 del estrato arbóreo. Mientras que para el Área de Proyecto se tiene un registro de 87 especies distribuidos en 37 familias, las especies no maderables presentaron 11 especies, las herbáceas presentaron 23 especies, 13 de arbusto y 40 especies son árboles.

		Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo	No Maderables	Total
Sistema Ambiental	Familia	47 Familias				
	Especies	25	15	66	19	125
	Individuos	649	525	2,179	1,179	4,532
	Diversidad	2.8882	2.5194	3.4004	2.5438	
	Diversidad máxima	3.2189	2.7081	4.1897	2.9444	
	Equitatividad	0.90	0.93	0.81	0.86	
Área de Proyecto de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	Familia	37 Familias				
	Especies	23	13	40	11	87
	Individuos	315	206	1,067	260	1,848
	Diversidad	2.9090	2.3098	3.0659	1.6758	
	Diversidad máxima	3.1355	2.5649	3.6889	2.3979	
	Equitatividad	0.93	0.90	0.83	0.70	

Tabla 57. Comparativa Riqueza de la Flora Silvestre.

4.2.2.2.5.2. Abundancia y Abundancia Relativa

- **Estrato Arbóreo**

Analizando la información obtenemos que en ambas áreas (SA y CUSTF) las especies que se encontraron entre las más abundantes fueron: el Mulato (*Bursera simaruba*) y la Sierrita (*Mimosa teniuflora*). Mientras que la menos abundante fue el Escobillo (*Erythroxylum mexicanum*) en ambas áreas.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Abundancia Relativa	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF
Anacardiaceae	*Comocladia guatemalensis*	Cinco negritos	119	61	5.46%	5.70%
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	15	4	0.69%	0.40%
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	10	1	0.46%	0.10%
Apocynaceae	*Tabernaemontana donnell-smithii*	Cojon de cochi	8		0.37%	
Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Corcoche	10	6	0.46%	0.60%
Asteraceae	*Montanoa tomentosa*	Malacate	3	2	0.14%	0.20%
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pumpushuti	66	54	3.03%	5.10%
Boraginaceae	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	115	76	5.28%	7.10%
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Hormiguillo	35	13	1.61%	1.20%
Boraginaceae	*Cordia dentata*	Mazu	10		0.46%	
Burseraceae	*Bursera excelsa*	Copal	159	78	7.30%	7.30%
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Mulato	174	128	7.99%	12.00%
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulin cimarron	1		0.05%	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Abundancia Relativa	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF
Capparaceae	*Quadrella incana*	Matagallina	4		0.18%	
Caricaceae	*Jacaratia mexicana*	Bonete	3		0.14%	
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Cancerina	7		0.32%	
Celastraceae	*Wimmeria pubescens*	Huesito	3		0.14%	
Clusiaceae	*Clusia flava*	Memelita	1		0.05%	
Combretaceae	*Terminalia macrostachya*	Cacho de toro	125	37	5.74%	3.50%
Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	Zapotillo	1		0.05%	
Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Escobillo	1	1	0.05%	0.10%
Euphorbiaceae	*Croton guatemalensis*	Copalchi	5		0.23%	
Euphorbiaceae	*Euphorbia schlechthendalii*	Chicle	33	8	1.51%	0.70%
Fabaceae	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	24	24	1.10%	2.20%
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de venado	15	7	0.69%	0.70%
Fabaceae	*Erythrina goldmanii*	Frijolillo	4	2	0.18%	0.20%
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Mata ratón	2		0.09%	
Fabaceae	*Haematoxylum brasiletto*	Palo brasil	56	14	2.57%	1.30%
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guaje	113	103	5.19%	9.70%
Fabaceae	*Lonchocarpus guatemalensis*	Calagua	10	10	0.46%	0.90%
Fabaceae	*Lonchocarpus parviflorus*	Chaperla	68	57	3.12%	5.30%
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Matabuey	1		0.05%	
Fabaceae	*Lysiloma acapulcense*	Tepeguaje	4		0.18%	
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Tepeguaje negro	123	9	5.64%	0.80%
Fabaceae	*Mimosa tenuiflora*	Sierrita	168	129	7.71%	12.10%
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabin	2		0.09%	
Fabaceae	*Senna atomaria*	Hediondillo	29	28	1.33%	2.60%
Fabaceae	*Senna skinneri*	Santa rosa	15	9	0.69%	0.80%
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Cornezuelo	15	3	0.69%	0.30%
Fabaceae	*Vachellia pennulata*	Quebracho	3	1	0.14%	0.10%
Hernandiaceae	*Gyrocarpus americanus*	San Felipe	109	20	5.00%	1.90%
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Mosmot	39	25	1.79%	2.30%
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Caulote	37	6	1.70%	0.60%
Malvaceae	*Heliocarpus reticulatus*	Guaspo	10	7	0.46%	0.70%
Malvaceae	*Luehea candida*	Caulote blanco	2		0.09%	
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Sospo	30	2	1.38%	0.20%
Meliaceae	*Swietenia humilis*	Caobilla	3		0.14%	
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Napahuito	4	3	0.18%	0.30%
Moraceae	*Ficus cookii*	Higo	30	19	1.38%	1.80%
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Amate negro	1		0.05%	
Myrtaceae	*Eugenia acapulcensis*	Capulín de monte	15		0.69%	
Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Chasa	4		0.18%	
Oleaceae	*Fraxinus purpusii*	Saucito	9		0.41%	
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	61	40	2.80%	3.70%
Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	Carnero	12	9	0.55%	0.80%
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Nangaño	149	11	6.84%	1.00%
Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquín	23	23	1.06%	2.20%
Rubiaceae	*Hintonia lumana*	Caniquita	21		0.96%	
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	6	6	0.28%	0.60%
Rubiaceae	*Randia armata*	Cruceta	3		0.14%	
Rutaceae	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	14	14	0.64%	1.30%
Rutaceae	*Zanthoxylum mollissimum*	Cola de lagarto	2		0.09%	
Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Cafecito	29	17	1.33%	1.60%

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Abundancia Relativa	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF
Sapotaceae	*Sideroxylon capiri*	Tempisque	1		0.05%	
Sapotaceae	*Sideroxylon celastrinum*	Rompe zapato	1		0.05%	
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Limoncillo	4		0.18%	
Total			2,179	1,067	100%	100%

Tabla 58. Comparativa de los valores de Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Arbóreo en el SA y el área de CUSTF.

- **Estrato Arbustivo**

En cuanto a la abundancia y abundancia relativa presente tanto en el SA como en el área de CUSTF, las especies que se encontraron entre las más abundantes fueron: la Mala mujer (*Cnidoscolus aconitifolius*). Mientras que dentro de las menos abundantes fue Mientras que dentro de las menos abundantes fue el Torito (*Cascabela ovata*).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Abundancia Relativa	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF
Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	Cola de gallo	43	5	8.20%	2.40%
Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	4	4	0.80%	1.90%
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	81	19	15.40%	9.20%
Asteraceae	*Zexmenia serrata*	Acahual amarillo	29	24	5.50%	11.70%
Celastraceae	*Crossopetalum uragoga*	Baya de serpiente	46	9	8.80%	4.40%
Connaraceae	*Connarus lentiginosus*	Tres hojas	47	4	9.00%	1.90%
Euphorbiaceae	*Acalypha macrostachya*	Zanca de mula	42	23	8.00%	11.20%
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Mala mujer	62	41	11.80%	19.90%
Fabaceae	*Desmodium nicaraguense*	Desmodium	41	33	7.80%	16.00%
Fabaceae	*Mimosa albida*	Uña de gato	36	7	6.90%	3.40%
Fabaceae	*Senna pallida*	Chipilín	32	8	6.10%	3.90%
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipan	17		3.20%	
Malvaceae	*Waltheria indica*	Malva	31	21	5.90%	10.20%
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Siquete	9	8	1.70%	3.90%
Verbenaceae	*Lantana velutina*	Albajaquilla	5		1.00%	
Total			525	206	100%	100%

Tabla 59. Comparativa de los valores de Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Arbustivo en el SA y el área de CUSTF.

- **Estrato Herbáceo**

Analizando la información obtenemos que en ambas áreas (SA y CUSTF) las especies que se encontraron entre las más abundantes fueron: el Carricillo (*Lasiacis nigra*) y la Flor amarilla (*Bidens reptans*). Mientras que dentro de las menos abundantes fueron la Caña de cristo (*Costus pictus*) para el SA y el Trebol (*Oxalis tetraphylla*) para el área de CUSTF.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Abundancia Relativa	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF
Acanthaceae	Ruellia inundata	Hierba del toro	67	19	10.32%	6.00%
Asparagaceae	Echeandia breedlovei	Lirio	33	30	5.08%	9.50%
Asteraceae	Bidens reptans	Flor amarilla	70	28	10.79%	8.90%
Asteraceae	Sclerocarpus divaricatus	Mozote amarillo	87	29	13.41%	9.20%
Bignoniaceae	Anemopaegma puberulum	Bejuco batea	13	6	2.00%	1.90%
Commelinaceae	Commelina erecta	Commelina	17	10	2.62%	3.20%

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Abundancia Relativa	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF
Convolvulaceae	Ipomoea clavata	Ipomea	9	5	1.39%	1.60%
Convolvulaceae	Ipomoea corymbosa	Señorita	14	3	2.16%	1.00%
Costaceae	Costus pictus	Caña de cristo	3		0.46%	
Dioscoreaceae	Dioscorea carpomaculata	Camote blanco	26	19	4.01%	6.00%
Dioscoreaceae	Dioscorea cyanisticta	Camote	13	10	2.00%	3.20%
Fabaceae	Ctenodon compactus	Dormilona	5	2	0.77%	0.60%
Fabaceae	Desmodium incanum	Pega pega	31	26	4.78%	8.30%
Fabaceae	Desmodium tortuosum	Cadillo	22	13	3.39%	4.10%
Fabaceae	Senna uniflora	Cacahuatillo	14	13	2.16%	4.10%
Oxalidaceae	Oxalis tetraphylla	Trebol	15	1	2.31%	0.30%
Poaceae	Eragrostis mexicana	Zacate llanero	21	12	3.24%	3.80%
Poaceae	Lasiacis nigra	Carricillo	83	26	12.79%	8.30%
Poaceae	Melinis repens	Pasto rosado	17	12	2.62%	3.80%
Poaceae	Panicum maximum	Zacaton	22	13	3.39%	4.10%
Rubiaceae	Spermacoce remota	Spermacoce	5		0.77%	
Sapindaceae	Paullinia pinnata	Bejuquillo	19	18	2.93%	5.70%
Sapindaceae	Serjania triquetra	Bejuco costillon	8	4	1.23%	1.30%
Selaginellaceae	Selaginella hoffmannii	Selaginela	20	11	3.08%	3.50%
Smilacaceae	Smilax domingensis	Cocolmeca	15	5	2.31%	1.60%
Total			649	315	100%	100%

Tabla 60.Comparativa de los valores de Abundancia y Abundancia Relativa del Estrato Herbáceo en el SA y el área de CUSTF.

- **Especies No Maderables**

Con base en la información de ambas áreas de estudio (SA y CUSTF) la especie que se encontró entre las más abundantes fue: la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*). Mientras que dentro de las menos abundantes fueron especies diferentes; para el SA fueron: la Pitahaya cimarron (*Weberocereus glaber var. mirandae*), y para el área de CUSTF el Anturio (*Anthurium schlechtendalii*) y el Cactus 4 Costillas (*Pterocereus gaumeri*).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Abundancia Relativa	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Cola de faisán	49	2	4.15%	0.80%
Araceae	*Philodendron warszewiczii*	Mano de león	86	4	7.27%	1.50%
Asparagaceae	*Agave hiemiflora*	Agave	150	5	12.69%	1.90%
Bignoniaceae	*Adenocalymma inundatum*	Bejuco	11		0.92%	
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Piñuela	107	28	9.11%	10.80%
Bromeliaceae	*Hechtia glomerata*	Guapilla	81		6.92%	
Bromeliaceae	*Tillandsia caput-medusae*	Medusa	23		1.96%	
Bromeliaceae	*Tillandsia juncea*	Magueyito	72	5	6.11%	1.90%
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Tillandsia	10		0.81%	
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	55	9	4.61%	3.50%
Cactaceae	*Opuntia decumbens*	Nopal de culebra	12		1.04%	
Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Nopal	115	42	9.80%	16.20%
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Cactus 4 Costillas	13	2	1.15%	0.80%
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Cactus rastrero	25	17	2.08%	6.50%
Cactaceae	*Weberocereus glaber var. mirandae*	Pitahaya cimarrón	2		0.12%	
Orchidaceae	*Aulosepalum trufulae*	Orquidea rupícola	75		6.34%	
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Orquidea terrestre	49	21	4.15%	8.10%

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Abundancia Relativa	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF
Orchidaceae	*Epidendrum cardiochilum*	Orquidea epifita	9		0.81%	
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquidea Monja Africana	235	125	19.95%	48.10%
Total			1,179	260	100%	100%

Tabla 61. Comparativa de los valores de Abundancia y Abundancia Relativa de las Especies No Maderables en el SA y el área de CUSTF.

4.2.2.2.5.3. Índice de Biodiversidad

- **Estrato Arbóreo**

El Estrato Arbóreo presente en el Sistema Ambiental, se encuentra representado por 2,179 individuos, de 66 especies diferentes. La diversidad presente en este grupo es MEDIA, por obtener un valor de 3.4004 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es heterogéneo, es decir, no presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (66) y el número de individuos (2,179), lo que indica que existen especies que dominan este grupo, analizando la tabla, observamos que 10 especies presentan más de 100 individuos.

Por su parte, el Área de CUSTF se encuentra representada por 1,067 individuos, de 40 especies diferentes. La diversidad presente en este grupo es MEDIA, por obtener un valor de 3.0659 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es heterogéneo, es decir, no presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (40) y el número de individuos (1,067), esto indica que existen especies que dominan al estrato.

La equitatividad de Shannon mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima, la cual se aproximó a 1 en ambas áreas. Ambas áreas de estudio mostraron valores similares, no obstante, el Área de CUSTF muestra un índice de equitatividad mayor (0.83) al del SA (0.81). Esto sugiere que el SA es una comunidad con menos equidad que el Área de CUSTF, lo cual indica que en el SA existen especies mejor representadas que otras, mientras que en el Área de CUSTF la mayoría de especies poseen una cantidad más similar de individuos.

Dado que la estimación de la biodiversidad es influenciada tanto por la cantidad de especies como por la cantidad de individuos, la diversidad del estrato arbóreo en el SA es superior al del Área de CUSTF. En el SA se obtuvo un Índice de Biodiversidad de 3.4004 mientras que en el Área de CUSTF fue de 3.0659, esto se deriva de que en el SA se identificaron 26 especies más que en el Área de CUSTF (66 en el SA y 40 en el Área de CUSTF), mientras que en la cantidad de individuos se detectó casi el doble de individuos el SA a los registrados en el Área de CUSTF, esto influye en que de la cantidad de especies y el número de individuos representen una mayor diversidad en el SA a diferencia del Área de CUSTF, sin embargo, analizando solo los valores de biodiversidad, se entiende que en los dos casos se trata de una diversidad MEDIA o SIMILAR

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SA	CUSTF
Anacardiaceae	*Comocladia guatemalensis*	Cinco negritos	-0.1588	-0.1637
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	-0.0343	-0.0207
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	-0.0248	-0.0063
Apocynaceae	*Tabernaemontana donnell-smithii*	Cojon de cochi	-0.0207	
Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Corcoche	-0.0248	-0.0290

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SA	CUSTF
Asteraceae	*Montanoa tomentosa*	Malacate	-0.0092	-0.0119
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pumpushuti	-0.1059	-0.1510
Boraginaceae	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	-0.1553	-0.1881
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Hormiguillo	-0.0665	-0.0538
Boraginaceae	*Cordia dentata*	Mazu	-0.0248	
Burseraceae	*Bursera excelsa*	Copal	-0.1911	-0.1912
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Mulato	-0.2019	-0.2544
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulin cimarron	-0.0038	
Capparaceae	*Quadrella incana*	Matagallina	-0.0114	
Caricaceae	*Jacaratia mexicana*	Bonete	-0.0092	
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Cancerina	-0.0184	
Celastraceae	*Wimmeria pubescens*	Huesito	-0.0092	
Clusiaceae	*Clusia flava*	Memelita	-0.0038	
Combretaceae	*Terminalia macrostachya*	Cacho de toro	-0.1640	-0.1166
Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	Zapotillo	-0.0038	
Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Escobillo	-0.0038	-0.0063
Euphorbiaceae	*Croton guatemalensis*	Copalchi	-0.0140	
Euphorbiaceae	*Euphorbia schlechthendalii*	Chicle	-0.0633	-0.0367
Fabaceae	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	-0.0496	-0.0854
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de venado	-0.0343	-0.0331
Fabaceae	*Erythrina goldmanii*	Frijolillo	-0.0114	-0.0119
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Mata ratón	-0.0063	
Fabaceae	*Haematoxylum brasiletto*	Palo brasil	-0.0941	-0.0568
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guaje	-0.1535	-0.2256
Fabaceae	*Lonchocarpus guatemalensis*	Calagua	-0.0248	-0.0439
Fabaceae	*Lonchocarpus parviflorus*	Chaperla	-0.1082	-0.1565
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Matabuey	-0.0038	
Fabaceae	*Lysiloma acapulcense*	Tepeguaje	-0.0114	
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Tepeguaje negro	-0.1622	-0.0401
Fabaceae	*Mimosa tenuiflora*	Sierrita	-0.1976	-0.2554
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabin	-0.0063	
Fabaceae	*Senna atomaria*	Hediondillo	-0.0575	-0.0954
Fabaceae	*Senna skinneri*	Santa rosa	-0.0343	-0.0401
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Cornezuelo	-0.0343	-0.0165
Fabaceae	*Vachellia pennulata*	Quebracho	-0.0092	-0.0063
Hernandiaceae	*Gyrocarpus americanus*	San Felipe	-0.1498	-0.0744
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Mosmot	-0.0720	-0.0879
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Caulote	-0.0693	-0.0290
Malvaceae	*Heliocarpus reticulatus*	Guaspo	-0.0248	-0.0331
Malvaceae	*Luehea candida*	Caulote blanco	-0.0063	
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Sospo	-0.0591	-0.0119
Meliaceae	*Swietenia humilis*	Caobilla	-0.0092	
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Napahuito	-0.0114	-0.0165
Moraceae	*Ficus cookii*	Higo	-0.0591	-0.0717
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Amate negro	-0.0038	
Myrtaceae	*Eugenia acapulcensis*	Capulín de monte	-0.0343	
Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Chasa	-0.0114	
Oleaceae	*Fraxinus purpusii*	Saucito	-0.0225	
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	-0.1001	-0.1231
Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	Carnero	-0.0286	-0.0401
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Nangaño	-0.1835	-0.0471
Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquín	-0.0482	-0.0828
Rubiaceae	*Hintonia lumana*	Caniquita	-0.0446	
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	-0.0165	-0.0290

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SA	CUSTF
Rubiaceae	*Randia armata*	Cruceta	-0.0092	
Rutaceae	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	-0.0323	-0.0568
Rutaceae	*Zanthoxylum mollissimum*	Cola de lagarto	-0.0063	
Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Cafecito	-0.0575	-0.0658
Sapotaceae	*Sideroxylon capiri*	Tempisque	-0.0038	
Sapotaceae	*Sideroxylon celastrinum*	Rompe zapato	-0.0038	
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Limoncillo	-0.0114	
Total			3.4004	3.0659

Tabla 62. Comparativa de las Diversidades obtenidas tanto en SA como en el Área de CUSTF presente en el Estrato Arbóreo.

- **Estrato Arbustivo**

El SA muestra 525 individuos, de 15 especies diferentes. La diversidad presente en este grupo es MEDIA, por obtener un valor de 2.5194 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (15) y el número de individuos (525). Mientras que en el Área de CUSTF se presentan 206 individuos de 13 especies diferentes; la diversidad presente en este grupo es MEDIA, por obtener un valor de 2.3098 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (13) y el número de individuos (206).

La equitatividad de Shannon mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima: se aproximó a 1 en ambas áreas. El Área de CUSTF tuvo un índice de equitatividad menor (0.90) al del SA (0.93). Esto sugiere que el SA es una comunidad con mayor equidad que el Área de CUSTF, lo cual indica que en el SA existe una cantidad más similar de individuos, mientras que en el Área de CUSTF la mayoría de especies se encuentran mejor representadas que otras.

La estimación de la biodiversidad es influenciada tanto por la cantidad de especies como por la cantidad de individuos, por ello como la diversidad del estrato arbustivo en el SA es superior al del Área de CUSTF: en el SA se obtuvo un Índice de Biodiversidad de 2.5194 mientras que en el Área de CUSTF fue de 2.3098, esto se deriva de que en el SA se identificaron dos especies más que en el Área de CUSTF (15 en el SA y 13 en el Área de CUSTF), mientras que en la cantidad de individuos se detectó más del doble de individuos en el SA a los registrados en el Área de CUSTF, por lo que la cantidad de especies y el número de individuos representen una mayor diversidad en el SA a diferencia del Área de CUSTF, sin embargo, analizando solo los valores de biodiversidad, se entiende que en los dos casos se trata de una diversidad MEDIA o SIMILAR.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SA	CUSTF
Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	Cola de gallo	-0.2049	-0.0903
Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	-0.0371	-0.0765
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	-0.2884	-0.2198
Asteraceae	*Zexmenia serrata*	Acahual amarillo	-0.1599	-0.2505
Celastraceae	*Crossopetalum uragoga*	Baya de serpiente	-0.2133	-0.1368
Connaraceae	*Connarus lentiginosus*	Tres hojas	-0.2160	-0.0765
Euphorbiaceae	*Acalypha macrostachya*	Zanca de mula	-0.2021	-0.2448
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Mala mujer	-0.2523	-0.3213
Fabaceae	*Desmodium nicaraguense*	Desmodium	-0.1991	-0.2934
Fabaceae	*Mimosa albida*	Uña de gato	-0.1838	-0.1150

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SA	CUSTF
Fabaceae	*Senna pallida*	Chipilín	-0.1706	-0.1261
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipan	-0.1111	
Malvaceae	*Waltheria indica*	Malva	-0.1670	-0.2327
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Siquete	-0.0696	
Verbenaceae	*Lantana velutina*	Albajaquilla	-0.0442	-0.1261
Total			2.5194	2.3098

Tabla 63. Comparativa de las Diversidades obtenidas tanto en SA como en el Área de CUSTF presente en el Estrato Arbustivo.

- **Estrato Herbáceo**

El SA refleja la presencia de 649 individuos, distribuida en 25 especies diferentes, con una diversidad MEDIA, por obtener un valor de 2.8882 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (25) y el número de individuos (649).

Por su parte, en el Área de CUSTF se encuentran 315 individuos de 23 especies diferentes, con una diversidad MEDIA, por obtener un valor de 2.9090 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (23) y el número de individuos (315).

La diversidad en una comunidad de flora se puede definir como un conjunto de especies, donde cada una se encuentra representada por cierta cantidad de individuos, es decir, cada especie tiene un valor de abundancia que la caracteriza. La diversidad de especies es una medida de la complejidad de un área. Es una función tanto del número de especies diferentes (riqueza de especies) como de sus abundancias relativas (uniformidad de especies). Un mayor número de especies y una abundancia más uniforme de las mismas resultan en una mayor diversidad de especies.

En el SA y el Área de CUSTF, se observaron 25y 23 especies representadas por 649 y 315 individuos, respectivamente. El índice de equitatividad para Shannon en el SA (0.90) y en el Área de CUSTF (0.93) mostraron valores bastante similares.

La equitatividad de Shannon mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima, se aproximó a 1 en ambas áreas. Si bien el Área de CUSTF tuvo un índice de equitatividad mayor, esto únicamente sugiere que el SA es una comunidad con menos equidad que el Área de CUSTF, y que en el SA existen unas especies mejor representadas que otras, mientras que en el Área de CUSTF la mayoría de especies poseen una cantidad similar de individuos.

La estimación de la biodiversidad es influenciada tanto por la cantidad de especies como por la cantidad de individuos. La diversidad del estrato herbáceo en el Área de CUSTF es ligeramente superior al del SA, 2.9090 en el Área de CUSTF contra 2.8882 en el SA. Esto se deriva de que en el SA se identificaron dos especies más que en el Área de CUSTF (25 en el SA y 23 en el Área de CUSTF) a pesar de que son muy similares, no así en la cantidad de individuos, que es muy superior en el SA (649) a diferencia del Área de CUSTF (315), es decir, en el SA se detectó casi el doble de individuos que en el Área de CUSTF y, al ser muy similares en cuanto a las especies encontradas en dichas zonas de estudio, esto influyo en la Biodiversidad de ambas áreas, donde se nota que a mayor cantidad de especies la cantidad de individuos debe ser más equitativo.

Lo anterior se observa con la equitatividad: mientras que en el SA fue de 0.90, en el Área de CUSTF fue de 0.93, es decir, se encuentra mejor distribuido y más equitativo la cantidad de individuos entre la cantidad de especies en el Área de CUSTF a diferencia del SA, por ende, la estimación de la Biodiversidad sale por diferencias en centésimos más en el Área de CUSTF que en el SA, sin embargo, analizando solo los valores de biodiversidad, se entiende que en los dos casos se trata de una diversidad MEDIA o SIMILAR. Asimismo, se debe tomar en cuenta que todas las especies de CUSTF se encuentran representadas en el SA.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SA	CUSTF
Acanthaceae	*Ruellia inundata*	Hierba del toro	-0.2341	-0.1693
Asparagaceae	*Echeandia breedlovei*	Lirio	-0.1518	-0.2239
Asteraceae	*Bidens reptans*	Flor amarilla	-0.2404	-0.2152
Asteraceae	*Sclerocarpus divaricatus*	Mozote amarillo	-0.2693	-0.2196
Bignoniaceae	*Anemopaegma puberulum*	Bejuco batea	-0.0782	-0.0753
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Commelina	-0.0949	-0.1094
Convolvulaceae	*Ipomoea clavata*	Ipomea	-0.0598	-0.0658
Convolvulaceae	*Ipomoea corymbosa*	Señorita	-0.0840	-0.0442
Costaceae	*Costus pictus*	Caña de cristo	-0.0265	
Dioscoreaceae	*Dioscorea carpomaculata*	Camote blanco	-0.1288	-0.1693
Dioscoreaceae	*Dioscorea cyanisticta*	Camote	-0.0782	-0.1094
Fabaceae	*Ctenodon compactus*	Dormilona	-0.0386	-0.0319
Fabaceae	*Desmodium incanum*	Pega pega	-0.1458	-0.2058
Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	Cadillo	-0.1150	-0.1316
Fabaceae	*Senna uniflora*	Cacahuatillo	-0.0840	-0.1316
Oxalidaceae	*Oxalis tetraphylla*	Trebol	-0.0868	-0.0184
Poaceae	*Eragrostis mexicana*	Zacate llanero	-0.1101	-0.1245
Poaceae	*Lasiacis nigra*	Carricillo	-0.2631	-0.2058
Poaceae	*Melinis repens*	Pasto rosado	-0.0949	-0.1245
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacaton	-0.1150	-0.1316
Rubiaceae	*Spermacoce remota*	Spermacoce	-0.0386	
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuquillo	-0.1027	-0.1635
Sapindaceae	*Serjania triquetra*	Bejuco costillon	-0.0531	-0.0555
Selaginellaceae	*Selaginella hoffmannii*	Selaginela	-0.1077	-0.1171
Smilacaceae	*Smilax domingensis*	Cocolmeca	-0.0868	-0.0658
Total			2.8882	2.9090

Tabla 64. Comparativa de las Diversidades obtenidas tanto en el SA como en el Área de CUSTF presente en el Estrato Herbáceo.

- **Especies No Maderables**

En el SA se encuentran 1,179 individuos, de 19 especies diferentes. La diversidad presente en este grupo es MEDIA, por obtener un valor de 2.5438 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es heterogéneo, es decir, no presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (19) y el número de individuos (1,179), esto indica que existen especies que dominan este grupo, analizando la tabla, observamos que 4 especies presentan más de 100 individuos.

Por su lado, el Área de CUSTF está representada por 260 individuos de 11 especies diferentes. La diversidad presente en este grupo es BAJA, por obtener un valor de 1.6758 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo se encuentra dominado por alguna especie o algunas especies en cuanto al número de individuos que presentan.

El Área de CUSTF tuvo un índice de equitatividad menor (0.70) al del SA (0.86). Esto sugiere que el SA es una comunidad con mayor equidad que el Área de CUSTF, lo cual indica que en el SA existe una cantidad más similar de individuos, mientras que en el Área de CUSTF la mayoría de especies se encuentran mejor representadas que otras, es decir existen especies con mayor número de individuos en comparación con otras.

Como se observa en la siguiente Tabla, la diversidad de las especies no maderables en el SA es superior al del Área de CUSTF: en el SA se obtuvo un Índice de Biodiversidad de 2.5438 mientras que en el Área de CUSTF fue de 1.6758, esto se deriva de que en el SA se identificaron 8 especies más que en el Área de CUSTF (19 en el SA y 11 en el Área de CUSTF), mientras que en la cantidad de individuos se detectó más del triple de individuos en el SA a los registrados en el Área de CUSTF, lo que influye en la cantidad de especies y el número de individuos representen una mayor diversidad en el SA a diferencia del Área de CUSTF, sin embargo, analizando solo el valor de diversidad, el SA presenta una diversidad MEDIA, mientras que en el Área de CUSTF estamos hablando de una diversidad BAJA.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SA	CUSTF
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Cola de faisan	-0.1323	-0.0375
Araceae	*Philodendron warszewiczii*	Mano de leon	-0.1909	-0.0643
Asparagaceae	*Agave hiemiflora*	Agave	-0.2623	-0.0759
Bignoniaceae	*Adenocalymma inundatum*	Bejuco	-0.0435	
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Piñuela	-0.2178	-0.2400
Bromeliaceae	*Hechtia glomerata*	Guapilla	-0.1840	
Bromeliaceae	*Tillandsia caput-medusae*	Medusa	-0.0768	
Bromeliaceae	*Tillandsia juncea*	Magueyito	-0.1708	-0.0759
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Tillandsia	-0.0405	
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	-0.1429	-0.1164
Cactaceae	*Opuntia decumbens*	Nopal de culebra	-0.0468	
Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Nopal	-0.2270	-0.2945
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Cactus 4 Costillas	-0.0496	-0.0375
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Cactus rastrero	-0.0817	-0.1784
Cactaceae	*Weberocereus glaber var. mirandae*	Pitahaya cimarron	-0.0108	
Orchidaceae	*Aulosepalum trufulae*	Orquidea rupicola	-0.1752	
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Orquidea terrestre	-0.1323	-0.2033
Orchidaceae	*Epidendrum cardiochilum*	Orquidea epifita	-0.0371	
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquidea Monja Africana	-0.3215	-0.3521

Tabla 65. Comparativa de las Diversidades obtenidas tanto en el SA como en el Área de CUSTF presente en las Especies No Maderables.

4.2.2.2. Fauna Silvestre

A continuación, se describen las metodologías empleadas para Aves, Anfibios, Mamíferos y Reptiles.

- **Anfibios y Reptiles**

Para los muestreos se utilizó la técnica de transecto lineal (Heyer, *et al*., 2001), realizando recorridos terrestres diurnos, con una longitud variable registrando anfibios y reptiles a lo largo del transecto y a 10 metros a cada lado del mismo; en horarios de 8:00 a 13:00 horas.

Buscando de manera intensiva con ayuda de un gancho herpetológico y una lámpara en los sitios potenciales o microhábitat donde se encuentran (arroyos, aguajes, riachuelos, hojarasca, troncos caídos, bajo piedras y corteza de árboles, pozos, zanjas y cuerpos de agua artificiales).

Las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) de los 10 transectos efectuados en el SA son los siguientes:

Transecto	Coordenadas de Inicio		Coordenadas finales	
	X	Y	X	Y
TL1	479535	1844278	479239	1844273
TL2	479683	1844056	479682	1843760
TL3	479901	1844467	479519	1844375
TL4	479165	1844352	479165	1844130
TL5	479165	1844056	479165	1843834
TL6	479940	1844495	480062	1843889
TL7	479607	1844522	479332	1844513
TL8	479886	1844367	479718	1844524
TL9	480087	1844121	479940	1843995
TL10	479973	1843934	479781	1843819

Tabla 66. Coordenadas UTM de los Transectos para el Grupo de los Anfibios en el SA.

Para el proyecto, se realizaron 6 transectos lineales, las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) de los transectos efectuados son los siguientes:

Transecto	Coordenadas de Inicio		Coordenadas finales	
	X	Y	X	Y
TL1	479579	1844002	479580	1843861
TL2	479585	1843975	479510	1843865
TL3	479511	1844236	479325	1844160
TL4	479472	1844233	479324	1844085
TL5	479506	1844231	479583	1843955
TL6	479585	1843940	479326	1844273

Tabla 67. Coordenadas UTM de los Transectos para el Grupo de los Anfibios y Reptiles.

El registro se efectuó por medio de observación directa e indirecta (registro visual, auditivo, rastros y mudas). Los datos recabados se anotaron en una libreta de campo, donde se solicita nombre del predio, localidad, nombre del transecto, coordenadas, altitud, nombre del observador, número de registro, nombre científico, tipo de vegetación y observaciones (medidas morfométricas en algunas especies para identificación). La identificación se realizó con ayuda de las guías: Campbell (1998), Duellman (2001), Lee (2000) y Köhler (2008, 2011); el arreglo taxonómico fue con base en CONABIO (2013). Los resultados obtenidos fueron capturados en una base de datos con campos específicos para el grupo.

- **Aves**

Para el registro de aves se empleó la técnica de Puntos de Conteo. Esta técnica consiste en que el observador permanece en un punto fijo durante un tiempo determinado y registre aves ya sea visual o auditivamente, en un radio dentro y fuera de 25 metros a la redonda.

Los recorridos se iniciaron a partir de las 06:00 y se finalizaron alrededor de las 11:00 horas, ya que es el periodo del día en el que las aves presentan su mayor actividad, por lo cual su detección es más probable. Las especies se identificaron de forma visual, con el uso de binoculares (10x40), así como de forma auditiva a través de las vocalizaciones distintivas de cada especie (Ralph *et al.,* 1996).

Asimismo, se empleó la técnica de Transecto Lineal, que consiste en hacer recorridos a una velocidad constante a través de los diferentes tipos de vegetación (Bibby, *et al.,* 1998). La velocidad promedio fue de un kilómetro por hora, con una longitud variable para recorridos terrestres. Los recorridos se iniciaron a partir de las 06:00 y se finalizaron alrededor de las 11:00 horas, ya que es el periodo del día en el que las aves presentan su mayor actividad, por lo cual su detección es más probable. Las especies se identificaron de forma visual, con el uso de binoculares (10x40), así como de forma auditiva a través de las vocalizaciones distintivas de cada especie (Ralph *et al.,* 1996).

Los 10 transectos lineales del SA se realizaron en los sitios con las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) siguientes:

Transecto	Coordenadas de Inicio		Coordenadas finales	
	X	Y	X	Y
TL1	479535	1844278	479239	1844273
TL2	479683	1844056	479682	1843760
TL3	479901	1844467	479519	1844375
TL4	479165	1844352	479165	1844130
TL5	479165	1844056	479165	1843834
TL6	479940	1844495	480062	1843889
TL7	479607	1844522	479332	1844513
TL8	479886	1844367	479718	1844524
TL9	480087	1844121	479940	1843995
TL10	479973	1843934	479781	1843819

Tabla 68. Coordenadas UTM de los Transectos para el Grupo de las Aves en el SA.

Por su parte, para el área del proyecto de CUSTF, se realizaron 06 transectos lineales con las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) siguientes:

Transecto	Coordenadas de Inicio		Coordenadas finales	
	X	Y	X	Y
TL1	479579	1844002	479580	1843861
TL2	479585	1843975	479510	1843865
TL3	479511	1844236	479325	1844160
TL4	479472	1844233	479324	1844085
TL5	479506	1844231	479583	1843955
TL6	479585	1843940	479326	1844273

Tabla 69. Coordenadas UTM de los Transectos para el Grupo de las Aves en el área del proyecto.

También se utilizaron guías especializadas de identificación de aves: *Guide to the birds of México and Northern Central América* (Howell y Webb, 1995), *Aves de México* (Peterson y Chalif, 1989), *The Sibley guide to birds* (Sibley, 2000) y *Shorebirds of North América: the photographic guide* (Paulson, 2005). El nombre científico de las especies se asignó con base en la lista anotada del Check-list de la Unión Americana de Ornitólogos (1998) y

suplementos actualizados al año 2015. La estacionalidad se determinó con base en Howell y Webb (1995). Los datos fueron anotados en una libreta de campo. Posteriormente fueron capturados en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos solicitados por la base correspondiente al grupo taxonómico.

- **Redeo de Aves**

Se colocaron redes de niebla, las cuales se abrieron por la mañana a partir de las 07:00 a las 13:00 horas y por las tardes de 16:00 a 18:30 horas y permanecían abiertas cinco horas en el día y dos horas y media en la tarde. Se realizaron revisiones intermedias cada 30 minutos. Las redes fueron colocadas entre la vegetación.

Cada una de las aves capturadas fue identificada mediante la utilización de guías de campo: Howell y Webb (1995) y Peterson y Chalif (1989), las especies capturadas fueron liberadas en el mismo sitio de captura.

Las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) de las redes de niebla que se colocaron fueron las siguientes:

Red	Coordenadas	
	X	Y
RD1	479637	1844335
RD2	479637	1844330

Tabla 70. Coordenadas UTM de las Redes de Niebla.

- **Mamíferos**

Para la búsqueda de mamíferos se empleó la técnica de transecto lineal (Buckland *et al.,* 1993) de longitud variable y un ancho de 10 x 10 (modificado por Miller B. W. y Miller M. C. 1999), en un horario de 6:00 a 11:00 horas. En el recorrido se abarcaron varios tipos de vegetación, en los cuales se realizaron observaciones directas (conteos de los animales observados en un determinado recorrido) e indirecta (basado en la interpretación de los rastros que los animales dejan en su medio ambiente, tales como huellas, excretas, restos óseos, entre otros).

Para el registro de los datos se anotó en una libreta de campo. La determinación taxonómica se realizó con el apoyo de guías de campo especializadas (Aranda, 2000 y Reid, 1997) y la clasificación taxonómica de las especies se basó en lo propuesto por Ramírez Pulido *et al.* (2014). En caso de no identificar a simple vista la especie, se procedió a la impresión de huellas mediante una mezcla de yeso odontológico, que fue transportada envuelta en papel periódico. Los datos fueron capturados en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2013, donde se llenaron los campos correspondientes al grupo taxonómico.

Los 10 transectos lineales se realizaron en los sitios con las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) siguientes:

Transecto	Coordenadas de Inicio		Coordenadas finales	
	X	Y	X	Y
TL1	479535	1844278	479239	1844273
TL2	479683	1844056	479682	1843760
TL3	479901	1844467	479519	1844375

Transecto	Coordenadas de Inicio		Coordenadas finales	
	X	Y	X	Y
TL4	479165	1844352	479165	1844130
TL5	479165	1844056	479165	1843834
TL6	479940	1844495	480062	1843889
TL7	479607	1844522	479332	1844513
TL8	479886	1844367	479718	1844524
TL9	480087	1844121	479940	1843995
TL10	479973	1843934	479781	1843819

Tabla 71. Coordenadas UTM de los Transectos para el Grupo de los Mamíferos.

Las coordenadas de los 06 transectos lineales efectuados para el área del proyecto, se presentan en la siguiente tabla:

Transecto	Coordenadas de Inicio		Coordenadas finales	
	X	Y	X	Y
TL1	479579	1844002	479580	1843861
TL2	479585	1843975	479510	1843865
TL3	479511	1844236	479325	1844160
TL4	479472	1844233	479324	1844085
TL5	479506	1844231	479583	1843955
TL6	479585	1843940	479326	1844273

Tabla 72. Coordenadas UTM de los Transectos para el Grupo de los Mamíferos.

- **Foto Trampeo**

Esta técnica consistió en colocar dos cámaras trampas para la captura fotográfica de los mamíferos medianos y grandes con hábitos nocturnos que son difíciles de ver durante los recorridos diurnos. Las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) de las cámaras trampa que se colocaron en el SA fueron las siguientes:

Cámara Trampa	Coordenadas	
	X	Y
CT1	479165	1844278
CT2	479730	1844465
CT3	480089	1844112
CT4	479443	1844310
CT1	479165	1844278

Tabla 73. Coordenadas UTM de las Cámaras Trampa para el SA.

Para el área del proyecto, se colocaron dos cámaras trampas:

Cámara Trampa	Coordenadas	
	X	Y
CT1	479581	1843938
CT2	479374	1844035

Tabla 74. Coordenadas UTM de las Cámaras Trampa para el proyecto.

- **Trampas Tomahawk y Sherman**

Se colocaron trampas tipo Tomahawk y Sherman, durante los días de estudio, sobre troncos, contrafuertes, rocas y ramas; la distancia de una trampa a otra fue de 100 metros aproximadamente. El cebo que se utilizó fue avena, nutela y esencia de vainilla. Estas fueron activadas durante la tarde y revisadas en la mañana siguiente.

Para la identificación de las especies se utilizó la guía de Fiona Reid, Ceballos y Oliva (2005). Después de su identificación, las especies fueron liberadas en el mismo sitio de captura. Los datos obtenidos fueron anotados en una libreta de campo y posteriormente capturado en una base de datos Excel.

Las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) de las trampas que se colocaron en el SA fueron las siguientes:

Trampa	Coordenadas	
	X	Y
TS1	479988	1844111
TT1	480015	1844021

Tabla 75. Coordenadas UTM de las Trampas Tomahawk y Sherman.

Las coordenadas de las trampas colocadas en el área del proyecto fueron las siguientes:

Trampa	Coordenadas	
	X	Y
TS1	479559	1843948
TT1	479509	1843958

Tabla 76. Coordenadas UTM de las Trampas Tomahawk y Sherman.

Los muestreos efectuados fueron realizados en el mes de octubre posterior a la fecha de lluvias y en el mes de abril, antes de la época de lluvias y en agosto durante la época de lluvias, como se indica en el calendario siguiente:

Día	Mes	Año	Estación
7	Octubre	2024	Otoño
8	Octubre	2024	Otoño
10	Octubre	2024	Otoño
11	Octubre	2024	Otoño
12	Octubre	2024	Otoño
13	Octubre	2024	Otoño
14	Octubre	2024	Otoño
15	Octubre	2024	Otoño
16	Octubre	2024	Otoño
17	Octubre	2024	Otoño
18	Octubre	2024	Otoño
7	Abril	2025	Primavera
8	Abril	2025	Primavera
9	Abril	2025	Primavera
5	Agosto	2025	Verano
7	Agosto	2025	Verano

Tabla 77. Calendario de Muestreos de Fauna.

4.2.2.2.1. Sistema Ambiental

4.2.2.2.1.1. Confiabilidad de la Muestra

Para estimar la confiabilidad del muestreo se empleó un análisis de curvas de acumulación de especies, el cual ofrece argumentos para poder determinar la validez del muestreo. Se presenta la curva para el muestreo de Fauna en el SA en el Gráfico 9:

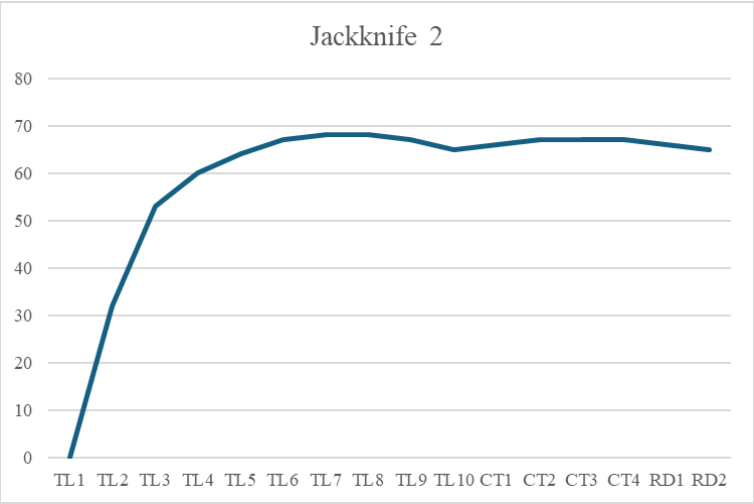


Gráfico 9. Curva de Acumulación de Especies para Fauna del SA.

Analizando el Gráfico 9, se observa que la curva a partir del primer sitio tiende a subir rápidamente, alcanzando su punto máximo en el sitio TL7 con 68 especies. Posteriormente, la curva empieza disminuir llegando al TL10 con 65 especies, posteriormente vuelve a subir, pero ya no sobrepasa el máximo de especies estimadas, presentando en el último sitio de muestreo 65 especies nuevamente, por lo que se infiere que, con la intensidad de muestreo y la cantidad de sitios realizados, la confiabilidad de la muestra es correcta y que la probabilidad de detectar nuevas especies es baja.

Comparando el número de especies observadas de conformidad con el inventario faunístico respecto a las estimaciones indicadas con la curva de acumulación, se puede evaluar la eficiencia del muestreo. En este sentido es importante señalar que al obtener valores mayores al 85% de las especies esperadas, el muestreo realizado se considera eficiente (Villareal *et al.* 2006). Esta estimación se lleva a cabo dividendo la cantidad de especies observadas entre las estimadas y multiplicando esto por 100.

$$Eficiencia = \left(\frac{Especies\ Observadas}{Especies\ Estimadas}\right) * 100$$

De acuerdo con lo la información obtenida en campo, se reportan un total de ***62 especies***, mientras que el estimador indica ***56 especies***, por lo tanto, realizando la sustitución en la fórmula anterior, se obtiene lo siguiente:

$$\textbf{Eficiencia} = \left(\frac{\textbf{62}}{\textbf{68}}\right) * \textbf{100} = \textbf{91.18}$$

En conformidad con lo previamente citado, se obtuvo una eficiencia de muestreo del **91.18%**, estando por arriba del umbral del 85% indicado por Villareal *et al.* (2006), por lo tanto, se obtuvo un ***muestreo eficiente***.

4.2.2.2.1.2. Riqueza de especies

Para la riqueza de especies, se calcularon la diversidad total y para cada sitio bajo dos concepciones distintas:

1) definida como el número de especies, y
2) considerando la abundancia de individuos de cada especie.

Estas medidas de riqueza proporcionan una expresión comprensible e instantánea de la diversidad (Magurrán, 1988; Cody, 1993; Schluter y Ricklefs, 1993).

En el SA se registraron un total de **61 especies** (3 de Anfibios, 10 de Reptiles, 37 de Aves y 11 de Mamíferos), como se indica en el Gráfico 10:

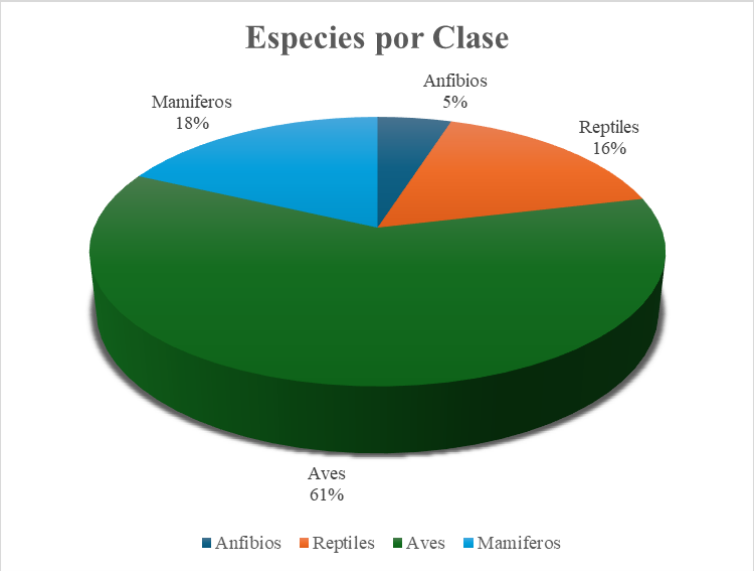


Gráfico 10. Especies por Grupo Faunístico en el SA.

Se registraron un total de **37 familias**, siendo la familia Icteridae la mejor representada con 5 especies (Gráfico 11):

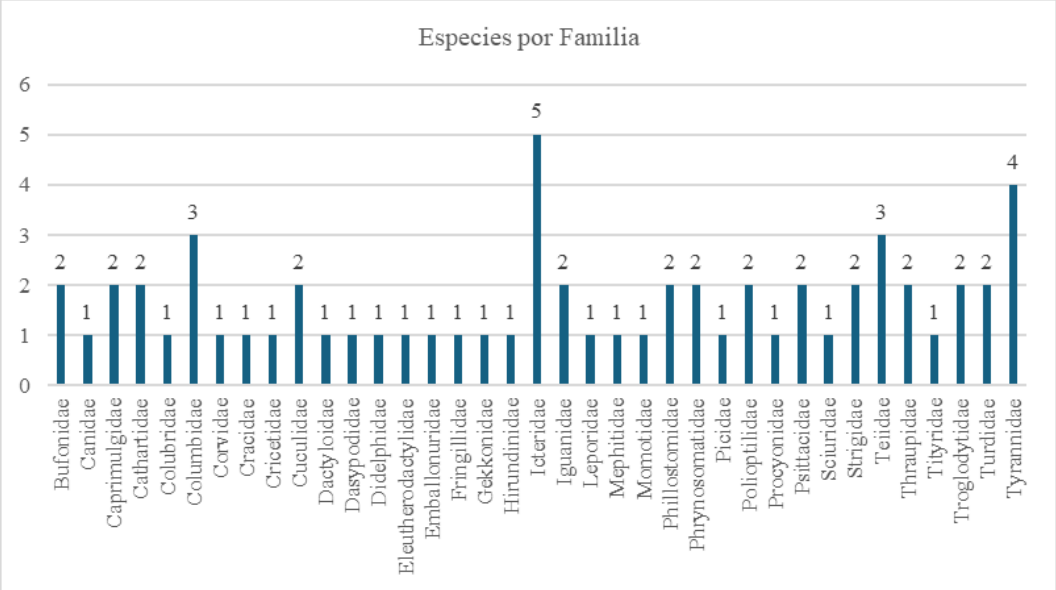


Gráfico 11. Riqueza de Especies de Fauna en el SA.

4.2.2.2.1.3. Abundancia y abundancia relativa

- **Anfibios**

Del grupo de los Anfibios, se determinaron un total de 26 registros, distribuidos en 3 especies, donde la más abundante fue el Sapo Común (*Rhinella horribilis*), con el 57.69% (15 registros). Mientras que la especie menos abundante fue el Sapo Costero (*Incilius valliceps*) con el 15.38% (4 registro).

Familia	Nombre científico	Nombre comun	Abundancia	Abundancia Relativa
Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo Costero	4	15.38%
Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo Común	15	57.69%
Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus pipilans*	Rana chirriadora pipilo	7	26.92%
Total			**26**	**100%**

Tabla 78. Abundancia y Abundancia Relativa de Anfibios.

- **Reptiles**

Del grupo de los Reptiles, se detectaron un total de 41 registros, distribuidos en 10 especies, donde la más abundante fue: la Lagartija Escamosa Variable (*Sceloporus variabilis*) con el 21.95% (9 registros); en segundo lugar, el Abaniquillo (*Anolis unilobatus*) con el 17.07% (7 individuos). Mientras que la especie que fue la menos abundante con el 4.88% (2 registros) es la Iguana Verde (*Iguana iguana*).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra Ratonera	3	7.32%
Dactyloidae	*Anolis unilobatus*	Abaniquillo	7	17.07%
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Cuija	4	9.76%
Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de Cola Espinosa del Golfo	4	9.76%
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	2	4.88%
Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija espinosa de hocico negro	3	7.32%
Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Escamosa Variable	9	21.95%
Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Lagartija Verdi Azul	3	7.32%
Teiidae	*Aspidoscelis motaguae*	Huico Gigante	3	7.32%
Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	3	7.32%
Total			**41**	**100%**

Tabla 79. Abundancia y Abundancia Relativa de Reptiles.

- **Aves**

Del grupo de las Aves, se detectaron un total de 484 registros. Distribuidos en 37 especies, donde las más abundantes fueron el Zopilote Común (*Coragyps atratus*) con el 8.06% (39 individuos); en segundo lugar, el Luisito Común (*Myiozetetes similis*) con el 7.23% (35 registros) y en tercer lugar, el Garrapatero Pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) con el 6.40% (31 individuos). Mientras que el Tordo ojos rojos (*Molothrus aeneus*) y la Perlita Pispirria (*Polioptila albiloris*) fueron las menos abundantes con el 0.62% (3 registros).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Caprimulgidae	*Antrostomus ridgwayi*	Tapacaminos Tucuchillo	4	0.83%
Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras Pauraque	9	1.86%
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	10	2.07%
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	39	8.06%
Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	12	2.48%
Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	6	1.24%

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	9	1.86%
Corvidae	*Calocitta formosa*	Urraca Cara Blanca	30	6.20%
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	11	2.27%
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	31	6.40%
Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	7	1.45%
Fringillidae	*Euphonia hirundinacea*	Eufonia Garganta Amarilla	8	1.65%
Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas	7	1.45%
Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	7	1.45%
Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	9	1.86%
Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	12	2.48%
Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	3	0.62%
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	28	5.79%
Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	8	1.65%
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	4	0.83%
Polioptilidae	*Polioptila albiloris*	Perlita Pispirria	3	0.62%
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	10	2.07%
Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Cabeza Blanca	12	2.48%
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	28	5.79%
Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho Cornudo	5	1.03%
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	13	2.69%
Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	17	3.51%
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	8	1.65%
Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	8	1.65%
Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	17	3.51%
Troglodytidae	*Thryophilus pleurostictus*	Salta Pared Barrado	17	3.51%
Turdidae	*Turdus assimilis*	Mirlo Garganta Blanca	4	0.83%
Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	18	3.72%
Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	7	1.45%
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	35	7.23%
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo Común	16	3.31%
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	12	2.48%
Total			**484**	**100%**

Tabla 80. Abundancia y Abundancia Relativa de Aves.

- **Mamíferos**

Del grupo de los Mamíferos, se detectaron un total de 23 registros, distribuidos en 11 especies, donde las más abundantes fueron la Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el Murciélago Frutero de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*) con el 17.39% (4 registros). Mientras que el Ratón mexicano (*Peromyscus mexicanus*), el Armadillo nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), el Tlacuache Sureño (*Didelphis marsupialis*) y el Murciélago Frutero Mayor (*Artibeus lituratus*) fueron las menos abundantes con el 4.35% (1 registro) cada uno.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris	4	17.39%
Cricetidae	*Peromyscus mexicanus*	Ratón mexicano	1	4.35%
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo nueve bandas	1	4.35%
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño	1	4.35%
Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata*	Murciélago de Sacos Gris	2	8.70%
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo Serrano	3	13.04%
Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo Espalda Blanca	2	8.70%
Phillostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago Frutero de Jamaica	4	17.39%
Phillostomidae	*Artibeus lituratus*	Murciélago Frutero Mayor	1	4.35%
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	2	8.70%

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla gris	2	8.70%
Total			23	100%

Tabla 81. Abundancia y Abundancia Relativa de Mamíferos.

4.2.2.2.1.4. Índice de Shannon-Wiener

- **Anfibios**

Del grupo de anfibios presentes en el SA, se detectaron 26 individuos de 3 especies diferentes, donde el Sapo Común (*Rhinella horribilis*) es la mejor representada con 15 individuos. La diversidad presente en este grupo es **BAJA**, por obtener un valor de **0.9586** de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es heterogéneo, es decir, no presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (3) y el número de individuos (26), se infiere que existen especies que dominan al grupo, al analizar la tabla, observamos que una especie presenta la mayoría de individuos.

Familia	Nombre científico	Nombre comun	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo Costero	4	0.1538	-1.8718	-0.2880
Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo Común	15	0.5769	-0.5500	-0.3173
Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus pipilans*	Rana chirriadora pipilo	7	0.2692	-1.3122	-0.3533
Total			26	Diversidad		0.9586
$H'_{MAX} = LN(S)$			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
1.0986			0.87			

Tabla 82. Diversidad del Grupo de Anfibios.

- **Reptiles**

Los reptiles se encuentran representados por 41 individuos, de 10 especies diferentes. La Lagartija Escamosa Variable (*Sceloporus variabilis*) es la dominante. La diversidad presente en este grupo es **MEDIA**, por obtener un valor de **2.1928** de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (10) y el número de individuos (41).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra Ratonera	3	0.0732	-2.6150	-0.1913
Dactyloidae	*Anolis unilobatus*	Abaniquillo	7	0.1707	-1.7677	-0.3018
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Cuija	4	0.0976	-2.3273	-0.2271
Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de Cola Espinosa del Golfo	4	0.0976	-2.3273	-0.2271
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	2	0.0488	-3.0204	-0.1473
Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija espinosa de hocico negro	3	0.0732	-2.6150	-0.1913
Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Escamosa Variable	9	0.2195	-1.5163	-0.3329
Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Lagartija Verdi Azul	3	0.0732	-2.6150	-0.1913
Teiidae	*Aspidoscelis motaguae*	Huico Gigante	3	0.0732	-2.6150	-0.1913
Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	3	0.0732	-2.6150	-0.1913
Total			41	Diversidad		2.1928
$H'_{MAX} = LN(S)$			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
2.3026			0.95			

Tabla 83. Diversidad del Grupo de Reptiles.

- **Aves**

El grupo de las Aves, presentes en el SA, se encuentran representados por 484 individuos, de 37 especies diferentes; donde el Zopilote Común (*Coragyps atratus*) es la especie dominante. La diversidad presente en este grupo es **ALTA**, por obtener un valor de **3.3913**

de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (37) y el número de individuos (484).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Caprimulgidae	*Antrostomus ridgwayi*	Tapacaminos Tucuchillo	4	0.0083	-4.7958	-0.0396
Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras Pauraque	9	0.0186	-3.9849	-0.0741
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	10	0.0207	-3.8795	-0.0802
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	39	0.0806	-2.5185	-0.2029
Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	12	0.0248	-3.6972	-0.0917
Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	6	0.0124	-4.3903	-0.0544
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	9	0.0186	-3.9849	-0.0741
Corvidae	*Calocitta formosa*	Urraca Cara Blanca	30	0.0620	-2.7809	-0.1724
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	11	0.0227	-3.7842	-0.0860
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	31	0.0640	-2.7481	-0.1760
Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	7	0.0145	-4.2362	-0.0613
Fringillidae	*Euphonia hirundinacea*	Eufonia Garganta Amarilla	8	0.0165	-4.1026	-0.0678
Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas	7	0.0145	-4.2362	-0.0613
Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	7	0.0145	-4.2362	-0.0613
Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	9	0.0186	-3.9849	-0.0741
Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	12	0.0248	-3.6972	-0.0917
Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	3	0.0062	-5.0835	-0.0315
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	28	0.0579	-2.8499	-0.1649
Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	8	0.0165	-4.1026	-0.0678
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	4	0.0083	-4.7958	-0.0396
Polioptilidae	*Polioptila albiloris*	Perlita Pispirria	3	0.0062	-5.0835	-0.0315
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	10	0.0207	-3.8795	-0.0802
Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Cabeza Blanca	12	0.0248	-3.6972	-0.0917
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	28	0.0579	-2.8499	-0.1649
Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho Cornudo	5	0.0103	-4.5726	-0.0472
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	13	0.0269	-3.6171	-0.0972
Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	17	0.0351	-3.3489	-0.1176
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	8	0.0165	-4.1026	-0.0678
Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	8	0.0165	-4.1026	-0.0678
Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	17	0.0351	-3.3489	-0.1176
Troglodytidae	*Thryophilus pleurostictus*	Salta Pared Barrado	17	0.0351	-3.3489	-0.1176
Turdidae	*Turdus assimilis*	Mirlo Garganta Blanca	4	0.0083	-4.7958	-0.0396
Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	18	0.0372	-3.2917	-0.1224
Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	7	0.0145	-4.2362	-0.0613
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	35	0.0723	-2.6267	-0.1899
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo Común	16	0.0331	-3.4095	-0.1127
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	12	0.0248	-3.6972	-0.0917
Total			484	Diversidad		3.3913
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
3.6109			0.94			

Tabla 84. Diversidad del Grupo de Aves.

- **Mamíferos**

Los Mamíferos presentes en el SA, se encuentran representados por 23 individuos, de 11 especies diferentes; donde la Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el Murciélago Frutero de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*) son las especies dominantes. La diversidad presente en este grupo es **MEDIA**, por obtener un valor de **2.2689** de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (11) y el número de individuos (23).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris	4	0.1739	-1.7492	-0.3042
Cricetidae	*Peromyscus mexicanus*	Ratón mexicano	1	0.0435	-3.1355	-0.1363
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo nueve bandas	1	0.0435	-3.1355	-0.1363
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño	1	0.0435	-3.1355	-0.1363
Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata*	Murciélago de Sacos Gris	2	0.0870	-2.4423	-0.2124
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo Serrano	3	0.1304	-2.0369	-0.2657
Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo Espalda Blanca	2	0.0870	-2.4423	-0.2124
Phillostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago Frutero de Jamaica	4	0.1739	-1.7492	-0.3042
Phillostomidae	*Artibeus lituratus*	Murciélago Frutero Mayor	1	0.0435	-3.1355	-0.1363
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	2	0.0870	-2.4423	-0.2124
Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla gris	2	0.0870	-2.4423	-0.2124
Total			23	Diversidad		2.2689
$H'_{MAX} = LN(S)$			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
2.3979			0.95			

Tabla 85. Diversidad del Grupo de Mamíferos.

4.2.2.2.2. Área del Proyecto de CUSTF

4.2.2.2.2.1. Confiabilidad de la Muestra

En el Gráfico 12, se presenta la curva de acumulación de especies para dicha superficie:

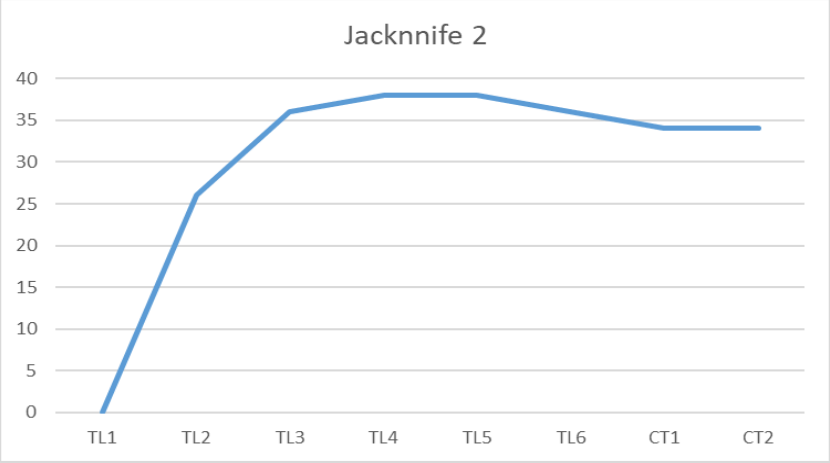


Gráfico 12. Curva de Acumulación de Especies de Fauna – Área de CUSTF.

Al analizar el Gráfico 12, se observa que la curva comienza a subir rápidamente a partir del primer sitio y hasta llegar al sitio TL4 en donde se alcanzan *38 especies*, siendo la máxima cantidad estimada. A partir de este punto, la curva tiende a disminuir, por lo que se infiere que, con la intensidad de muestreo y la cantidad de sitios realizados, la confiabilidad de la muestra es correcta y la probabilidad de detectar nuevas especies es baja.

De acuerdo con la información obtenida en campo, se reportan un total de **34 especies**, mientras que el estimador indica **38 especies**, por lo tanto, realizando la sustitución en la fórmula anterior, se obtiene lo siguiente:

$$\boldsymbol{Eficiencia} = \left(\frac{\mathbf{34}}{\mathbf{38}}\right) * \mathbf{100} = \mathbf{89.47\%}$$

De conformidad con lo previamente señalado, se obtuvo una eficiencia de muestreo del **89.47%**, estando por arriba del umbral de 85% indicado por Villareal *et al*. (2006), por lo tanto, se obtuvo un ***muestreo eficiente***.

4.2.2.2.2.2. Riqueza de Especies

En el área de CUSTF se realizó el registro total de **278 individuos** (16 de Reptiles, 256 de Aves y 6 de Mamíferos), pertenecientes a 34 especies (5 de Reptiles, 25 de Aves y 4 de Mamíferos), distribuidos en **24 familias**, siendo la más numerosa la familia **Icteridae** con 4 especies del grupo de las Aves, mientras que el Garrapatero Pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) es la que presentó un mayor número de individuos, con 29.

Clase	Familias	Especies	Individuos
Reptilia	5	5	16
Aves	15	25	256
Mammalia	4	4	6
Total	**24**	**34**	**278**

Tabla 86. Riqueza de Fauna – Área de CUSTF.

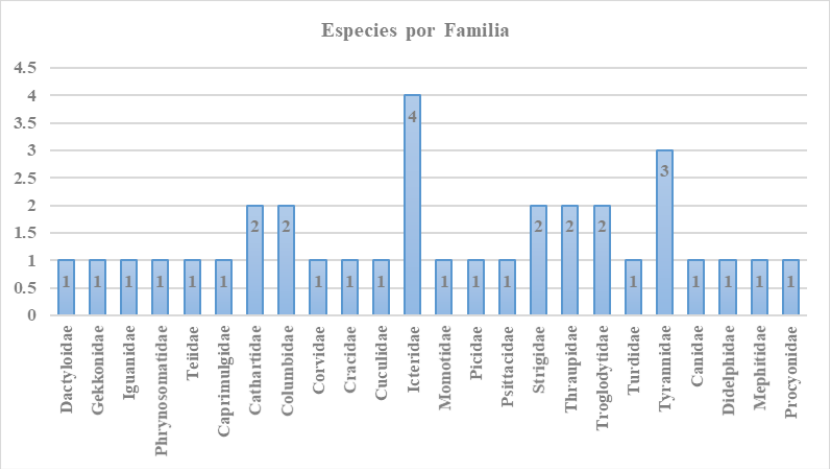


Gráfico 13. Especies por Familia Faunística – Área de CUSTF.

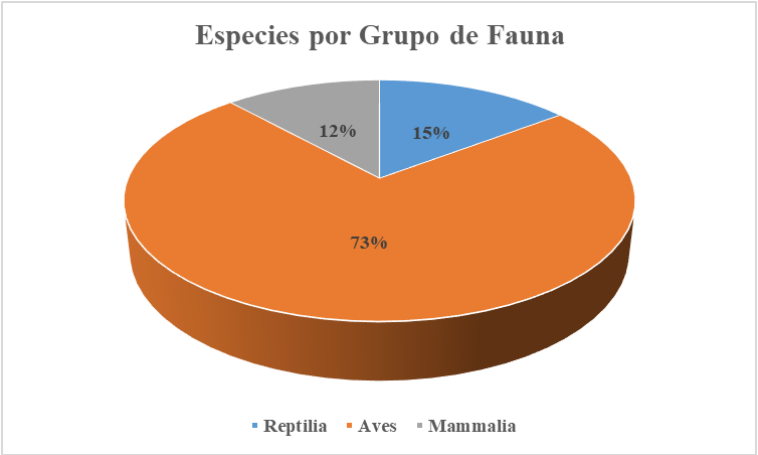


Gráfico 14. Especies por Grupo Faunístico – Área de CUSTF.

4.2.2.2.2.3. Abundancia y Abundancia Relativa de la Fauna presente en el Área de CUSTF

- **Anfibios**

No se registraron individuos de esta clase faunística.

- **Reptiles**

Las especies más abundantes fueron: la Lagartija Verdi Azul (*Aspidoscelis deppii*) y la Cuija (*Hemidactylus frenatus*) con el 18.75% (3 Individuos) cada uno, mientras que la Lagartija Escamosa Variable (*Sceloporus variabilis*) fue la que presentó la mayor abundancia relativa con el 37.50% (6 Individuos). Las especies con el valor más bajo de abundancia relativa fueron el Abaniquillo (*Anolis unilobatus*) y la Iguana Verde (*Iguana iguana*) con el 12.50% (2 Individuos) cada uno.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Dactyloidae	*Anolis unilobatus*	Abaniquillo	2	12.50%
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Cuija	3	18.75%
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	2	12.50%
Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Escamosa Variable	6	37.50%
Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Lagartija Verdi Azul	3	18.75%
Total			**16**	**100%**

Tabla 87. Abundancia y Abundancia Relativa del Grupo de Reptiles – Área de CUSTF.

- **Aves**

Las especies más abundantes fueron el Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*) con el 9.77% (25 Individuos) y el Zopilote Común (*Coragyps atratus*) con el 10.55% (27 Individuos); mientras que el Garrapatero Pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) fue la que presentó la mayor abundancia relativa con el 11.33% (29 Individuos). La especie con el valor más bajo de abundancia relativa fue el Carpintero Cheje (*Melanerpes aurifrons*) con el 0.78% (2 Individuos).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras Pauraque	3	1.17%
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	9	3.52%
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	27	10.55%
Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	8	3.13%
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	5	1.95%
Corvidae	*Calocitta formosa*	Urraca Cara Blanca	15	5.86%
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	9	3.52%
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	29	11.33%
Icteridae	Dives dives	Tordo Cantor	4	1.56%
Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	8	3.13%
Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	11	4.30%
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	25	9.77%
Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	5	1.95%
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	2	0.78%
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	14	5.47%
Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho Cornudo	4	1.56%
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	7	2.73%
Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	14	5.47%
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	8	3.13%
Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	6	2.34%
Troglodytidae	*Thryophilus pleurostictus*	Saltapared Barrado	4	1.56%
Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	15	5.86%
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	11	4.30%
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bien te veo	5	1.95%
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Piriri	8	3.13%
Total			**256**	**100%**

Tabla 88. Abundancia y Abundancia Relativa del Grupo de Aves – Área de CUSTF.

- **Mamíferos**

Del grupo de Mamíferos las especies más abundantes fueron la Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el Mapache (*Procyon lotor*) con el 33.33% (2 Individuos) cada uno; mientras que las especies con el valor más bajo de abundancia relativa fueron el Tlacuache Sureño (*Didelphis marsupialis*) y el Zorrillo Espalda Blanca (*Conepatus leuconotus*) con el 16.67% (1 Individuo) cada uno.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris	2	33.33%
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño	1	16.67%
Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo Espalda Blanca	1	16.67%
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	2	33.33%
Total			**6**	**100%**

Tabla 89. Abundancia y Abundancia Relativa del Grupo de Mamíferos – Área de CUSTF.

4.2.2.2.2.4. Diversidad de la Fauna del proyecto a través del Índice de Shannon-Wiener (H)

Como se ha mencionado previamente, se considera que valores superiores a 3 reflejan una **alta diversidad**, mientras que valores entre 1 y 2, se consideran como de **media diversidad** y valores menores a 1 son sitios con **baja diversidad**. El **índice de Pielou** (o **índice de equitatividad J'**) mide la uniformidad de la distribución de individuos entre especies en una comunidad, variando de 0 a 1. Un valor cercano a 1 indica una distribución muy equitativa, donde todas las especies tienen abundancia similar, mientras que un valor cercano a 0 señala una alta desigualdad o dominancia de una especie.

- **Reptiles**

Los reptiles se encontraban representados por 16 individuos, de 5 especies diferentes en igual número de familias. La Lagartija Escamosa Variable (*Sceloporus variabilis*) es la dominante con 6 individuos. La diversidad presente en este grupo es **BAJA**, por obtener un valor de 1.52 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (5) y el número de individuos (16).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Dactyloidae	*Anolis unilobatus*	Abaniquillo	2	0.1250	-2.0794	-0.2599
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Cuija	3	0.1875	-1.6740	-0.3139
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	2	0.1250	-2.0794	-0.2599
Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Escamosa Variable	6	0.3750	-0.9808	-0.3678
Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Lagartija Verdi Azul	3	0.1875	-1.6740	-0.3139
Total			**16**	**Diversidad**		**1.52**
H'_{MAX} = LN(S)			**EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}**			
1.61			**0.94**			

Tabla 90. Diversidad de Shannon-Wiener del Grupo de Reptiles – Área de CUSTF.

- **Aves**

El grupo de las Aves se encontraba representado por 256 individuos, de 25 especies diferentes en 15 familias diferentes. La diversidad presente en este grupo es **MEDIA**, por obtener un valor de 3.00 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja

que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (25) y el número de individuos (256).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras Pauraque	3	0.0117	-4.4466	-0.0521
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	9	0.0352	-3.3480	-0.1177
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	27	0.1055	-2.2493	-0.2372
Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	8	0.0313	-3.4657	-0.1083
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	5	0.0195	-3.9357	-0.0769
Corvidae	*Calocitta formosa*	Urraca Cara Blanca	15	0.0586	-2.8371	-0.1662
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	9	0.0352	-3.3480	-0.1177
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	29	0.1133	-2.1779	-0.2467
Icteridae	Dives dives	Tordo Cantor	4	0.0156	-4.1589	-0.0650
Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	8	0.0313	-3.4657	-0.1083
Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	11	0.0430	-3.1473	-0.1352
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	25	0.0977	-2.3263	-0.2272
Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	5	0.0195	-3.9357	-0.0769
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	2	0.0078	-4.8520	-0.0379
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	14	0.0547	-2.9061	-0.1589
Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho Cornudo	4	0.0156	-4.1589	-0.0650
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	7	0.0273	-3.5993	-0.0984
Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	14	0.0547	-2.9061	-0.1589
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	8	0.0313	-3.4657	-0.1083
Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	6	0.0234	-3.7534	-0.0880
Troglodytidae	*Thryophilus pleurostictus*	Saltapared Barrado	4	0.0156	-4.1589	-0.0650
Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	15	0.0586	-2.8371	-0.1662
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	11	0.0430	-3.1473	-0.1352
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bien te veo	5	0.0195	-3.9357	-0.0769
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Piriri	8	0.0313	-3.4657	-0.1083
Total			**256**	**Diversidad**		**3.00**
H'_{MAX} = LN(S)			**EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}**			
3.22			**0.93**			

Tabla 91. Diversidad de Shannon-Wiener del Grupo de Aves – Área de CUSTF.

- **Mamíferos**

Los Mamíferos están representados por 6 individuos, de 4 especies diferentes en igual número de familias. La diversidad presente en este grupo es **BAJA**, por obtener un valor de 1.33 de Índice de Shannon-Wiener; mientras que la Equitatividad refleja que el grupo es homogéneo, es decir, presenta un equilibrio entre la cantidad de especies (4) y el número de individuos (6).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris	2	0.3333	-1.0986	-0.3662
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño	1	0.1667	-1.7918	-0.2986
Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo Espalda Blanca	1	0.1667	-1.7918	-0.2986
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	2	0.3333	-1.0986	-0.3662
Total			**6**	**Diversidad**		**1.33**
H'_{MAX} = LN(S)			**EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}**			
1.39			**0.96**			

Tabla 92. Diversidad de Shannon-Wiener del Grupo de Mamíferos – Área de CUSTF.

4.2.2.2.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en su Anexo Normativo III

- **Sistema Ambiental**

Derivado de los muestreos en campo, las especies que se incluyen en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el Anexo Normativo III encontradas en el SA, son las siguientes:

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059*	Distribución
Aves	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Cabeza Blanca	Pr	No Endémica
Aves	Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	Pr	No Endémica
Reptiles	Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de Cola Espinosa del Golfo	Pr	Endémica
Reptiles	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr	No Endémica

Tabla 93. Especies de Fauna que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010*.
Pr= Sujeta a Protección Especial

Como se observa en la tabla anterior, se detectaron 4 especies incluidas en alguna categoría de riesgo en base a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.

- **Área del Proyecto**

En el área de CUSTF se identificaron dos especies de Fauna Silvestres incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en su Anexo Normativo III, las cuales se presentan en la tabla siguiente:

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059*	Distribución
Reptiles	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr	No Endémica
Aves	Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	Pr	No Endémica

Tabla 94. Especies de Fauna identificadas en el área del proyecto que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010*.
Pr= Sujeta a Protección Especial

ACLARACIONES

Se hace la aclaración que las especies *Crotophaga sulcirostris*, *Icterus postulatus* y *Bubo virginianus mayensis* no se encuentran incluidas en las listas de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni en su Anexo Normativo III. Las que se encuentran incluidas son las subespecies de estas, tal como se describe a continuación:

- La especie *Crotophaga sulcirostris* es una especie con amplia distribución en México (Figura 25), está especie presenta una subespecie en México, *Crotophaga sulcirostris pallidula* que se distribuye exclusivamente en Los Cabos, aproximadamente a una distancia de 1,881.45 Km al noreste del Área de CUSTF (Figura 26). Esta especie se encuentra incluida en la Categoría de Probablemente Extinta en Medio Silvestre (E) y con distribución Endémica.



Figura 25. Distribución de la especie *Crotophaga sulcirostris* en México.
Fuente: Enciclovida – CONABIO.



Figura 26. Ubicación del sitio de distribución de *Crotophaga sulcirostris pallidula* en relación a la ubicación del Área de Proyecto.
Fuente: Google Maps.

- La especie *Icterus postulatus* es una especie con amplia distribución en México (Figura 27), está especie presenta una subespecie en México, *Icterus postulatus graysoni* que se distribuye exclusivamente en Islas Marías, a una distancia aproximada de 1,510.28 Km al noreste del Área de CUSTF (Figura 28). Esta especie

se encuentra incluida en la Categoría de Bajo Protección Especial (Pr) y con distribución Endémica.



Figura 27. Distribución de la especie *Icterus postulatus* en México.
Fuente: Enciclovida – CONABIO.



Figura 28. Ubicación del área de distribución de *Icterus postulatus graysoni* en relación al Proyecto.
Fuente: Google Maps.

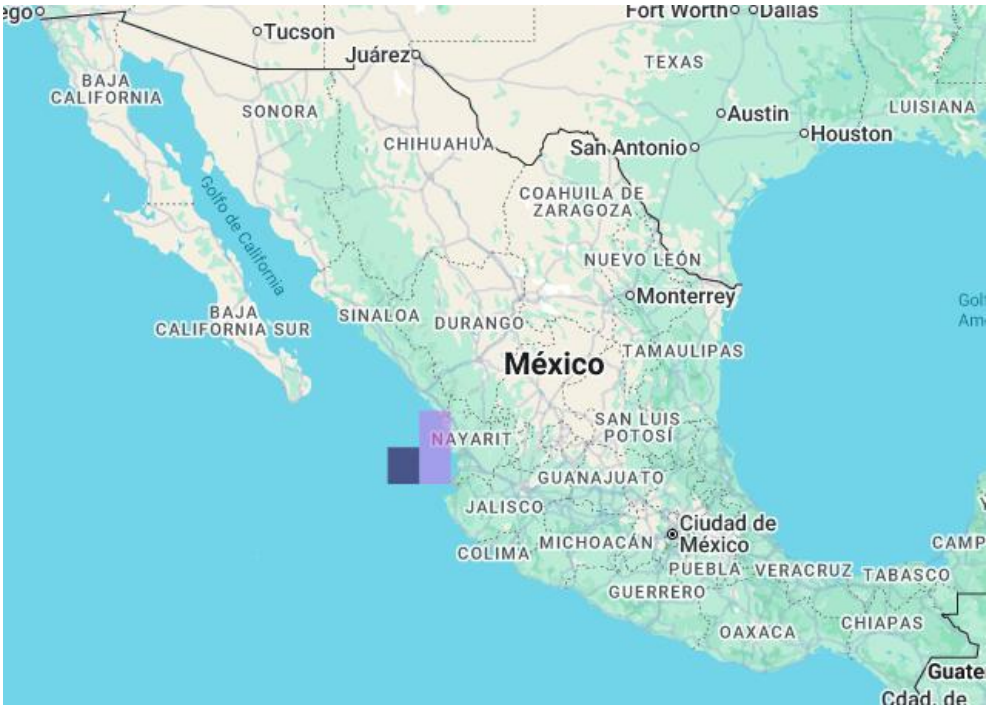


Figura 29. Mapa de distribución de *Icterus postulatus graysoni* en México.
Fuente: Google Maps.

La especie *Bubo virginianus* es una especie con amplia distribución en México (Figura 30), está especie presenta una subespecie en México: *Bubo virginianus mayensis* (Búho cornudo de Yucatán), la cual se considera endémica de la Península de Yucatán, México, sin migraciones estacionales (Nelson, 1901; Lee y Meerman, 2015), aproximadamente a una distancia de 273 Km al noreste del Área de CUSTF (Figura 31), esta especie se encuentra incluida en la Categoría de Amenazada (A) y con distribución Endémica.



Figura 30. Distribución de la especie *Bubo virginianus* en México.
Fuente: Enciclovida – CONABIO.



Figura 31. Ubicación del área de distribución de *Icterus postulatus graysoni* en relación al Proyecto.
Fuente: Google Maps.

De manera similar, para la especie *Leptotila verreauxi* identificada en el Sistema Ambiental, es una especie de alta distribución en el país, como se observa en la Figura 32. Cuenta con una subespecie en México *Leptotila verreauxi capitalis* con estatus de Sujeta a Protección Especial (Pr) y Endémica a las Islas Marías, en Nayarit, a una distancia de 1,510.28 Km del área del proyecto.



Figura 32. Distribución de la especie *Leptotila verreauxi* en México.
Fuente: Enciclovida – CONABIO.



Figura 33. Ubicación del área de distribución de *Leptotila verreauxi capitalis* en relación al Proyecto.
Fuente: Google Maps.

4.2.2.2.3. Comparativa

- **Riqueza**

En lo referente a Fauna silvestre y teniendo en consideración que la distribución de esta es muy difícil circunscribirla a una superficie determinada, a continuación, se puede señalar lo siguiente: dentro del SA se reportan 50 especies de Fauna silvestre distribuidas en 32 familias.

Del grupo de los Anfibios se determinaron a 2 especies, de los Reptiles se reportan 7 especies, de las Aves se reportan 33 especies y del grupo de los Mamíferos se reporta 8 especies.

Dentro del Área de CUSTF se identificaron 34 especies, distribuidas en 24 familias. Del grupo de los Reptiles se reporta 5 especies, de las Aves se reportan 25 especies y del grupo de los Mamíferos se reportan 4 especies.

La Fauna del SA presenta mayor diversidad y riqueza específica que el Área de CUSTF, en cada uno de los grupos, podemos inferir que no se pone en riesgo a la Fauna del ecosistema en cuestión.

Área de Estudio	Concepto	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Sistema Ambiental	Familia	1	6	18	7	32
	Especies	2	7	33	8	50
	Individuos	17	25	436	19	497
	Diversidad	0.4660	1.8558	3.2694	1.9684	
	Diversidad máxima	0.6931	1.9459	3.4965	2.0794	
	Equitatividad	0.67	0.95	0.94	0.95	

Área de Estudio	Concepto	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Área de CUSTF	Familia		5	15	4	24
	Especies		5	25	4	34
	Individuos		16	256	6	278
	Diversidad		1.52	3.00	1.33	
	Diversidad máxima		1.61	3.22	1.39	
	Equitatividad		0.94	0.93	0.96	

Tabla 95. Comparativa del SA y el área de CUSTF.

En el área de CUSTF se realizó el registro total de **278 individuos** (16 de Reptiles, 256 de Aves y 6 de Mamíferos), pertenecientes a 34 especies (5 de Reptiles, 25 de Aves y 4 de Mamíferos), distribuidos en **24 familias**, siendo la más numerosa la familia **Icteridae** con 4 especies del grupo de las Aves, mientras que el Garrapatero Pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) es la que presentó un mayor número de individuos, con 29.

Como se observa el gráfico siguiente, la mayor riqueza de familias y especies se presenta en el SA:

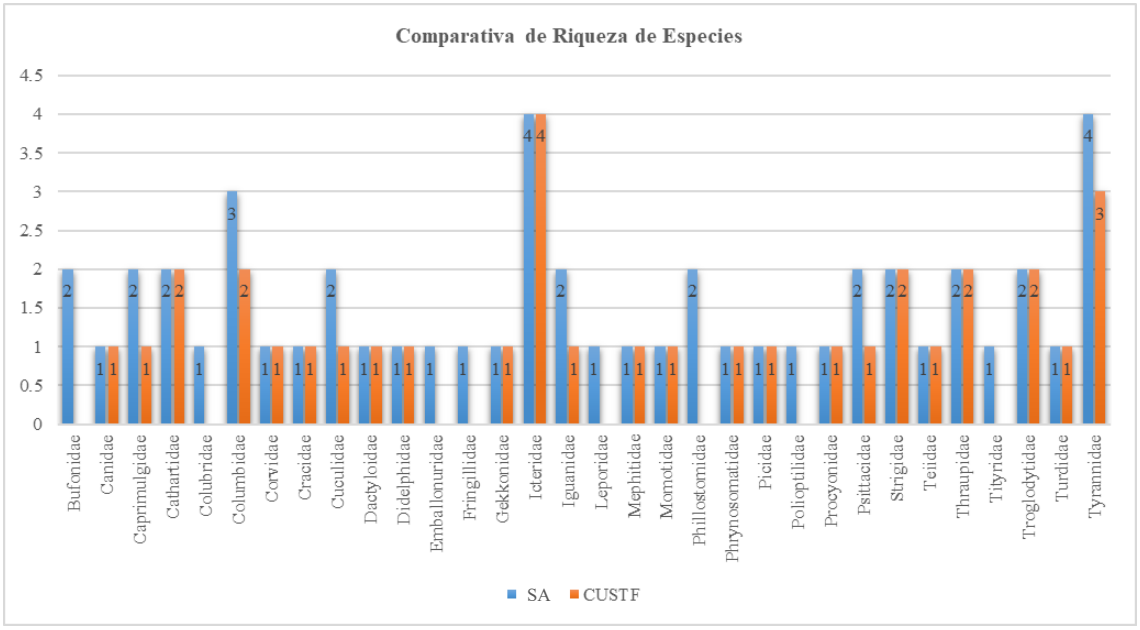


Gráfico 15. Comparativa de Riqueza de Especies de Fauna Silvestre.

- **Abundancia y Abundancia Relativa e Índice de Biodiversidad.**

<u>Anfibios</u>

Comparando los datos, en el SA se detectaron a 2 especies presentando una diversidad de Shannon – Wiener de 0.4660, mientras que en el Área de CUSTF no se detectaron especies de Anfibios. La especie con mayor Abundancia son el Sapo común (*Rhinella horribilis*) con 14 individuos y una abundancia relativa de 82.35%.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Abundancia Relativa		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo común	14		82.35%		-0.1599	
Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	3		17.65%		-0.3061	
Total			17		100%		0.4660	

Tabla 96. Comparativa de la distribución del grupo Anfibios.

Reptiles

Los Reptiles del SA se encuentran representado por 7 especies presentando una diversidad de Shannon – Wiener de 1.8558, mientras que en el Área de CUSTF es de 1-5154 al estar representado por 5 especies, la diversidad presente del SA se considera como una diversidad BAJA; mientras que en el caso del área de CUSTF, la diversidad es también BAJA. Todas las especies detectadas en el área de CUSTF, se encuentran bien representadas en el SA. Las especies con mayor Abundancia son: en el SA y la Lagartija escamosa variable rosado (*Sceloporus variabilis*) con 7 individuos y una abundancia relativa de 28.57%; en el Área de CUSTF también fue la Lagartija escamosa variable rosado (*Sceloporus variabilis*) con 14 individuos y una abundancia relativa de 37.50%.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Abundancia Relativa (%)		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	2		9.52		-0.2021	
Dactyloidae	*Anolis unilobatus*	Abaniquillo	4	2	14.29	12.50	-0.2932	-0.2599
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Cuija	4	3	14.29	18.75	-0.2932	-0.3139
Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana cola espinosa del noreste	3		9.52		-0.2544	
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	2	2	9.52	12.50	-0.2021	-0.2599
Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija escamosa variable	7	6	28.57	37.50	-0.3564	-0.3678
Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Lagartija verdi azul	3	3	14.29	18.75	-0.2544	-0.3139
Total			25	16	100	100	1.8558	1.5154

Tabla 97. Comparativa de la distribución del grupo Reptiles.

Aves

La Avifauna en general es el grupo más diverso y mejor representado de ambas áreas, en el SA se encuentra representado por 33 especies presentando una diversidad de Shannon – Wiener de 3.2694, mientras que en el Área de CUSTF es de 3.0025 al estar representado por 25 especies, en los dos casos, la diversidad es MEDIA. Todas las especies detectadas en el área de CUSTF, se encuentran bien representadas en el SA. Las especies con mayor Abundancia son: en el SA el Zopilote Común (*Coragyps atratus*) y el Luisito Común (*Myiozetetes similis*) con el 8.03% (35 registros); en el Área de CUSTF fueron el Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*) con el 9.77% (25 Individuos); el Zopilote Común (*Coragyps atratus*) con el 10.55% (27 Individuos)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Abundancia Relativa		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Caprimulgidae	*Antrostomus ridgwayi*	Tapacaminos Tucuchillo	3		0.69%		-0.0343	
Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras Pauraque	7	3	1.61%	1.17%	-0.0663	-0.0521
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	10	9	2.29%	3.52%	-0.0866	-0.1177
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	35	27	8.03%	10.55%	-0.2025	-0.2372
Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	12	8	2.75%	3.13%	-0.0989	-0.1083
Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	6		1.38%		-0.0590	
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	9	5	2.06%	1.95%	-0.0801	-0.0769
Corvidae	*Calocitta formosa*	Urraca Cara Blanca	27	15	6.19%	5.86%	-0.1723	-0.1662
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	11	9	2.52%	3.52%	-0.0928	-0.1177
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	31	29	7.11%	11.33%	-0.1880	-0.2467
Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	4		0.92%		-0.0430	
Fringillidae	*Euphonia hirundinacea*	Eufonia Garganta Amarilla	6		1.38%		-0.0590	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Abundancia Relativa		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	7	4	1.61%	1.56%	-0.0663	-0.0650
Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	9	8	2.06%	3.13%	-0.0801	-0.1083
Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	12	11	2.75%	4.30%	-0.0989	-0.1352
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	28	25	6.42%	9.77%	-0.1763	-0.2272
Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	6	5	1.38%	1.95%	-0.0590	-0.0769
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	4	2	0.92%	0.78%	-0.0430	-0.0379
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	8		1.83%		-0.0734	
Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Cabeza Blanca	12		2.75%		-0.0989	
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	28	14	6.42%	5.47%	-0.1763	-0.1589
Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho Cornudo	5	4	1.15%	1.56%	-0.0512	-0.0650
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	12	7	2.75%	2.73%	-0.0989	-0.0984
Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	17	14	3.90%	5.47%	-0.1265	-0.1589
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	8	8	1.83%	3.13%	-0.0734	-0.1083
Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	2		0.46%		-0.0247	
Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	16	6	3.67%	2.34%	-0.1213	-0.0880
Troglodytidae	*Thryophilus pleurostictus*	Salta Pared Barrado	16	4	3.67%	1.56%	-0.1213	-0.0650
Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	18	15	4.13%	5.86%	-0.1316	-0.1662
Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	4		0.92%		-0.0430	
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	35	11	8.03%	4.30%	-0.2025	-0.1352
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo Común	16	5	3.67%	1.95%	-0.1213	-0.0769
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	12	8	2.75%	3.13%	-0.0989	-0.1083
Total			436	256	100%	100%	3.2694	3.0025

Tabla 98. Comparativa de la distribución del grupo Aves.

Mamíferos

Comparando los datos, en el SA se detectaron a 8 especies presentando una diversidad de Shannon – Wiener de 1.9684, mientras que en el Área de CUSTF es de 1.3297 al determinarse a 4 especies, en ambos casos la diversidad presente es MEDIA. Las especies con mayor Abundancia son: en el SA la Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el Murciélago Frutero de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*) con el 21.05% (4 registros); en el Área de CUSTF fueron la Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el Mapache (P*rocyon lotor*) con el 33.33% (2 Individuos) cada uno.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Abundancia Relativa		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris	4	2	12.50%	33.33%	-0.3280	-0.3662
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño	1	1	6.25%	16.67%	-0.1550	-0.2986
Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata*	Murciélago de Sacos Gris	2		12.50%		-0.2370	
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo Serrano	3		12.50%		-0.2914	
Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo Espalda Blanca	2	1	12.50%	16.67%	-0.2370	-0.2986
Phillostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago Frutero de Jamaica	4		25.00%		-0.3280	
Phillostomidae	*Artibeus lituratus*	Murcielago Frutero Mayor	1		6.25%		-0.1550	
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	2	2	12.50%	33.33%	-0.2370	-0.3662
Total			19	6	100%	100%	1.9684	1.3297

Tabla 99. Comparativa de la distribución del grupo Mamíferos.

Además de las especies en Norma, las especies reportadas dentro del área de CUSTF que, de acuerdo con los criterios de rescate, cumplan para ser rescatadas, serán tomadas en cuenta por el programa de Rescate de Fauna, con el fin de conservar y preservar la fauna

nativa, por lo que se favorecerá al ecosistema general de la cuenca y se mantendrán las especies afectadas.

Aunado a lo anterior, y con la inclusión de estas especies a los Programas de Rescate se garantiza su presencia dentro del SA, se considera que no se compromete a la fauna nativa de la región.

Asimismo, se puede resumir que, con el proyecto propuesto, que afectará Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia, no se comprometerán especies de Flora y Fauna Silvestre, ya que se efectuará un Programa de Rescate y Reubicación, aunado a que las especies encontradas en el área de CUSTF se encuentran presentes en el SA.

Bajo este contexto, la biodiversidad asociada al tipo de vegetación presente en el sitio del Proyecto no se verá comprometida con el desarrollo de este, y tanto las especies de Fauna como las de Flora presentes en el lugar, se encuentran correctamente representadas dentro de la región y, por otro lado, se cuentan con diversas medidas de mitigación diseñadas con la finalidad de propiciar y asegurar su persistencia en la misma como son:

- El proyecto contempla la implementación de actividades de manejo y rescate de Flora y Fauna previo a las actividades de desmonte y despalme.
- Ejecutar los Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna.
- Quedará prohibida la quema de material vegetal residual.
- Respecto al derribo de los árboles se realizará previa delimitación de las áreas a desmontar para evitar posibles riesgos de afectación de vegetación adyacente.

4.2.3. Paisaje

Se le puede denominar al paisaje como aquel conjunto de las interrelaciones que son derivadas del comportamiento entre factores como: bióticos, abióticos y antrópicos; teniendo una diversidad de integraciones que pueden ser percibidas de distintas formas, como visual, olfativa y auditiva.

Para este caso, se utilizó la metodología propuesta por Zambrano y Gonzales (2002), la cual propone un método visual, que refleja las cualidades paisajísticas territoriales que se encuentren en el área en cuestión. Y siguiendo la metodología, emplea parámetros y elementos para evaluar aquellos criterios paisajísticos, los cuales se presentan a continuación:

- **Unidad visual (UV)**
  - ✓ Abiótico
  - ✓ Biótico
  - ✓ Antrópico
- **Organización visual (OV)**
  - ✓ Contraste visual
  - ✓ Dominancia visual
- **Calidad visual (CV)**
  - ✓ Diversidad
  - ✓ Naturalidad
  - ✓ Singularidad

- ✓ Complejidad topográfica
- ✓ Superficie y límite de agua
- ✓ Actuaciones humanas
- ✓ Degradación de la capacidad visual

➢ **Calidad Escénica (CE)**

- ✓ Morfología
- ✓ Vegetación
- ✓ Formas de Agua
- ✓ Color
- ✓ Fondo escénico
- ✓ Rareza
- ✓ Actuación humana

La valoración de los elementos, se clasifica de acuerdo a la siguiente tabla:

Valor	Descripción
Alto	Áreas que aglutinan condiciones o características excepcionales para cada aspecto, asignándole un valor de 5.
Medio	Áreas que reúnen una mezcla de condiciones excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros, asignándole un valor de 3.
Bajo	Áreas con características y rasgos comunes para toda la región fisiográfica analizada, asignándole un valor de 1.

Tabla 100. Valoración de los Elementos Paisajísticos.

Cada parámetro se evalúa cualitativamente para obtener valores globales en cada uno de ellos, de acuerdo con los rangos que se presentan a continuación:

- **Baja Calidad Paisajística** (rango 28 – 37).
- **Calidad Paisajística Regular** (rango 38 – 47).
- **Calidad Paisajística Buena** (rango 48 – 57).
- **Calidad Paisajística Alta** (rango 58 – 67).
- **Calidad Paisajística Muy Alta** (rango 58 - 78).

En conjunto con lo anterior, para valorar los elementos en cada parámetro, se emplean criterios, donde por las características que se perciben a simple vista, son clasificados, como se muestra a continuación.

Parámetro	Elemento	Alto	Medio	Bajo
Unidad Visual (UV)	Abiótico	Predominio de elementos físicos influyentes en la calidad de la escena	Elementos que dan cierta calidad a la escena, pero que por su atractivo tiene valor medio	Elementos poco notorios que disminuyen la calidad de la composición, teniendo un paisaje poco atractivo
	Biótico	Predominio de elementos bióticos, influyentes en la composición de la escena.	Elementos que dan cierta calidad a la escena, pero por su atractivo tiene valor medio	Elementos poco notorios y que disminuyen la calidad de la composición, paisaje poco atractivo
	Antrópico	Predominio de elementos antrópicos, influyentes en la calidad de la escena.	Elementos que proporcionan cierta calidad a la escena	Elementos que disminuyen la calidad del paisaje haciéndolo poco atractivo.
Organización Visual (UV)	Contraste visual	Contraste alto entre elementos dominantes del paisaje	Contraste medio entre los elementos	Bajo contraste entre cada uno de los elementos que integran la unidad visual

Parámetro	Elemento	Alto	Medio	Bajo
	Dominancia Visual	Dominio total de la apreciación del paisaje	Dominio parcial de los elementos	Presencia de un elemento de la forma negativa dentro de la unidad visual
Calidad Visual (CV)	Diversidad	Gran variedad de elementos biofísicos y características visuales	Diversidad media de vegetación, presencia de actividades humanas	Escasa diversidad del paisaje
	Naturalidad	Integración con características naturales	Poca intervención humana en la naturaleza	Naturaleza altamente modificada
	Singularidad	Presencia de elementos con alto grado atractivo	Escaso grado de atractivo visual	Presencia de elementos que pasan desapercibidos
	Complejidad topográfica	Presencia de un relieve montañoso notorio	Formas montañosas con poco dominio	Colinas suaves y onduladas poco notorias
	Superficie y límite de agua	Presencia en mayor escala de agua en el paisaje	Presencia de agua en manera moderada	Escasa presencia de agua, o casi nula
	Actuaciones humanas	Actuaciones humanas que estéticamente no afectan el entorno	Actuaciones humanas armoniosas sin calidad escénica	Modificaciones intensas que reducen la calidad escénica
	Degradación de la capacidad visual	Organización o equilibrio de los diferentes elementos del paisaje	Existe una cierta armonía entre la distribución de los elementos	Desorganización de todos los elementos
Calidad Escénica (CE)	Morfología	Relieve con pendientes del 60% marcado y predominante o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante	Pendientes entre 30-60%. Formas erosivas interesantes variadas, Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Pendientes entre 0- 30% colinas suaves, fondos de valles planos, pocos o ningún detalle singular, sin rasgos dominantes
	Vegetación	Grandes masas boscosas, gran variedad de tipos de vegetación, con formas texturas y distribución interesantes	Cubierta vegetal casi continúa. Poca variedad en la distribución de la vegetación, diversidad de especies media	Cubierta vegetal continúa. Poca o ninguna variedad en distribución de la vegetación o contraste
	Formas de agua	Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, aguas blancas o grandes láminas de agua en reposo. Formaciones hídricas excepcionales	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje, con características bastante comunes en su recorrido y caudal	Torrentes y arroyaos intermitentes con poca variación en caudal, lagos pequeños, regulares y sin reflejo ausente o inapreciable
	Color	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca, agua y/o nieve	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, rocas y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste. Colores apagados.
	Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
	Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región.	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
	Afectación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan calidad escénica

Tabla 101. Parámetros de Valoración para Elementos Paisajísticos.

Para realizar el análisis de la valoración paisajística del SA como del área del Proyecto, fue indispensable obtener imágenes satelitales de las áreas, esto se logró mediante el software libre Google Earth Pro, así como de datos vectoriales relacionados con el uso de suelo y vegetación, pendientes, elevaciones, hidrología, etc. En la siguiente tabla se presenta la valoración obtenida:

Parámetro	Elemento	Valoración	
		Sistema Ambiental	Área del Proyecto
Unidad Visual (UV)	Abiótico	5	3
	Biótico	3	3
	Antrópico	3	3
	Subtotal	**11**	**9**
Organización Visual (OV)	Contraste visual	5	5
	Dominancia visual	5	3
	Subtotal	**10**	**8**
Calidad Visual (CV)	Diversidad	3	3
	Naturalidad	3	3
	Singularidad	5	3
	Complejidad topográfica	1	1
	Superficie y límite de agua	5	3
	Actuaciones humanas	1	3
	Degradación de la capacidad visual	3	3
	Subtotal	**21**	**19**
Calidad Escénica	Morfología	3	1
	Vegetación	3	1
	Formas de agua	3	5
	Color	5	1
	Fondo escénico	3	3
	Rareza	3	1
	Actuación humana	3	3
	Subtotal	**23**	**15**
Total		**65**	**51**

Tabla 102. Valoración Paisajística del Sistema Ambiental y del Área del Proyecto.

Con base en la aplicación de la metodología propuesta por Zambrano y Gonzales (2002), se determinó que el **SA** presenta una **calidad paisajística Alta**, con una valoración total de 65 puntos. Este resultado se relaciona con la presencia y combinación de diversos componentes biofísicos y antrópicos que estructuran el paisaje regional, entre los que destacan la cobertura vegetal, la presencia de cuerpos de agua asociados al litoral del Océano Pacífico y los asentamientos humanos dispersos. En conjunto, estos elementos configuran un paisaje con heterogeneidad visual y con rasgos escénicos que aportan valor al entorno regional.

En contraste, el **área específica donde se desarrollará el proyecto** obtuvo una **calidad paisajística Buena**, con un valor total de 51 puntos. Esta condición se explica principalmente por la presencia de modificaciones previas derivadas de actividades humanas, particularmente aquellas asociadas a la pesca tradicional, las zonas de tiro y a la proximidad de localidades rurales, lo cual ha generado una configuración paisajística con cierto grado de transformación y menor naturalidad en comparación con el sistema ambiental en su conjunto.

En términos generales, los resultados indican que el área del proyecto se inserta dentro de un paisaje que conserva atributos escénicos relevantes, aunque el sitio específico presenta características visuales comunes dentro del contexto fisiográfico de la zona. En este sentido, el desarrollo del proyecto no implica la intervención de elementos paisajísticos únicos o de alta singularidad de la región, por lo que las actividades propuestas se integran en un entorno donde ya existe influencia antrópica, reduciendo la probabilidad de generar alteraciones significativas en la calidad visual del paisaje a escala del sistema ambiental.

4.2.4. Medio Sociocultural

4.2.4.1. Demografía

- **Dinámica de la población**

La población total en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, de acuerdo con Censo Poblacional 2020 realizado por el INEGI corresponde a 604,147 habitantes, de los cuales 47.41% son hombres y 52.23% son mujeres, con una densidad de población de 1,805.53 hab/Km^2. La mayor concentración de la población la podemos encontrar en la cabecera municipal Tuxtla Gutiérrez y hacia las localidades de Copoya, El Jobo, Emiliano Zapata y Yúquiz.

- **Crecimiento y distribución de la población**

La tasa de crecimiento poblacional de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, ha experimentado un aumento constante. En 2020, la población fue de 604,147 habitantes, representando un incremento del 9.18% en comparación con 2010. La edad mediana era de 27 años, con un grado de marginación municipal bajo y un grado bajo de rezago social.

- **Estructura por sexo y edad**

De acuerdo con el INEGI (2020), la distribución por edad y sexo en el Municipio de Tuxtla Gutiérrez es la siguiente:

Grupo de edades	Hombres	Mujeres	Total
0 a 14 años	74,301	71,652	145,953
15 a 64 años	193,363	220,126	413,489
Más de 65 años	18,771	23,752	42,523
No Especificado	1,089	1,093	2,182
Total	287,524	316,623	604,147

Tabla 103. Distribución de la población por sexo y edad.

- **Natalidad y mortalidad**

El Municipio de Tuxtla Gutiérrez presenta un promedio de hijos nacidos vivos de 1.77 (INEGI, 2020). Para el Censo de Población y Vivienda 2020 presento una tasa de crecimiento poblacional de 0.9. La tasa de mortalidad en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, para el año 2020, según el Censo de Población y Vivienda, no se encuentra disponible directamente en los resultados rápidos del censo.

- **Migración**

Para Tuxtla Gutiérrez se tiene que, el 92.79% nació en el estado, el 6.44% nació en otra entidad, el 0.32% nació en otro país, el 0.06% nació en los EEUU y el 0.39% no específico.

Por lugar de nacimiento 2020		
En la entidad	560,600	92.79%
En otra entidad	38,884	6.44%
En los Estados Unidos de América	347	0.06%
En otro país	1,932	0.32%
No especificado	2,384	0.39%

Tabla 104. Cifras por lugar de nacimiento en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

- **Población Económicamente Activa**

La población económicamente activa (PEA) del municipio de Tuxtla Gutiérrez, asciende a 308,596, de los cuales el 54.98% está representada por hombres y el 45.02% por mujeres.

Población de 12 y más años por condición de actividad económica y ocupación		
Económicamente activa (PEA)	308,596	
Hombres	169,673	54.98%
Mujeres	138,923	45.02%
Económicamente activa ocupada (PEAO)	301,079	97.56%
Hombres	164,803	54.74%
Mujeres	136,276	45.26%
Económicamente activa desocupada	7,517	2.44%
Hombres	4,870	64.79%
Mujeres	2,647	35.21%
No económicamente activa (PNEA)	174,850	
Hombres	56,329	32.22%
Mujeres	118,521	67.78%

Tabla 105. Actividad económica y ocupación de Tuxtla Gutiérrez, Censo de Población y Vivienda - 2020.

Por sector, la principal actividad es el de prestación de servicios con el 58.75%, siendo está la principal actividad.

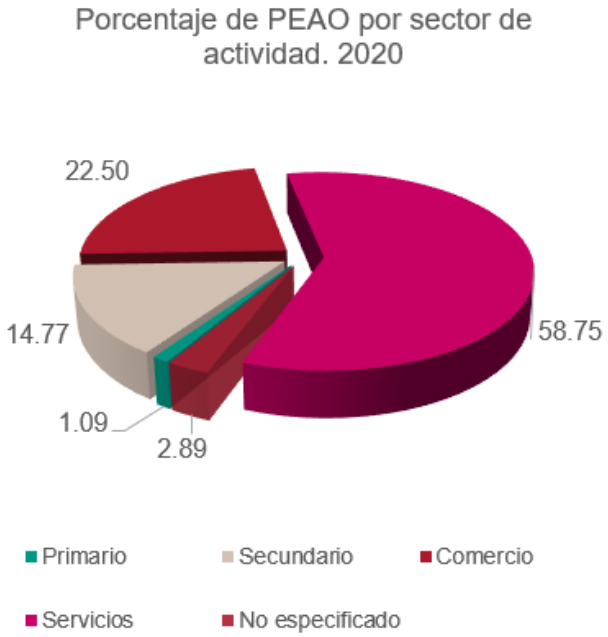


Tabla 106. PEAO por sector, Censo de Población y Vivienda - 2020.

4.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El Proyecto consiste en la ejecución del CUSTF para la construcción e implementación de un banco de extracción de materiales pétreos en el Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. De acuerdo con las características de la zona, el lugar seleccionado cumple con los requerimientos para el buen desarrollo y funcionamiento del Proyecto, por su desarrollo en un sitio con disponibilidad de material y que ha presentado un uso como banco de materiales por más de 10 años, contando con vías de comunicación funcionales, caminos internos y estructuras permanentes dentro del predio; así como el acceso a servicios básicos como energía eléctrica y agua potable.

La superficie solicitada presenta *Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia*, por lo que es necesario la aplicación de un CUSTF, a fin de obtener las condiciones necesarias para continuar con el aprovechamiento de la superficie propiedad de la promovente. Con lo anterior, se entiende que la zona de influencia del Proyecto ya se encuentra impactada por actividades similares a la naturaleza de este.

En cuanto a las características abióticas del SA, estas representan condiciones idóneas para el tipo de actividad que busca ejecutar el Proyecto:

El Sistema Ambiental se ubica en zonas con presencia de rocas sedimentarias, en donde se encuentran las rocas carbonatadas que constituyen el 25 al 30% de la totalidad del registro sedimentario de la tierra. Esto es importante para la elección del sitio del proyecto, por la certeza en la disponibilidad de material de caliza, que se encuentra, en combinación con dolomitas, lutitas y areniscas, en el 87% del SA.

Si bien el material es abundante, realizar el proyecto en otras zonas podría provocar mayores impactos, no solo por el cambio de uso de suelo, sino en la desorganización de los usos de suelo y actividades productivas de Tuxtla Gutiérrez. El desarrollo del proyecto dentro del predio CONSTHER, donde se ha realizado la actividad de extracción de material pétreo por más de una década, respeta la zonificación de la ciudad, al ubicarse en una franja territorial donde predominan los bancos de extracción, evitando crear nuevos puntos de producción cercanos centros de salud, centros educativos o zonas habitacionales prestablecidas.

Desde el punto de vista biótico, el Sistema Ambiental alberga comunidades vegetales remanentes de selvas y bosques, donde destacan la vegetación de bosque de encino y la selva baja caducifolia, no obstante, es fuertemente dominado usos de suelo derivados de actividades antropogénicas como asentamientos humanos, pastizales y agricultura, lo que refleja un sistema que ha sido modificado para la expansión de actividades ganaderas y agrícolas.

Desde la perspectiva socioeconómica, el territorio presenta una economía basada principalmente en actividades terciarias, tales como el comercio al por menor, centros de negocios y la oferta de servicios, así como en actividades del sector primario y secundario: agricultura, agroindustria y aprovechamiento de materias primas. La actividad a realizar tras el cambio de uso de suelo en terrenos forestales será parte fundamental para la cadena productiva no solo de Tuxtla Gutiérrez, sino de la región centro. Los bancos de material pétreo (caliza) de calidad en la región son escasos, para la compra de este material se debe acudir a Entidades vecinas, o bien, fletes desde la zona sureste del Estado, que aumentan

los tiempos de construcción, así como el uso de vehículos que consumen combustibles fósiles. Contar con bancos de materiales locales permite menores tiempos de viaje, precios asequibles y premura en la puesta en marcha de obras civiles, como las reparaciones de caminos y calles, la creación de hospitales, escuelas, centros de convivencia familiar, entre otros.

El Proyecto planea también la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación, tanto las que se proponen en este documento, así como las que establezca la Secretaría, con el fin de disminuir las afectaciones negativas que el desarrollo de este pueda producir y evitar un daño crítico al medio natural. Se tomará gran importancia a aquellas actividades que garanticen la preservación y conservación de la Flora y Fauna Silvestre. Asimismo, se ejecutará un **Programa de Reforestación** para la recuperación de áreas forestales, la disminución de la erosión y la compensación en el déficit de la infiltración y en la pérdida sobre la captura del Carbono.

Cabe mencionar que la zona en donde se establecerá el Proyecto presenta condiciones que permiten el desarrollo de estas obras sin problemas ni riesgos. De igual manera, no entra en conflicto con las creencias, ideologías, costumbres y tradiciones de la región. Asimismo, no afectan de manera negativa a ningún grupo étnico.

Considerando los puntos expuestos anteriormente, se considera que el Proyecto es **viable.**

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (MIA-P) MODALIDAD PARTICULAR

BANCO DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS (CUSTF)



CAPÍTULO 5.

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

2026

CONSTRUCTORA CONSTHER S.A. DE C.V.

ÍNDICE

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1
5.1. Identificación de Impactos 1
5.1.1. Metodología 1
5.2. Caracterización de los Impactos 2
5.2.1. Metodología para la valoración de los impactos ambientales 2
5.3. Identificación y Análisis de los Impactos Ambientales 22
5.4. Conclusiones 22

TABLAS

Tabla 1. Actividades generadoras de los impactos ambientales. 2
Tabla 2.Criterios de Calificación para los Impactos Ambientales. 3
Tabla 3. Descripción de Elementos de la Matriz de Importancia. 5
Tabla 4. Algoritmo de Importancia de los Impactos Ambientales. 5
Tabla 5. Asignación de UIP de los Medios. 7
Tabla 6. Distribución de Unidades de Importancia Ponderadas. 8

FIGURAS

Figura 1. Distribución de UIP entre niveles. Tomado de Conesa (2013). 7

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1. Identificación de Impactos

Uno de los objetivos de la Manifestación de Impacto Ambiental **(MIA)** es la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que se pudieran generar durante el desarrollo del Proyecto, en el sentido de estimar o valorar la magnitud de los impactos para conocer en qué medida repercutirán las actividades sobre el entorno y con ello, conocer la dimensión del sacrificio que este deberá soportar. Para esto, es importante desarrollar un modelo que nos permita la evaluación sistemática de los impactos ambientales producidos por estas acciones, mediante el empleo de indicadores homogéneos.

El modelo de valoración comprende al mismo tiempo sistemas que nos conduzcan a detectar la magnitud de los impactos, y la eficacia de las medidas adoptadas y puestas en práctica para que los efectos de aquellos, o dejen de tener lugar, o se aminoren hasta márgenes tolerables y fácilmente asimilables sobre la base de la capacidad de sustentación del medio.

El análisis implementado para la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales del presente Proyecto, se aprecia a manera de consideraciones que se obtienen de forma determinativa a partir de la realización de las matrices de impactos, de su ponderación y comparación y de su síntesis. El estudio realizado fue de acuerdo a los siguientes puntos:

- Recopilación y análisis de información documental basada en datos del Proyecto, para identificar las actividades causantes del impacto ambiental en cada una de las etapas de desarrollo de este.
- Análisis de la información del medio natural (biótico y abiótico) y socioeconómico con la finalidad de efectuar una descripción y caracterización del sitio seleccionado para la ejecución del proyecto.
- Análisis de las interacciones del proyecto y el ambiente considerando las acciones generadoras y áreas ambientales potencialmente receptoras del impacto.
- Verificación en campo de las condiciones del medio y de los rangos específicos del terreno, de acuerdo con las características del Proyecto.

5.1.1. Metodología

Con toda la información recopilada y de acuerdo con el tipo de Proyecto a evaluar se procedió a realizar el análisis de las actividades que conforman al mismo en sus diferentes etapas, así como la descripción tanto del proceso de remoción vegetal, como del entorno afectado.

Las actividades que se consideran como generadoras de impactos ambientales en el área del Proyecto se presentan en la Tabla 1.

Etapa	Actividad
Preparación del Sitio	Trazo y delimitación del área del Proyecto
Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales	Medición, cuantificación y marqueo del arbolado a derribar
	Desmonte y deshierbe de la vegetación
	Derribo y desrame del arbolado
	Troceo y aprovechamiento de los productos maderables
	Despalme de la vegetación
Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación	Capacitación y Concientización Ambiental
	Manejo Integral de Residuos
	Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo
	Seguridad e Higiene
	Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas
	Obras de Conservación de Suelo y Agua
	Reforestación
	Programa de Rescate y Reubicación de Flora
	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna
Supervisión Ambiental	Supervisión Ambiental
Abandono del Sitio	Retiro de Materiales, Equipo y Maquinaria
	Desmantelamiento de Obras Provisionales

Tabla 1. Actividades generadoras de los impactos ambientales.

5.2. Caracterización de los Impactos

5.2.1. Metodología para la valoración de los impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se utilizó el método de matriz causa-efecto propuesto por **CONESA-VITORA**, que es derivada de la matriz de Leopold con resultados cualitativos, pero que valora las alteraciones que el Proyecto lleva a cabo por medio del signo, grado de manifestación y magnitud.

Una vez seleccionados las actividades del Proyecto y los factores ambientales, se procede a elaboración de las siguientes cuatro matrices:

- Matriz 1. Identificación de Impactos.
- Matriz 2. Cribada de Impactos.
- Matriz 3. Importancia.
- Matriz 4. Valoración Absoluta y Relativa.

Matriz de Impactos

Es de tipo causa-efecto y consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes, y dispuestas en filas, los factores ambientales susceptibles de recibir impactos. Como se muestra en la Matriz 2, para su ejecución es necesario identificar las acciones que puedan causar impactos sobre una serie de factores del medio, es decir, determinar la matriz de identificación de efectos como se muestra en la Matriz 1. Ambas matrices nos permiten identificar, prevenir y comunicar los efectos del

Proyecto en el medio afectado, para posteriormente, obtener una valoración de estos para cada etapa considerada.

Matriz de Importancia

Una vez identificadas las acciones y los efectos del medio que, presumiblemente serán impactados por el desarrollo del proyecto, por medio de la Matriz de Importancia se puede llevar a cabo la valoración cualitativa, con lo cual, se puede obtener una idea del efecto que cada acción impactante tendrá sobre los factores ambientales.

Los elementos de la matriz, identifican la importancia (I_{ij}) del impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad (A_i) sobre un factor considerado (F_j). De esta forma, se puede medir el impacto, con base al grado de manifestación cualitativa del efecto que se define como Importancia del Impacto.

La importancia del impacto, se define como el ratio mediante el cual se mide cualitativamente el impacto ambiental, en función del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como la caracterización del efecto, que corresponden a su vez a la serie de atributos de tipo cualitativos, tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

Derivado de lo anterior, se exhiben aquellos criterios que serán utilizados para evaluar los impactos ambientales del Proyecto:

<table>
<tr><td rowspan="5">Impacto Ambiental</td><td>Signo</td><td colspan="3">Positivo (+)
Negativo (-)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Grado de Incidencia</td><td>Intensidad</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Valor</td><td rowspan="2">Importancia
(Grado de manifestación cualitativa)</td><td rowspan="2">Caracterización</td><td rowspan="2">Extensión
Plazo de manifestación
Persistencia
Reversibilidad
Sinergia
Acumulación
Efecto
Periodicidad
Recuperabilidad</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Magnitud</td></tr>
<tr><td>Cantidad</td></tr>
<tr><td colspan="3">Calidad</td></tr>
</table>

Tabla 2.Criterios de Calificación para los Impactos Ambientales.

Los atributos que conforman la matriz de valoración cualitativa o matriz de importancia son los siguientes:

Parámetro	Descripción
Signo	El signo de impacto alude al carácter **benéfico (+)** o **perjudicial (-)** de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
Intensidad (I)	Se refiere al grado de incidencia o destrucción sobre el factor ambiental, en el ámbito específico en que se actúa. El rango de valoración está comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

Parámetro	Descripción
Extensión (EX)	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto (porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el efecto tiene un carácter **Puntual** (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del Proyecto, teniendo las situaciones intermedias, según su matiz, como impacto **Parcial** (2) y **Extenso** (4). En caso de que el efecto sea puntal, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería.
Momento (MO)	El momento o plazo de manifestación del impacto, tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerando. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea **Nulo** o a **Corto Plazo** se le asignará en ambos casos un valor (4), si es un periodo de tiempo a **Medio Plazo** (2), y si el efecto es a **Largo Plazo**, el valor asignado es (1). Si concurriese alguna circunstancia que hiciese critico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas.
Persistencia (PE)	Se refiere al tiempo que, supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previa a la acción, por medio naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si se produce en efecto **Fugaz**, se asigna como valor (1). Si es **Temporal (2)**; y si el efecto es **Permanente**, el valor asignado será (4). La persistencia es independiente de la reversibilidad. Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles o recuperables. Los efectos permanentes pueden ser reversibles, recuperables o irrecuperables.
Reversibilidad (RV)	Se refiere a la posibilidad de la reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que estas dejan de actuar sobre el medio. Si es a **Corto Plazo**, se le asigna un valor (1), si es a **Medio Plazo** (2), y si el efecto es **Irreversible** le asignamos el valor (4).
Recuperabilidad (RC)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es **totalmente recuperable**, se le asigna un valor (1) o (2), según lo sea de manera inmediata o a mediata o a mediano plazo, si lo es **parcialmente**, el efecto es mitigable, y toma un valor (4) cuando el efecto es **irrecuperable** (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos un valor (8). En el caso de ser irrecuperable, pero **existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias**, el valor adoptado será (4). Se hace notar que también es posible, mediante la aplicación de medidas correctoras, disminuir el tiempo de retorno a las condiciones iniciales previas a la implantación de la actividad por medio naturales, o sea, acelerar la reversibilidad, y lo que es lo mismo disminuir la persistencia.
Sinergia (SI)	Este atributo contempla la interacción de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que la provocan actúan de manera independiente, no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, **no es sinérgica** con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un **sinergismo** moderado (2) y si es **altamente sinérgico** (4).
Acumulación (AC)	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo, el valor se incrementa a (4).
Efecto (EF)	Se refiere a la relación causa-efecto, es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Este término toma el valor de (1) en caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

Parámetro	Descripción
Periodicidad (PR)	La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos **continuos** se les asigna un valor (4), a los **periódicos** (2) y a los de aparición **irregular**, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los **discontinuos** (1).

Tabla 3. Descripción de Elementos de la Matriz de Importancia.

Asimismo, la valoración de cada uno de los criterios descritos con anterioridad, y el algoritmo utilizado para calcular cada uno de los impactos ambientales que generará el Proyecto se presenta enseguida:

Atributos para Valoración de Impactos			
Naturaleza		**Intensidad (IN)** *(Grado de destrucción, construcción, regeneración o recuperación)*	
Impacto benéfico	+	Baja o mínima	1
		Media	2
Impacto perjudicial	-	Alta	4
		Muy alta	8
Extensión (EX) *(Área de influencia)*		**Momento (MO)** *(Plazo de manifestación)*	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Amplio o Extenso	4	Corto plazo	3
Total	8	Inmediato	4
Crítico	(+4)	Crítico	(+4)
Persistencia (PE) *(Permanencia del efecto)*		**Reversibilidad (RV)** *(Incremento progresivo)*	
Fugaz o efímero	1	Corto plazo	1
Momentáneo	1	Medio plazo	2
Temporal o transitorio	2	Largo plazo	3
Pertinaz o persistente	3	Irreversible	4
Permanente y constante	4		
Sinergia (SI) *(Potenciación de la manifestación)*		**Acumulación (AC)** *(Incremento progresivo)*	
Sin sinergismo o simple	1	Simple	1
Sinergismo moderado	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF) *(Relación causa-efecto)*		**Periodicidad (PR)** *(Regularidad de la manifestación)*	
Indirecto o secundario	1	Irregular*	1
Directo o primario	4	Periódico o Intermitente	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC) *(Reconstrucción por medios naturales)*		**Importancia (I)** *(Grado de manifestación cualitativa)*	
Recuperable de manera inmediata	1	$I = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Recuperable a corto plazo	2		
Recuperable a mediano plazo	3		
Recuperable a largo plazo	4		
Mitigable, sustituible y compensable	4		
Irrecuperable	8		

** En caso de que así se requiera, la relevancia de la manifestación de impacto, a los impactos irregulares, se les asignará un valor superior al establecido, pudiendo ser 4.*

Tabla 4. Algoritmo de Importancia de los Impactos Ambientales.

De esta manera, se puede determinar la Importancia del impacto, es decir, del efecto de una acción sobre un factor ambiental con el algoritmo:

$$\boldsymbol{I} = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100, y presenta valores intermedios (entre 40 y 60) cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- **Intensidad Total:** Efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.
- **Intensidad Muy Alta o Alta:** Efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- **Intensidad Alta:** Afección alta o muy alta de los restantes símbolos.
- **Intensidad Media o Baja:** Afección mínima de los restantes símbolos.

Para la matriz de importancia toma en cuenta los siguientes criterios:

- Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son Irrelevantes o Compatibles.
- Los impactos Moderados presentan una importancia entre 25 y 50.
- Serán Severos cuando la importancia entre 50 y 75.
- Serán Críticos cuando el valor supere a 75.

Una vez obtenida la matriz de Importancia, se procede al análisis del proyecto en su conjunto; para esto, se realizado un paso preliminar, el cual consiste en la depuración de la matriz de Importancia, con la finalidad de descartar los impactos menores y no significativos. Para seleccionar los impactos a ser eliminados, se consideran aquellos que no sobrepasan el umbral mínimo de importancia, es decir, aquellos que pueden ser considerados como Irrelevantes, los cuales presentan un valor de Importancia menor a 25, o bien, aquellos que sean considerados sumamente importantes y determinantes, los cuales no puedan ser minimizados ni atenuados con la introducción de medidas correctoras y que merecen un tratamiento específico.

De acuerdo con lo anterior, y para el caso del Proyecto, una vez realizado el análisis de la Matriz de Importancia, únicamente se descartaron los impactos considerados **Irrelevantes** (Importancia <25), ya que no se tienen impactos de gran importancia que no puedan ser minimizados o atenuados con la ejecución de medidas preventivas, de mitigación y compensación.

Matriz de Valoración Absoluta y Relativa

Considerando que cada factor representa solo una parte del medio ambiente, es necesario llevar a cabo la ponderación de la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente. Con este fin se atribuye a cada factor un peso, expresado en Unidades de Importancia (UIP) distribuidas en mil (1,000) unidades al total de factores ambientales; las cuales toman en cuenta la importancia que tiene cada factor ambiental en el sitio donde se desarrolla el proyecto.

Según la metodología propuesta por Conesa (2013), la asignación de las UIP se estructura dividiendo el sistema ambiental en dos grandes componentes: el Medio Físico y el Medio Socioeconómico-Cultural, a los cuales se asignan 580 UIP y 420 UIP, respectivamente.

Posteriormente, cada uno de estos componentes se subdivide en categorías específicas. En el caso del Medio Físico, se consideran los subsistemas Inerte, Biótico y Perceptual; mientras que para el Medio Socioeconómico-Cultural se contemplan los subsistemas de Territorio, Núcleos, Sociocultural y Económica. Esta distribución se detalla en la Tabla 5.

A partir de esta estructura, los vértices correspondientes a cada nivel jerárquico se desagregan progresivamente en niveles inferiores, conforme a los componentes establecidos en el procedimiento de evaluación ambiental de cada proyecto (Figura No. 1).

Medio		UIP	
Sistema	Subsistema	Sistema	Subsistema
Físico	Inerte	580	300
	Biótico		180
	Perceptual		100
Socioeconómico y Cultural	Territorios	420	100
	Núcleos		100
	Sociocultural		120
	Económico		100
Total		**1,000**	**1,000**

Tabla 5. Asignación de UIP de los Medios.

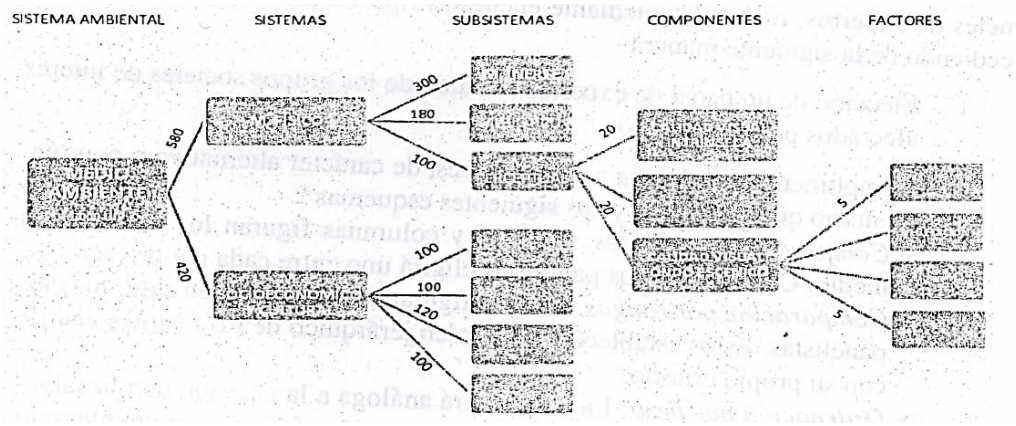


Figura 1. Distribución de UIP entre niveles. Tomado de Conesa (2013).

Para el proyecto en cuestión, se distribuyeron las UIP, de forma tal que, para el Medio Físico, se tienen 580 UIP, y para el Medio Socioeconómico-Cultural, 420 UIP, sumando un total de 1,000 UIP en el sistema. La distribución se aprecia en la siguiente tabla:

Sistema	Subsistema	Componente ambiental	Elemento ambiental	UIP
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera	Calidad del aire	50
			Nivel de ruido	50
			Captura de carbono	50
		Total		**150**
		Suelo	Geomorfología	50
			Erodabilidad	50
		Total		**100**
		Agua	Dinámica de aguas subterráneas	50
		Total		**50**
		Total Subsistema		**300**
	Medio Biótico	Flora	Estrato arbóreo	45

Sistema	Subsistema	Componente ambiental	Elemento ambiental	UIP
			Estrato arbustivo y herbáceo	45
		Total		**90**
		Fauna	Terrestre	45
			Aves	45
		Total		**90**
		Total Subsistema		**180**
	Medio Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística	100
		Total		**100**
		Total Subsistema		**100**
Medio Socioeconómico-Cultural	Medio Sociocultural	Sociedad	Calidad de vida/actividades molestas	210
		Total		**210**
		Total Subsistema		**210**
	Medio Económico	Económico	Generación de empleos	210
		Total		**210**
		Total Subsistema		210
Total del Medio Ambiente				**1000**

Tabla 6. Distribución de Unidades de Importancia Ponderadas.

Valoración relativa

Una vez realizada la ponderación de los distintos factores del medio para el Proyecto, se llevó a cabo la valoración cualitativa, con base a la Importancia (I_{ij}) de los efectos, que cada Acción (A_i) produce en los Factores del medio (F_j). De esta forma, por medio de la suma ponderada de la Importancia de cada elemento tipo, por columna (R_{ij}), nos identificará las acciones más agresivas (valores altos negativos), poco agresivas (valores bajos negativos), y las beneficiosos (valores positivos), pudiendo analizarse sus efectos en los subsistemas.

De la misma forma, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas (I_{Ri}), indicará los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida por el desarrollo de las actividades, considerando el peso específico, o bien, por el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio.

La importancia relativa total de los efectos causados en los distintos componentes de y subsistemas que componen la matriz de Impacto (I_{RCm}), se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas.

Por lo tanto, una vez efectuada la valoración cuantitativa con base a la importancia (I_{ij}) de los efectos que cada Acción (A_i) de la actividad produce sobre cada factor (F_j) en el medio, se puede proceder a la valoración del efecto total que la Acción produce sobre los componentes, subsistemas, etc.

Valoración Absoluta

La valoración absoluta se obtiene por medio de la suma algebraica de la importancia del impacto en cada elemento tipo por columnas (I_i). De la misma forma que al realizar la valoración relativa, por medio de la suma algebraica de los impactos por filas I_j, se obtiene los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida.

Para cada columna y fila, por medio de la adición algebraica vendrán indicadas los efectos totales causados en los distintos componentes, subsistemas y sistemas dentro de la matriz de impacto.

- **Matriz de Identificación de Impactos**

Matriz de Identificación de Impactos					Actividades																	
					P.S.	CUSTF					M.P.M.O.									S.A.	A.S.	
Simbología: X = Impactos potenciales o significativos **Abreviaciones:** Preparación del Sitio (P.S.); Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación (M.P.M.O.); Supervisión Ambiental (S.A.); Abandono del Sitio (A.S.)					Trazo y delimitación del área del Proyecto	Medición, cuantificación y marqueo del arbolado a derribar	Desmonte y deshierbe de la vegetación	Derribo y desrame del arbolado	Troceo y aprovechamiento de los productos maderables	Despalme de la vegetación	Capacitación y Concientización Ambiental	Manejo Integral de Residuos	Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo	Seguridad e Higiene	Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	Obras de Conservación de Suelo y Agua	Reforestación	Programa de Rescate y Reubicación de Flora	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	Supervisión ambiental	Retiro de Materiales, Equipo y Maquinaria	Desmantelamiento de Obras Provisionales
Sistema	**Subsistema**	**Componente ambiental**	**Elemento ambiental**		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera	Calidad del aire	1			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X			X	X	
			Nivel de ruido	2			X	X	X	X	X		X		X					X	X	X
			Captura de carbono	3				X		X							X			X		
		Suelo	Geomorfología	4				X		X							X			X		
			Erodabilidad	5			X	X		X										X		
		Agua	Dinámica de aguas superficiales y subterráneas	6			X	X		X	X	X		X		X	X			X		
	Medio Biótico	Flora	Estrato arbóreo	7		X		X	X		X	X		X		X	X	X		X		
			Estrato arbustivo y herbáceo	8	X		X				X	X		X				X		X		
		Fauna	Terrestre	9	X		X	X		X	X	X		X			X		X	X		
			Aves	10			X	X		X	X	X		X			X		X	X		
	Medio Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística	11			X	X		X				X			X	X		X	X	X
Medio Socioeconómico	Medio Sociocultural	Sociedad	Calidad de vida/actividades molestas	12			X	X		X	X	X	X		X					X		
	Medio Económico	Económico	Generación de empleos	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Matriz de Identificación de Impactos					Actividades																	
					P.S.	CUSTF					M.P.M.O.									S.A.	A.S.	
Simbología: $I_{I,J}$ = Impacto Ambiental Seleccionado I = Columna de Acciones J = Factores Implicados **Abreviaciones:** Preparación del Sitio (P.S.); Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación (M.P.M.O.); Supervisión Ambiental (S.A.); Abandono del Sitio (A.S.)					Trazo y delimitación del área del Proyecto	Medición, cuantificación y marqueo del arbolado a derribar	Desmonte y deshierbe de la vegetación	Derribo y desrame del arbolado	Troceo y aprovechamiento de los productos maderables	Despalme de la vegetación	Capacitación y Concientización Ambiental	Manejo Integral de Residuos	Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo	Seguridad e Higiene	Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	Obras de Conservación de Suelo y Agua	Reforestación	Programa de Rescate y Reubicación de Flora	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	Supervisión ambiental	Retiro de Materiales, Equipo y Maquinaria	Desmantelamiento de Obras Provisionales
Sistema	**Subsistema**	**Componente ambiental**	**Elemento ambiental**		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera	Calidad del aire	1			$I_{3,1}$	$I_{4,1}$	$I_{5,1}$	$I_{6,1}$	$I_{7,1}$		$I_{9,1}$	I10,1	$I_{11,1}$		$I_{13,1}$			$I_{16,1}$	$I_{17,1}$	
			Nivel de ruido	2			$I_{3,2}$	$I_{4,2}$	$I_{5,2}$	$I_{6,2}$	$I_{7,2}$		$I_{9,2}$		$I_{11,2}$					$I_{16,2}$	$I_{17,2}$	$I_{18,2}$
			Captura de carbono	3				$I_{4,3}$		$I_{6,3}$							$I_{13,3}$			$I_{16,3}$		
		Suelo	Geomorfología	4				$I_{4,4}$		$I_{6,4}$							$I_{13,4}$			$I_{16,4}$		
			Erodabilidad	5			$I_{3,5}$	$I_{4,5}$		$I_{6,5}$						$I_{12,5}$	$I_{13,5}$			$I_{16,5}$		
		Agua	Dinámica de aguas superficiales y subterráneas	6			$I_{3,6}$	$I_{4,6}$		$I_{6,6}$	$I_{7,6}$	$I_{8,6}$		$I_{10,6}$		$I_{12,6}$	$I_{13,6}$			$I_{16,6}$		
	Medio Biótico	Flora	Estrato arbóreo	7		$I_{2,7}$		$I_{4,7}$	$I_{5,7}$		$I_{7,7}$	$I_{8,7}$		$I_{10,7}$			$I_{13,7}$	$I_{14,7}$		$I_{16,7}$		
			Estrato arbustivo y herbáceo	8	$I_{1,8}$		$I_{3,8}$				$I_{7,8}$	$I_{8,8}$		$I_{10,8}$				$I_{14,8}$		$I_{16,8}$		
		Fauna	Terrestre	9	$I_{1,9}$		$I_{3,9}$	$I_{4,9}$		$I_{6,9}$	$I_{7,9}$	$I_{8,9}$		$I_{10,9}$			$I_{13,9}$		$I_{15,9}$	$I_{16,9}$		
			Aves	10			$I_{3,10}$	$I_{4,10}$		$I_{6,10}$	$I_{7,10}$	$I_{8,10}$		$I_{10,10}$			$I_{13,10}$		$I_{15,10}$	$I_{16,10}$		
	Medio Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística	11			$I_{3,11}$	$I_{4,11}$		$I_{6,11}$							$I_{13,11}$	$I_{14,11}$		$I_{16,11}$	$I_{17,11}$	$I_{18,11}$
Medio Socioeconómico	Medio Sociocultural	Sociedad	Calidad de vida/actividades molestas	12			$I_{3,12}$	$I_{4,12}$		$I_{6,12}$	$I_{7,12}$	$I_{8,12}$	$I_{9,12}$	$I_{10,12}$	$I_{11,12}$					$I_{16,12}$		
	Medio Económico	Económico	Generación de empleos	13	$I_{1,13}$	$I_{2,13}$	$I_{3,13}$	$I_{4,13}$	$I_{5,13}$	$I_{6,13}$	$I_{7,13}$	$I_{8,13}$	$I_{9,13}$	$I_{10,13}$	$I_{11,13}$	$I_{12,13}$	$I_{13,13}$	$I_{14,13}$	$I_{15,13}$	$I_{16,13}$	$I_{17,13}$	$I_{18,13}$

- **Valoración de Impactos Ambientales**

Atributos	Impactos (Parte 1)																						
	$I_{1,8}$	$I_{1,9}$	$I_{1,13}$	$I_{2,7}$	$I_{2,13}$	$I_{3,1}$	$I_{3,2}$	$I_{3,5}$	$I_{3,6}$	$I_{3,8}$	$I_{3,9}$	$I_{3,10}$	$I_{3,11}$	$I_{3,12}$	$I_{3,13}$	$I_{4,1}$	$I_{4,2}$	$I_{4,3}$	$I_{4,4}$	$I_{4,5}$	$I_{4,6}$	$I_{4,7}$	$I_{4,9}$
Naturaleza	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Intensidad	1	1	2	1	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	2	4	4
Extensión	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
Momento	4	4	4	4	4	2	2	2	2	4	4	4	2	4	4	2	2	3	2	2	2	4	4
Persistencia	1	1	2	1	2	2	2	4	4	4	4	2	4	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4
Reversibilidad	1	1	1	2	1	1	1	2	2	4	2	1	2	1	1	1	1	4	2	2	2	4	2
Sinergia	1	1	2	2	2	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	2	2
Acumulación	1	1	4	1	4	1	1	4	4	4	4	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	4	4
Efecto	4	1	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1	1	4	1	1	1	4	4
Periodicidad	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1
Recuperabilidad	1	1	1	2	1	1	2	4	4	2	2	2	2	2	1	1	2	4	2	4	4	4	2
Importancia	**-19**	**+18**	**+30**	**-24**	**+36**	**-21**	**-23**	**-38**	**-32**	**-42**	**-39**	**-36**	**-38**	**-34**	**+36**	**-21**	**-23**	**-41**	**-36**	**-38**	**-32**	**-44**	**-39**

Atributos	Impactos (Parte 2)																						
	$I_{4,10}$	$I_{4,11}$	$I_{4,12}$	$I_{4,13}$	$I_{5,1}$	$I_{5,2}$	$I_{5,7}$	$I_{5,13}$	$I_{6,1}$	$I_{6,2}$	$I_{6,3}$	$I_{6,4}$	$I_{6,5}$	$I_{6,6}$	$I_{6,9}$	$I_{6,10}$	$I_{6,11}$	$I_{6,12}$	$I_{6,13}$	$I_{7,1}$	$I_{7,2}$	$I_{7,6}$	$I_{7,7}$
Naturaleza	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Intensidad	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	4	4	4	2	1	1	4	2	4	1	1	2	2
Extensión	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	1	4	4	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2
Momento	4	2	4	4	2	4	4	4	4	4	3	1	1	1	2	2	2	4	4	2	2	4	4
Persistencia	2	4	2	2	2	2	4	2	2	2	4	4	4	4	4	1	4	2	2	1	1	3	2
Reversibilidad	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	4	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Sinergia	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Acumulación	4	4	1	4	1	1	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	1	4	1	1	1	1
Efecto	4	4	4	4	1	4	4	4	1	4	4	1	1	1	4	1	4	4	4	1	1	2	2
Periodicidad	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Recuperabilidad	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	4	2	4	4	2	2	2	2	1	1	1	2	2
Importancia	**-36**	**-38**	**-34**	**+36**	**-20**	**-32**	**-42**	**+40**	**-32**	**-26**	**-41**	**-40**	**-44**	**-29**	**-28**	**-21**	**-38**	**-28**	**+40**	**+18**	**+18**	**+27**	**+26**

Atributos	Impactos (Parte 3)																						
	$I_{7,8}$	$I_{7,9}$	$I_{7,10}$	$I_{7,12}$	$I_{7,13}$	$I_{8,6}$	$I_{8,7}$	$I_{8,8}$	$I_{8,9}$	$I_{8,10}$	$I_{8,12}$	$I_{8,13}$	$I_{9,1}$	$I_{9,2}$	$I_{9,12}$	$I_{9,13}$	$I_{10,1}$	$I_{10,6}$	$I_{10,7}$	$I_{10,8}$	$I_{10,9}$	$I_{10,10}$	$I_{10,12}$
Naturaleza	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Intensidad	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	4	4	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Extensión	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2
Momento	4	4	4	2	4	1	1	1	4	4	4	4	2	2	1	4	1	1	4	4	4	4	1
Persistencia	2	2	2	1	4	4	4	4	4	4	2	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2
Reversibilidad	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2
Sinergia	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2
Acumulación	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2
Efecto	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2
Periodicidad	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2
Recuperabilidad	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Importancia	**+26**	**+26**	**+26**	**+17**	**+22**	**+24**	**+26**	**+26**	**+29**	**+29**	**+27**	**+22**	**+31**	**+31**	**+21**	**+22**	**+15**	**+18**	**+21**	**+21**	**+21**	**+21**	**+25**

Atributos	Impactos (Parte 4)																						
	$I_{10,13}$	$I_{11,1}$	$I_{11,2}$	$I_{11,12}$	$I_{11,13}$	$I_{12,5}$	$I_{12,6}$	$I_{12,13}$	$I_{13,1}$	$I_{13,3}$	$I_{13,4}$	$I_{13,5}$	$I_{13,6}$	$I_{13,7}$	$I_{13,9}$	$I_{13,10}$	$I_{13,11}$	$I_{13,13}$	$I_{14,7}$	$I_{14,8}$	$I_{14,11}$	$I_{14,13}$	$I_{15,9}$
Naturaleza	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Intensidad	1	4	4	1	1	2	4	1	2	4	2	4	4	4	2	2	2	2	4	4	2	4	4
Extensión	1	2	2	1	1	4	1	1	2	2	1	4	4	4	1	4	4	4	2	2	2	2	2
Momento	4	4	4	2	4	1	1	4	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	4	4	1	4	4
Persistencia	4	2	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	2	1	2	2
Reversibilidad	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
Sinergia	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2
Acumulación	1	2	2	1	1	1	1	1	1	4	4	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Efecto	2	4	4	2	2	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4
Periodicidad	2	4	4	2	2	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4
Recuperabilidad	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1	1
Importancia	**+22**	**+37**	**+37**	**+17**	**+22**	**+34**	**+34**	**+22**	**+33**	**+42**	**+34**	**+42**	**+42**	**+40**	**+30**	**+36**	**+35**	**+36**	**+37**	**+37**	**+21**	**+34**	**+37**

Atributos	Impactos (Parte 5)																					
	$I_{15,10}$	$I_{15,13}$	$I_{16,1}$	$I_{16,2}$	$I_{16,3}$	$I_{16,4}$	$I_{16,5}$	$I_{16,6}$	$I_{16,7}$	$I_{16,8}$	$I_{16,9}$	$I_{16,10}$	$I_{16,11}$	$I_{16,12}$	$I_{16,13}$	$I_{17,1}$	$I_{17,2}$	$I_{17,11}$	$I_{17,13}$	$I_{18,2}$	$I_{18,11}$	$I_{18,13}$
Naturaleza	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
Intensidad	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Extensión	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1
Momento	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4
Persistencia	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	4	2	1	4	4	1	4	2
Reversibilidad	2	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	4	2	4	1	2	4	4
Sinergia	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1
Acumulación	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1
Efecto	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	4	4	1	4	4
Periodicidad	4	2	4	4	2	2	2	2	4	4	4	4	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1
Recuperabilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Importancia	**+37**	**+34**	**25**	**24**	**+18**	**+18**	**+20**	**+19**	**+24**	**+24**	**+24**	**+24**	**+21**	**+17**	**+30**	**+24**	**-17**	**+27**	**+27**	**-17**	**+27**	**+23**

- **Matriz de Importancia**

Matriz de Importancia					Actividades																		
					P.S.	CUSTF					M.P.M.O.									S.A.	A.S.		
Valoración de Importancia: Irrelevantes: Inferiores a 25 Moderados: Valores entre 25 y 50. Severos: Valores entre 50 y 75. Críticos: Valores superiores a 75. **Abreviaciones:** Preparación del Sitio (P.S.); Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación (M.P.M.O.); Supervisión Ambiental (S.A.); Abandono del Sitio (A.S.)					Trazo y delimitación del área del Proyecto	Medición, cuantificación y marqueo del arbolado a derribar	Desmonte y deshierbe de la vegetación	Derribo y desrame del arbolado	Troceo y aprovechamiento de los productos maderables	Despalme de la vegetación	Capacitación y Concientización Ambiental	Manejo Integral de Residuos	Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo	Seguridad e Higiene	Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	Obras de Conservación de Suelo y Agua	Reforestación	Programa de Rescate y Reubicación de Flora	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	Supervisión ambiental	Retiro de Materiales, Equipo y Maquinaria	Desmantelamiento de Obras Provisionales
Sistema	**Subsistema**	**Componente ambiental**	**Elemento ambiental**		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera	Calidad del aire	1			**-21**	**-21**	**-20**	**-32**	**+18**		**+31**	**+15**	**+37**		**+33**			**25**	**+24**	
			Nivel de ruido	2			**-38**	**-23**	**-32**	**-26**	**+18**		**+31**		**+37**					**24**	**-17**	**-17**
			Captura de carbono	3				**-41**		**-41**							**+42**			**+18**		
		Suelo	Geomorfología	4				**-36**		**-40**							**+34**			**+18**		
			Erodabilidad	5			**-38**	**-38**		**-44**						**+34**	**+42**			**+20**		
		Agua	Dinámica de aguas superficiales y subterráneas	6			**-32**	**-32**		**-29**	**+27**	**+24**		**+18**		**+34**	**+42**			**+19**		
	Medio Biótico	Flora	Estrato arbóreo	7		**-24**		**-44**	**-42**		**+26**	**+26**		**+21**			**+40**	**+37**		**+24**		
			Estrato arbustivo y herbáceo	8	**-19**		**-42**				**+26**	**+26**		**+21**				**+37**		**+24**		
		Fauna	Terrestre	9	**+18**		**-39**	**-39**		**-28**	**+26**	**+29**		**+21**			**+30**		**+37**	**+24**		
			Aves	10			**-36**	**-36**		**-21**	**+26**	**+29**		**+21**			**+36**		**+37**	**+24**		
	Medio Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística	11			**-38**	**-38**		**-38**							**+35**	**+21**		**+21**	**+27**	**+27**
Medio Socioeconómico	Medio Sociocultural	Sociedad	Calidad de vida/actividades molestas	12			**-34**	**-34**		**-28**	**+17**	**+27**	**+21**	**+25**	**+17**					**+17**		
	Medio Económico	Económico	Generación de empleos	13	**+30**	**+36**	**+36**	**+36**	**+40**	**+40**	**+22**	**+22**	**+22**	**+22**	**+22**	**+22**	**+36**	**+34**	**+34**	**+30**	**+27**	**+23**

- **Matriz de Importancia Depurada**

Matriz de Importancia Depurada					Actividades																	
					P.S.	CUSTF					M.P.M.O.									S.A.	A.S.	
Valoración de Importancia: Moderados: Valores entre 25 y 50. Severos: Valores entre 50 y 75. Críticos: Valores superiores a 75 **Abreviaciones:** Preparación del Sitio (P.S.); Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación (M.P.M.O.); Supervisión Ambiental (S.A.); Abandono del Sitio (A.S.)					Trazo y delimitación del área del Proyecto	Medición, cuantificación y marqueo del arbolado a derribar	Desmonte y deshierbe de la vegetación	Derribo y desrame del arbolado	Troceo y aprovechamiento de los productos maderables	Despalme de la vegetación	Capacitación y Concientización Ambiental	Manejo Integral de Residuos	Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo	Seguridad e Higiene	Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	Obras de Conservación de Suelo y Agua	Reforestación	Programa de Rescate y Reubicación de Flora	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	Supervisión ambiental	Retiro de Materiales, Equipo y Maquinaria	Desmantelamiento de Obras Provisionales
Sistema	**Subsistema**	**Componente ambiental**	**Elemento ambiental**		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera	Calidad del aire	1						**-32**			**31**		**37**		**33**			**25**		
			Nivel de ruido	2			**-38**		**-32**	**-26**			**31**		**37**							
			Captura de carbono	3				**-41**		**-41**							**42**					
		Suelo	Geomorfología	4				**-36**		**-40**							**34**					
			Erodabilidad	5			**-38**	**-38**		**-44**						**34**	**42**					
		Agua	Dinámica de aguas superficiales y subterráneas	6			**-32**	**-32**		**-29**	**27**					**34**	**42**					
	Medio Biótico	Flora	Estrato arbóreo	7				**-44**	**-42**		**26**	**26**					**40**	**37**				
			Estrato arbustivo y herbáceo	8			**-42**				**26**	**26**						**37**				
		Fauna	Terrestre	9			**-39**	**-39**		**-28**	**26**	**29**					**30**		**37**			
			Aves	10			**-36**	**-36**			**26**	**29**					**36**		**37**			
	Medio Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística	11			**-38**	**-38**		**-38**							**35**				**27**	**27**
Medio Socioeconómico	Medio Sociocultural	Sociedad	Calidad de vida/actividades molestas	12			**-34**	**-34**		**-28**		**27**		**25**								
	Medio Económico	Económico	Generación de empleos	13	**30**	**36**	**36**	**36**	**40**	**40**							**36**	**34**	**34**	**30**	**27**	

- **Matriz de Importancia de Valoración Cualitativa**

Matriz de Importancia de Valoración Cualitativa (Parte 1)						Actividades										
						P.S.			CUSTF							
Abreviaciones: Preparación del Sitio (P.S.); Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación (M.P.M.O.); Supervisión Ambiental (S.A.); Abandono del Sitio (A.S.)						Trazo y delimitación del área del Proyecto	**Total de la Etapa**		Medición, cuantificación y marqueo del arbolado a derribar	Desmonte y deshierbe de la vegetación	Derribo y desrame del arbolado	Troceo y aprovechamiento de los productos maderables	Despalme de la vegetación	**Total de la Etapa**	
Sistema	**Subsistema**	**Componente ambiental**	**Elemento ambiental**		**UIP**	1	**Abs.**	**Rel.**	2	3	4	5	6	**Abs.**	**Rel.**
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera	Calidad del aire	1	50		**0.0**	**0.0**					-32.0	**-32.0**	**-10.7**
			Nivel de ruido	2	50		**0.0**	**0.0**		-38.0		-32.0	-26.0	**-96.0**	**-32.0**
			Captura de carbono	3	50		**0.0**	**0.0**			-41.0		-41.0	**-82.0**	**-27.3**
		Total Atmósfera	**Absoluto**		**150**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**-38.0**	**-41.0**	**-32.0**	**-99.0**	**-210.0**	**--**
			Relativo		**0.15**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**-12.7**	**-13.7**	**-10.7**	**-33.0**	**--**	**-1.4**
		Suelo	Geomorfología	4	50		**0.0**	**0.0**			-36.0		-40.0	**-76.0**	**-25.3**
			Erodabilidad	5	50		**0.0**	**0.0**		-38.0	-38.0		-44.0	**-120.0**	**-40.0**
		Total Suelo	**Absoluto**		**100**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**-38.0**	**-74.0**	**0.0**	**-84.0**	**-196.0**	**--**
			Relativo		**0.1**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**-19.0**	**-37.0**	**0.0**	**-42.0**	**--**	**-2.0**
		Agua	Dinámica de aguas superficiales y subterráneas	6	50		**0.0**	**0.0**		-32.0	-32.0		-29.0	**-93.0**	**-31.0**
		Total Agua	**Absoluto**		**50**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**-32.0**	**-32.0**	**0.0**	**-29.0**	**-93.0**	**--**
			Relativo		**0.05**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**-32.0**	**-32.0**	**0.0**	**-29.0**	**--**	**-1.9**
	Total del Medio Inerte		**Absoluto**		**300**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**-108.0**	**-147.0**	**-32.0**	**-212.0**	**-499.0**	**--**
			Relativo		**0.3**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**-18.0**	**-24.5**	**-5.3**	**-35.3**	**--**	**-5.2**
	Medio Biótico	Flora	Estrato arbóreo	7	45		**0.0**	**0.0**			-44.0	-42.0		**-86.0**	**-25.8**
			Estrato arbustivo y herbáceo	8	45		**0.0**	**0.0**		-42.0				**-42.0**	**-12.6**
		Total Flora	**Absoluto**		**90**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**-42.0**	**-44.0**	**-42.0**	**0.0**	**-128.0**	**--**
			Relativo		**0.09**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**-21.0**	**-22.0**	**-21.0**	**0.0**	**--**	**0.0**
		Fauna	Terrestre	9	45		**0.0**	**0.0**		-39.0	-39.0		-28.0	**-106.0**	**-31.8**
			Aves	10	45		**0.0**	**0.0**		-36.0	-36.0			**-72.0**	**-21.6**
		Total Fauna	**Absoluto**		**90**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**-75.0**	**-75.0**	**0.0**	**-28.0**	**-178.0**	**--**
			Relativo		**0.09**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**-37.5**	**-37.5**	**0.0**	**-14.0**	**---**	**-2.0**
	Total del Medio Biótico		**Absoluto**		**180**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**-117.0**	**-119.0**	**-42.0**	**-28.0**	**-306.0**	**--**
			Relativo		**0.18**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**-29.3**	**-29.8**	**-10.5**	**-7.0**	**--**	**-2.0**

Matriz de Importancia de Valoración Cualitativa (Parte 1)					Actividades										
					P.S.			CUSTF							
Abreviaciones: Preparación del Sitio (P.S.); Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación (M.P.M.O.); Supervisión Ambiental (S.A.); Abandono del Sitio (A.S.)					Trazo y delimitación del área del Proyecto	**Total de la Etapa**		Medición, cuantificación y marqueo del arbolado a derribar	Desmonte y deshierbe de la vegetación	Derribo y desrame del arbolado	Troceo y aprovechamiento de los productos maderables	Despalme de la vegetación	**Total de la Etapa**	
Sistema	**Subsistema**	**Componente ambiental**	**Elemento ambiental**	**UIP**	1	**Abs.**	**Rel.**	2	3	4	5	6	**Abs.**	**Rel.**
	Medio Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística 11	100		**0.0**	**0.0**		-38.0	-38.0		-38.0	**-114.0**	**-76.0**
		Total Paisaje	**Absoluto**	**100**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**-38.0**	**-38.0**	**0.0**	**-38.0**	**-114.0**	**--**
			Relativo	**0.1**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**-38.0**	**-38.0**	**0.0**	**-38.0**	**--**	**-1.1**
	Total del Medio Perceptual		**Absoluto**	**100**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**-38.0**	**-38.0**	**0.0**	**-38.0**	**-114.0**	**--**
			Relativo	**0.1**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**-38.0**	**-38.0**	**0.0**	**-38.0**	**--**	**-1.1**
Total del Medio Físico			**Absoluto**	**580**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**-263.0**	**-304.0**	**-74.0**	**-278.0**	**-919.0**	**--**
			Relativo	**0.58**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**-24.9**	**-28.5**	**-6.0**	**-27.0**	**--**	**-8.3**
Medio Socioeconómico	Medio Sociocultural	Sociedad	Calidad de vida/actividades molestas 12	210		**0.0**	**0.0**		-34.0	-34.0		-28.0	**-96.0**	**-134.4**
		Total Sociedad	**Absoluto**	**210**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**-34.0**	**-34.0**	**0.0**	**-28.0**	**-96.0**	**--**
			Relativo	**0.21**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**-34.0**	**-34.0**	**0.0**	**-28.0**	**--**	**-0.5**
	Total del Medio Sociocultural		**Absoluto**	**210**	0.0	**0.0**	**--**	**0.0**	**-34.0**	**-34.0**	**0.0**	**-28.0**	**-96.0**	**--**
			Relativo	**0.21**	0.0	**--**	**0.0**	**0.0**	**-34.0**	**-34.0**	**0.0**	**-28.0**	**--**	**-0.5**
	Medio Económico	Económico	Generación de empleos 13	210	30.0	**30.0**	**42.0**	36.0	36.0	36.0	40.0	40.0	**188.0**	**263.2**
		Total Económico	**Absoluto**	**210**	**30.0**	**30.0**	**--**	**36.0**	**36.0**	**36.0**	**40.0**	**40.0**	**188.0**	**--**
			Relativo	**0.21**	**30.0**	**--**	**0.1**	**36.0**	**36.0**	**36.0**	**40.0**	**40.0**	**--**	**0.9**
	Total del Medio Económico		**Absoluto**	**210**	**30.0**	**30.0**	**--**	**36.0**	**36.0**	**36.0**	**40.0**	**40.0**	**188.0**	**--**
			Relativo	**0.21**	**30.0**	**--**	**0.1**	**36.0**	**36.0**	**36.0**	**40.0**	**40.0**	**--**	**0.9**
Total del Medio Socioeconómico			**Absoluto**	**420**	**30.0**	**30.0**	**--**	**36.0**	**2.0**	**2.0**	**40.0**	**12.0**	**92.0**	**--**
			Relativo	**0.42**	**15.0**	**--**	**0.1**	**18.0**	**1.0**	**1.0**	**20.0**	**6.0**	**--**	**0.4**
Total del Medio Ambiente			**Absoluto**	**1000**	**30.0**	**30.0**	**--**	**36.0**	**-261.0**	**-302.0**	**-34.0**	**-266.0**	**-827.0**	**--**
			Relativo	**1.00**	**6.3**	**--**	**0.1**	**7.6**	**-14.0**	**-16.1**	**4.9**	**-13.1**	**--**	**-7.9**

Matriz de Importancia de Valoración Cualitativa (Parte 2)						Actividades										
						M.P.M.O.										
Abreviaciones: Preparación del Sitio (P.S.); Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación (M.P.M.O.); Supervisión Ambiental (S.A.); Abandono del Sitio (A.S.)						Capacitación y Concientización Ambiental	Manejo Integral de Residuos	Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo	Seguridad e Higiene	Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	Obras de Conservación de Suelo y Agua	Reforestación	Programa de Rescate y Reubicación de Flora	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	**Total de la Etapa**	
Sistema	**Subsistema**	**Componente ambiental**	**Elemento ambiental**		**UIP**	7	8	9	10	11	12	13	14	15	**Abs.**	**Rel.**
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera	Calidad del aire	1	50			31.0		37.0		33.0			**101.0**	**33.7**
			Nivel de ruido	2	50			31.0		37.0					**68.0**	**22.7**
			Captura de carbono	3	50							42.0			**42.0**	**14.0**
		Total Atmósfera	**Absoluto**		**150**	**0.0**	**0.0**	**62.0**	**0.0**	**74.0**	**0.0**	**75.0**	**0.0**	**0.0**	**211.0**	**--**
			Relativo		**0.15**	**0.0**	**0.0**	**20.7**	**0.0**	**24.7**	**0.0**	**25.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**1.4**
		Suelo	Geomorfología	4	50							34.0			**34.0**	**11.3**
			Erodabilidad	5	50						34.0	42.0			**76.0**	**25.3**
		Total Suelo	**Absoluto**		**100**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**34.0**	**76.0**	**0.0**	**0.0**	**110.0**	**--**
			Relativo		**0.1**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**17.0**	**38.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**1.1**
		Agua	Dinámica de aguas superficiales y subterráneas	6	50	27.0					34.0	42.0			**103.0**	**34.3**
		Total Agua	**Absoluto**		**50**	**27.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**34.0**	**42.0**	**0.0**	**0.0**	**103.0**	**--**
			Relativo		**0.05**	**27.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**34.0**	**42.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**2.1**
	Total del Medio Inerte		**Absoluto**		**300**	**27.0**	**0.0**	**62.0**	**0.0**	**74.0**	**68.0**	**193.0**	**0.0**	**0.0**	**424.0**	**--**
			Relativo		**0.3**	**4.5**	**0.0**	**10.3**	**0.0**	**12.3**	**11.3**	**32.2**	**0.0**	**0.0**	**--**	**4.6**
	Medio Biótico	Flora	Estrato arbóreo	7	45	26.0	26.0					40.0	37.0		**129.0**	**38.7**
			Estrato arbustivo y herbáceo	8	45	26.0	26.0						37.0		**89.0**	**26.7**
		Total Flora	**Absoluto**		**90**	**52.0**	**52.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**40.0**	**74.0**	**0.0**	**218.0**	**--**
			Relativo		**0.09**	**26.0**	**26.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**20.0**	**37.0**	**0.0**	**--**	**2.4**
		Fauna	Terrestre	9	45	26.0	29.0					30.0		37.0	**122.0**	**36.6**
			Aves	10	45	26.0	29.0					36.0		37.0	**128.0**	**38.4**
		Total Fauna	**Absoluto**		**90**	**52.0**	**58.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**66.0**	**0.0**	**74.0**	**250.0**	**--**
			Relativo		**0.09**	**26.0**	**29.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**33.0**	**0.0**	**37.0**	**--**	**2.8**
	Total del Medio Biótico		**Absoluto**		**180**	**104.0**	**110.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**106.0**	**74.0**	**74.0**	**468.0**	**--**
			Relativo		**0.18**	**26.0**	**27.5**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**26.5**	**18.5**	**18.5**	**--**	**5.2**

Matriz de Importancia de Valoración Cualitativa (Parte 2)					Actividades										
					M.P.M.O.										
Abreviaciones: Preparación del Sitio (P.S.); Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación (M.P.M.O.); Supervisión Ambiental (S.A.); Abandono del Sitio (A.S.)					Capacitación y Concientización Ambiental	Manejo Integral de Residuos	Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo	Seguridad e Higiene	Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	Obras de Conservación de Suelo y Agua	Reforestación	Programa de Rescate y Reubicación de Flora	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	**Total de la Etapa**	
Sistema	**Subsistema**	**Componente ambiental**	**Elemento ambiental**	**UIP**	7	8	9	10	11	12	13	14	15	**Abs.**	**Rel.**
	Medio Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística 11	100							35.0			**35.0**	**23.3**
		Total Paisaje	**Absoluto**	**100**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**35.0**	**0.0**	**0.0**	**35.0**	**--**
			Relativo	**0.1**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**35.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.4**
	Total del Medio Perceptual		**Absoluto**	**100**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**35.0**	**0.0**	**0.0**	**35.0**	**--**
			Relativo	**0.1**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**35.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.4**
Total del Medio Físico			**Absoluto**	**580**	**131.0**	**110.0**	**62.0**	**0.0**	**74.0**	**68.0**	**334.0**	**74.0**	**74.0**	**927.0**	**--**
			Relativo	**0.58**	**10.4**	**8.5**	**5.3**	**0.0**	**6.4**	**5.9**	**30.9**	**5.7**	**5.7**	**--**	**10.1**
Medio Socioeconómico	Medio Sociocultural	Sociedad	Calidad de vida/actividades molestas 12	210		27.0		25.0						**52.0**	**72.8**
		Total Sociedad	**Absoluto**	**210**	**0.0**	**27.0**	**0.0**	**25.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**52.0**	**--**
			Relativo	**0.21**	**0.0**	**27.0**	**0.0**	**25.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.2**
	Total del Medio Sociocultural		**Absoluto**	**210**	**0.0**	**27.0**	**0.0**	**25.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**52.0**	**--**
			Relativo	**0.21**	**0.0**	**27.0**	**0.0**	**25.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.2**
	Medio Económico	Económico	Generación de empleos 13	210							36.0	34.0	34.0	**104.0**	**145.6**
		Total Económico	**Absoluto**	**210**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**36.0**	**34.0**	**34.0**	**104.0**	**--**
			Relativo	**0.21**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**36.0**	**34.0**	**34.0**	**--**	**0.5**
	Total del Medio Económico		**Absoluto**	**210**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**36.0**	**34.0**	**34.0**	**104.0**	**--**
			Relativo	**0.21**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**36.0**	**34.0**	**34.0**	**--**	**0.5**
Total del Medio Socioeconómico			**Absoluto**	**420**	**0.0**	**27.0**	**0.0**	**25.0**	**0.0**	**0.0**	**36.0**	**34.0**	**34.0**	**156.0**	**--**
			Relativo	**0.42**	**0.0**	**13.5**	**0.0**	**12.5**	**0.0**	**0.0**	**18.0**	**17.0**	**17.0**	**--**	**0.7**
Total del Medio Ambiente			**Absoluto**	**1000**	**131.0**	**137.0**	**62.0**	**25.0**	**74.0**	**68.0**	**370.0**	**108.0**	**108.0**	**1083.0**	**--**
			Relativo	**1.00**	**6.0**	**10.6**	**3.1**	**5.3**	**3.7**	**3.4**	**25.5**	**10.5**	**10.5**	**--**	**10.9**

Matriz de Importancia de Valoración Cualitativa (Parte 3)						Actividades						
						S.A.			A.S.			
Abreviaciones: Preparación del Sitio (P.S.); Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación (M.P.M.O.); Supervisión Ambiental (S.A.); Abandono del Sitio (A.S.)						Supervisión ambiental	**Total de la Etapa**		Retiro de Materiales, Equipo y Maquinaria	Desmantelamiento de Obras Provisionales	**Total de la Etapa**	
Sistema	**Subsistema**	**Componente ambiental**	**Elemento ambiental**		**UIP**	16	**Abs.**	**Rel.**	17	18	**Abs.**	**Rel.**
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera	Calidad del aire	1	50	25.0	**25.0**	**8.3**			**0.0**	**0.0**
			Nivel de ruido	2	50		**0.0**	**0.0**			**0.0**	**0.0**
			Captura de carbono	3	50		**0.0**	**0.0**			**0.0**	**0.0**
		Total Atmósfera	**Absoluto**		**150**	**25.0**	**25.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**
			Relativo		**0.15**	**8.3**	**--**	**0.2**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**
		Suelo	Geomorfología	4	50		**0.0**	**0.0**			**0.0**	**0.0**
			Erodabilidad	5	50		**0.0**	**0.0**			**0.0**	**0.0**
		Total Suelo	**Absoluto**		**100**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**
			Relativo		**0.1**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**
		Agua	Dinámica de aguas superficiales y subterráneas	6	50		**0.0**	**0.0**			**0.0**	**0.0**
		Total Agua	**Absoluto**		**50**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**
			Relativo		**0.05**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**
	Total del Medio Inerte		**Absoluto**		**300**	**25.0**	**25.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**
			Relativo		**0.3**	**4.2**	**--**	**0.1**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**
	Medio Biótico	Flora	Estrato arbóreo	7	45		**0.0**	**0.0**			**0.0**	**0.0**
			Estrato arbustivo y herbáceo	8	45		**0.0**	**0.0**			**0.0**	**0.0**
		Total Flora	**Absoluto**		**90**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**
			Relativo		**0.09**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**
		Fauna	Terrestre	9	45		**0.0**	**0.0**			**0.0**	**0.0**
			Aves	10	45		**0.0**	**0.0**			**0.0**	**0.0**
		Total Fauna	**Absoluto**		**90**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**
			Relativo		**0.09**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**
	Total del Medio Biótico		**Absoluto**		**180**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**
			Relativo		**0.18**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**

Matriz de Importancia de Valoración Cualitativa (Parte 3)					Actividades						
					S.A.			A.S.			
Abreviaciones: Preparación del Sitio (P.S.); Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación (M.P.M.O.); Supervisión Ambiental (S.A.); Abandono del Sitio (A.S.)					Supervisión ambiental	**Total de la Etapa**		Retiro de Materiales, Equipo y Maquinaria	Desmantelamiento de Obras Provisionales	**Total de la Etapa**	
Sistema	**Subsistema**	**Componente ambiental**	**Elemento ambiental**	**UIP**	16	**Abs.**	**Rel.**	17	18	**Abs.**	**Rel.**
	Medio Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística 11	100		**0.0**	**0.0**	27.0	27.0	**54.0**	**36.0**
		Total Paisaje	**Absoluto**	**100**	**0.0**	**0.0**	**--**	**27.0**	**27.0**	**54.0**	**--**
			Relativo	**0.1**	**0.0**	**--**	**0.0**	**27.0**	**27.0**	**--**	**0.5**
	Total del Medio Perceptual		**Absoluto**	**100**	**0.0**	**0.0**	**--**	**27.0**	**27.0**	**54.0**	**--**
			Relativo	**0.1**	**0.0**	**--**	**0.0**	**27.0**	**27.0**	**--**	**0.5**
Total del Medio Físico			**Absoluto**	**580**	**25.0**	**25.0**	**--**	**27.0**	**27.0**	**54.0**	**--**
			Relativo	**0.58**	**2.2**	**--**	**0.1**	**4.7**	**4.7**	**--**	**0.5**
Medio Socioeconómico	Medio Sociocultural	Sociedad	Calidad de vida/actividades molestas 12	210		**0.0**	**0.0**			**0.0**	**0.0**
		Total Sociedad	**Absoluto**	**210**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**
			Relativo	**0.21**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**
	Total del Medio Sociocultural		**Absoluto**	**210**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**
			Relativo	**0.21**	**0.0**	**--**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**--**	**0.0**
	Medio Económico	Económico	Generación de empleos 13	210	30.0	**30.0**	**42.0**	27.0		**27.0**	**37.8**
		Total Económico	**Absoluto**	**210**	**30.0**	**30.0**	**--**	**27.0**	**0.0**	**27.0**	**--**
			Relativo	**0.21**	**30.0**	**--**	**0.1**	**27.0**	**0.0**	**--**	**0.1**
	Total del Medio Económico		**Absoluto**	**210**	**30.0**	**30.0**	**--**	**27.0**	**0.0**	**27.0**	**--**
			Relativo	**0.21**	**30.0**	**--**	**0.1**	**27.0**	**0.0**	**--**	**0.1**
Total del Medio Socioeconómico			**Absoluto**	**420**	**30.0**	**30.0**	**--**	**27.0**	**0.0**	**27.0**	**--**
			Relativo	**0.42**	**15.0**	**--**	**0.1**	**13.5**	**0.0**	**--**	**0.1**
Total del Medio Ambiente			**Absoluto**	**1000**	**55.0**	**55.0**	**--**	**54.0**	**27.0**	**81.0**	**--**
			Relativo	**1.00**	**7.6**	**--**	**0.2**	**8.4**	**2.7**	**--**	**0.7**

5.3. Identificación y Análisis de los Impactos Ambientales

Se identificaron factores del medio ambiente que presumiblemente pueden ser impactados al desarrollar las diferentes actividades que conforman el Proyecto. Posterior a esto se integró la Matriz 1: Identificación de Impactos Ambientales con 18 acciones susceptibles de causar impactos sobre 13 elementos ambientales y socioeconómicos. De esta matriz se detectaron 114 interacciones, por lo que se considera que cada una de ellas representa un posible impacto potencial.

Posteriormente, se realizó el cálculo del valor de importancia, para posteriormente formar la Matriz de Importancia. A raíz de lo anterior, se obtiene que, de las 114 interacciones, se tuvieron un total de 77 impactos de tipo positivo y 37 de naturaleza negativa. Enseguida, se enlista la categorización de los impactos ambientales, de acuerdo con su naturaleza:

- **Impactos Irrelevantes:** Fueron un total de **42**, donde **33 fueron positivos** y **9 negativos.**
- **Impactos Moderados**: Fueron un total de **72**, donde **44 son positivos** y **28 negativos**.

Posteriormente, se realizó el proceso de cribado, descartando todos los impactos que no sobrepasan el umbral mínimo de importancia (<25), es decir, los que se categorizan como compatibles o irrelevantes. Por lo tanto, una vez depurada la matriz, resultaron un total de **72 impactos**, los cuales formaron la Matriz de Valoración Cualitativa.

5.4. Conclusiones

Derivado a la valoración de impactos por el desarrollo de las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el componente atmosférico, se identifican impactos negativos asociados principalmente al uso de maquinaria pesada durante las actividades de desmonte, derribo y troceo del arbolado. Estas acciones generan emisiones, lo que incide en la degradación de la calidad del aire. Asimismo, se generan niveles de emisión sonora, que generará alteraciones en la en la salud humana y en la fauna circundante. La reducción de la captura de carbono, asociada a la pérdida de cobertura vegetal, no obstante, se evidencian medidas de mitigación eficaces, como el mantenimiento preventivo de maquinaria, la aplicación de Normas Oficiales Mexicanas y actividades de reforestación, que contribuyen positivamente al restablecimiento del equilibrio en el componente atmosférico.

Respecto al suelo, las actividades de despalme, desmonte y derribo representan una presión directa sobre la geomorfología y erodabilidad, con impactos negativos significativos, ya que inducen procesos de compactación, pérdida de estructura y aumento en la susceptibilidad a la erosión hídrica. La matriz refleja la implementación de obras de conservación de suelo y agua y reforestación como una medida de mitigación efectiva.

En el componente hidrológico, la alteración de la dinámica superficial y subterránea derivados de la remoción de vegetación y compactación del suelo, disminuye la infiltración natural y aumenta la escorrentía. A pesar de esto, se observa una respuesta mitigadora adecuada mediante la ejecución de las obras de conservación del suelo y reforestación.

La vegetación arbórea y arbustiva presenta afectaciones por las actividades de desmonte y deshierbe de la vegetación y el derribo y desrame del arbolado. Sin embargo, se incluyen medidas como programas de rescate y reubicación de flora, y acciones de reforestación, que aportan impactos positivos.

En cuanto a la fauna terrestre y avifauna, los impactos negativos identificados se deben principalmente a la pérdida de la cobertura vegetal por las actividades propias del CUSTF, así como por el aumento en los niveles de ruido, y presencia de maquinaria. Sin embargo, se plantean estrategias y medidas de mitigación, como la ejecución del programa de rescate y reubicación de fauna, y supervisión ambiental permanente, que tienen impactos positivos sobre este componente.

En el pedio perceptual, la calidad paisajística se ve alterada significativamente por las actividades de desmonte y derribo de vegetación, al modificar la estructura visual del paisaje y reducir la percepción escénica del área intervenida. Las medidas de restauración del sitio, como el retiro adecuado de materiales y reforestación, ofrecen impactos positivos, que contribuyen a la rehabilitación estética y ecológica del entorno.

En cuanto al Medio Socioeconómico, se identifican impactos negativos en la calidad de vida, vinculados a la generación de ruido y el uso de maquinaria. No obstante, se propone la implementación de medidas preventivas y correctivas, como la capacitación ambiental, el cumplimiento de normatividad en seguridad e higiene, y la supervisión continua, que atenúan dichos efectos.

Por otro lado, el componente económico revela un impacto positivo, especialmente en lo referente a la generación de empleo durante las distintas fases del proyecto. Este beneficio se traduce en la dinamización de la economía local, lo cual resulta relevante para comunidades aledañas al área de influencia directa del proyecto.

Finalmente, aunque el desarrollo del proyecto en la zona traiga consigo impactos relevantes, se implementaran medidas de prevención, compensación y mitigación adecuadas, las cuales garanticen que no se comprometerá la biodiversidad de la zona, no disminuirá la captación de agua para recarga del acuífero, no se provocará erosión de los suelos, promoverá la recuperación del carbono, entre otras.

De esta manera, el proyecto se inserta en una dinámica de urbanización debidamente planificada y prevista, considerando para ello, las afectaciones a nivel puntual y de la zona de influencia, y las medidas de prevención, compensación y mitigación que podrían adoptarse.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (MIA-P) MODALIDAD PARTICULAR

BANCO DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS (CUSTF)



CAPÍTULO 6.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

2026

CONSTRUCTORA CONSTHER S.A. DE C.V.

ÍNDICE

CAPÍTULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1
6.1. Medidas de Prevención y Mitigación 1
6.1.1. Generales 2
6.1.2. Factores Ambientales Físicos 4
6.1.3. Factores Ambientales Bióticos 5
6.2. Medidas de Compensación 7
6.3. Seguimiento y control de las medidas 8
6.3.1. Plan de Manejo Ambiental y Programa de Vigilancia Ambiental 8
6.3.1.1. Programa de Vigilancia Ambiental 8
6.3.1.1.1. Objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental 9
6.3.1.1.2. Medidas de Ubicación y Diseño 9
6.2.1.1.3. Programa de Monitoreo 9
6.3.1.1.4. Protocolo de Contingencia y Respuesta de Emergencia 11
6.3.1.1.5. Medidas Socioeconómicas 12
6.4. Programas que serán aplicados 19
6.4.1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre 19
6.4.1.1. Objetivo general 19
6.4.1.2. Objetivos particulares 19
6.4.1.3. Meta 19
6.4.1.4. Metodología para el rescate de especies 19
6.4.1.4.1. Actividades Previas 20
6.4.1.4.2. Actividades de Rescate 21
6.4.1.4.3. Lugares de acopio y reproducción de especies 22
6.4.1.5. Selección y cantidad de especies por rescatar y reubicar 23
6.4.1.6. Localización de los Sitios de Reubicación 31
6.4.1.7. Acciones por realizar para el mantenimiento y supervivencia, que garantice al menos el 80% de supervivencia 31
6.4.1.8. Programa de actividades 32
6.4.1.8. Evaluación de Indicadores de Rescate y Reubicación 33
6.4.1.9. Informe de avances y resultados 34
6.4.2. Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre 34
6.4.2.1. Objetivo general 34

6.4.2.2. Objetivo general 34
6.4.2.3. Identificación y ubicación de las especies 34
6.4.2.3.1. Metodología para muestreo de fauna 34
6.4.2.3.2. Análisis de Especies Identificadas 36
6.4.2.5. Actividades de rescate y reubicación 37
6.4.2.6. Técnicas propuestas para rescate de fauna 40
6.4.2.7. Área de relocalización o reubicación 44
6.4.2.8. Programa general de evaluación 45
6.4.3. Programa de Conservación de Suelos y Agua 45
6.4.3.1. Objetivos 46
6.4.3.2. Características del Área de Estudio 46
6.4.3.3. Reforestación 48
6.4.3.3.1. Ubicación de la Reforestación 48
6.4.3.3.2. Características del Área de Reforestación 51
6.4.3.3.3. Metodología y actividades 56
6.4.3.3.4. Implementación del programa 63
6.4.3.3.5. Conservación de suelos y aguas 64
6.4.3.3.5. Propuestas de monitoreo y evaluación 67
6.4.3.3.6. Cronograma de actividades 68
6.4.3.4. Obras de Conservación de Suelos y Agua 71
6.4.3.4.1. Acomodo de Material Vegetal Muerto. 71
6.4.3.5. Compensación 76
6.4.3.5.1. Compensación del aumento en la tasa erosiva y en el déficit de infiltración 76
6.4.3.5.2. Compensación del carbono almacenado 78

TABLAS

Tabla 1. Medidas de Mitigación del Proyecto 5
Tabla 2. Protocolo de Respuesta ante Emergencias. 12
Tabla 3. Programa General de Trabajo. 19
Tabla 4. Coordenada UTM del vivero rústico. 23
Tabla 5. Especies incluidas en la *NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la modificación de su Anexo Normativo III y que se distribuyen en el Área de Proyecto. 23
Tabla 6. Especies que presentan una relación 1:1. 23
Tabla 7. Comparativa IVI del SA y Área de CUSTF - Árboles. 25

Tabla 8. Individuos a rescatar de las especies Arbóreas. 26
Tabla 9. Comparativa IVI de SA y Área de CUSTF – Arbustos. 26
Tabla 10. Individuos a rescatar de las especies Arbustivas. 27
Tabla 11. Comparativa IVI de SA y Área de CUSTF – Hierbas. 27
Tabla 12. Individuos a rescatar de las especies herbáceas. 28
Tabla 13. Comparativa IVI SA y Área de CUSTF – No maderables. 28
Tabla 14. Individuos a rescatar de las Especies No Maderables. 29
Tabla 15. Individuos a rescatar de Bromelias, Cactáceas y Orquídeas. 29
Tabla 16. Especies y número de individuos propuestos para rescate. 30
Tabla 17. Coordenadas del Sitio de Reubicación de la Flora Silvestre rescatada. 31
Tabla 18. Cronograma de Actividades del Programa de Rescate de Flora. 32
Tabla 19. Indicadores de Éxito para el Programa de Rescate y Reubicación de Flora. 33
Tabla 20. Identificación de Riesgos a la Fauna. 37
Tabla 21. Especies de Fauna Silvestre a rescatar por su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III. 38
Tabla 22. Especies de Fauna Silvestre a rescate que presentan baja movilidad. 38
Tabla 23. Descripción del Equipo de Contención Física y Química Básico. 43
Tabla 24. Tabla de Registro de Fauna. 43
Tabla 25. Medidas Morfométricas de cada individuo de Roedores y Murciélagos a registrar. 43
Tabla 26. Medidas Morfométricas de cada individuo de Anfibios a registrar. 43
Tabla 27. Coordenadas del área de reubicación de la Fauna Silvestre. 44
Tabla 28. Cronograma de Actividades Programa de Rescate de Fauna silvestre. 45
Tabla 29. Resumen de tasas de infiltración en las etapas del área de CUSTF. 48
Tabla 30. Etapas de la Reforestación 49
Tabla 31. Área de Reforestación (5 Etapas) 50
Tabla 32. Clases de Degradación Hídrica previo al CUSTF. 53
Tabla 33. Tasa de erosión hídrica en las etapas previo a la reforestación. 53
Tabla 34. Clases de Degradación Eólica previo a la reforestación. 54
Tabla 35. Tasa de erosión eólica en las etapas previo a la reforestación. 55
Tabla 36. Balance hídrico previo al CUSTF. 55
Tabla 37. Ficha técnica de *Cordia alliodora*. 57
Tabla 38. Ficha técnica de *Bursera simaruba*. 57
Tabla 39. Ficha técnica de *Leucaena leucocephala*. 58
Tabla 40. Clases de Degradación Hídrica posterior al CUSTF. 64
Tabla 41. Tasa de erosión hídrica en las etapas posterior al CUSTF. 65
Tabla 42. Clases de Degradación Eólica posterior a la reforestación. 66
Tabla 43. Tasa de erosión hídrica en las etapas posterior al CUSTF. 66
Tabla 44. Balance hídrico posterior a la reforestación. 67
Tabla 45. Calendarización del Programa de Reforestación. 71
Tabla 46. Área de Obras de Conservación de Suelos y Agua 72
Tabla 47. Obras de Conservación de Suelos y Agua 73
Tabla 48. Cantidad de Azolve Promedio retenido por Tipo de Obra. 74
Tabla 49. Cantidad de Agua Promedio retenida por Tipo de Obra. 75
Tabla 50. Obras de AMVM propuestas para el Proyecto. 76
Tabla 51. Comparación de las Tasas de Erosión por Actividades Compensatorias. 77
Tabla 52. Comparación de Infiltración por Actividades Compensatorias. 77

Tabla 53. Fórmulas generales para estimación de biomasa y carbono. 79
Tabla 54. Fórmulas alométricas por especies para estimación de biomasa aérea. 80
Tabla 55. Estimación de captura de carbono en el área de CUSTF. 83
Tabla 56. Resumen de carbono almacenado en las etapas de CUSTF. 83
Tabla 57. Ecuaciones alométricas de especies a reforestar. 84
Tabla 58. Valores de crecimiento de especies a reforestar. 84
Tabla 59. Estimación de crecimiento de especies a reforestar. 84
Tabla 60. Estimación de biomasa y carbono por individuo. 85
Tabla 61. Estimación de Biomasa y Carbono por etapa del Área de Reforestación. 86
Tabla 62. Estimación de Carbono por las etapas del Área de Reforestación. 87
Tabla 63. Comparación de la captura de carbono. 87

FIGURAS

Figura 1. Ejemplos de Letreros. 3
Figura 2. Recipientes para RSU. 3
Figura 3. Ejemplo de Actividades de Rescate y Reubicación de Flora. 6
Figura 4. Ejemplo de Actividades de Rescate y Reubicación de Fauna. 7
Figura 5. Ejemplo de vivero rústico. 22
Figura 6. Ubicación del Área de Reubicación de Flora. 31
Figura 7. Sitio de Ubicación de Fauna Silvestre respecto al Proyecto. 45
Figura 8. Localización del Área de CUSTF. 47
Figura 9. Localización del Área de Reforestación. 50
Figura 10. Clima en el Área de Reforestación. 51
Figura 11. Tipo de Suelo del Área de Reforestación 51
Figura 12. Uso de Suelo y Vegetación del Área de Reforestación 52
Figura 13. Erosión Hídrica previo a la reforestación. 53
Figura 14. Erosión Eólica previo a la reforestación. 54
Figura 15. Diseño del trazado “tres bolillo” para plantaciones. 60
Figura 16. Sistema de Cepa Común. 62
Figura 17. Erosión Hídrica posterior a la reforestación. 65
Figura 18. Erosión eólica posterior a la reforestación. 66
Figura 19. Ejemplos de Acomodo de Material Vegetal Muerto. 71

CAPÍTULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Con el objetivo de prevenir, corregir, mitigar y/o compensar los posibles efectos adversos que podrían ser causados sobre los elementos del medio biótico, abiótico y socioeconómico por la ejecución de un proyecto, es necesario establecer un conjunto de medidas de prevención o mitigación, con el fin de lograr la conservación del entorno ambiental antes, durante y después de la realización del proyecto.

El Reglamento de la Ley General del Equilibro Ecológico y Protección al Ambiente en materia de impactos ambiental (REIA) define a las medidas que integran un proyecto de la siguiente manera:

- **Medidas Preventivas:** *"Conjunto de acciones que deberá ejecutar el Promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente".*
- **Medidas de Mitigación:** *"Conjunto de acciones que deberá ejecutar el Promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas"*.
- **Medidas de Compensación**: "*Conjunto de acciones a través de las cuales se pretende recuperar la funcionalidad ecológica de ambientes dañados por impactos residuales o garantizar la continuidad de aquellos otros que presentan algún grado de conservación, cuando ambos están ubicados en espacios geográficos distintos al afectado directamente por una obra o actividad*".

A continuación, se presentan las medidas a aplicar durante el desarrollo del Proyecto:

6.1. Medidas de Prevención y Mitigación

A continuación, se enlistan las acciones que deberán realizarse como medidas de prevención generales contra los impactos que se generarán por la ejecución del proyecto, así como la descripción de cada una de ellas:

- **Pláticas y/o Cursos de Capacitación y Concientización Ambiental**

Deberán realizarse previo al CUSTF, manejando un enfoque preventivo, dirigido a todo el personal que labore en el proyecto y que acompañará al personal técnico, abarcando temas de importancia ambiental como: manejo adecuado y disposición de residuos, protección de especies, uso de equipo de protección personal, seguridad e higiene, etc., así como los detalles de la ejecución del CUSTF y las medidas que establezca la autoridad en su momento.

- **Delimitación del sitio del proyecto y del CUSTF**

Se delimitarán las áreas pertinentes, con la finalidad de evitar afectaciones en áreas aledañas durante las actividades de desmonte y despalme. Será indispensable el apoyo tanto de especialistas como de personal que conozca la zona, para prevenir daños severos a los factores ambientales por medio de la caza, captura y/o comercialización de especies.

- **Mantenimiento preventivo para equipo y/o maquinaria**

Se establecerán periodos de mantenimiento preventivo para el equipo y/o maquinaria, con el objeto de que funcionen correctamente a lo largo del proyecto. De identificar desperfectos, se aplicarán mantenimientos correctivos fuera del sitio del proyecto, en lugares especializados y autorizados en el rubro.

- **Ahuyentamiento de Fauna Silvestre**

Se formará un grupo de trabajadores, quienes realizarán un recorrido diario sobre el área del proyecto, con el objetivo de generar ruido por medio de instrumentos metálicos y/o bocinas para ocasionar que la Fauna presente en los alrededores se movilice hacia otras zonas. Estos recorridos deben realizarse durante las primeras horas del día, para ahuyentar principalmente aves, reptiles y mamíferos pequeños.

Se evitará que el personal de campo lleve perros consigo, ya que podrían lastimar, estresar y/o matar a la Fauna del sitio. De igual forma, se prohibirá que los trabajadores efectúen acciones de cacería, captura y comercialización de especies.

- **Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna**

Los mencionados Programas se implementarán durante la etapa de Preparación del Sitio, para la identificación de especies florísticas y faunísticas de importancia y que necesitarán de las actividades de rescate, para su posterior reubicación en una zona previamente delimitada que comparta las características de su hábitat natural. Estos se presentan a detalle en los apartados 6*.4.1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre* y *6.4.2. Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre* del presente capítulo.

6.1.1. Generales

A continuación, se describen las medidas de mitigación generales, es decir, las que se deberán tomar en cuenta a lo largo del proyecto y que, además, son de gran importancia para el correcto desarrollo del mismo:

- **Equipo de Protección Personal**

Para garantizar la seguridad del personal, se les proporcionará el equipo e indumentaria adecuada para la realización de sus actividades.

- **Equipo de seguridad**

Se deberá contar con material de apoyo en caso de emergencias: extintores portátiles, botiquín de primeros auxilios, lámparas de emergencia, señaléticas (de acuerdo con los lineamientos de la Normatividad vigente), así como cualquier otro aditamento que se considere pertinente a fin de mitigar los efectos de siniestros.

- **Empleo de Bitácoras**

Del mismo modo, se implementará el uso de bitácoras de actividades como evidencia de registro y control de las condiciones que se susciten durante las actividades del CUSTF.

- **Instalación de letreros**

Se colocarán letreros alusivos que recalquen la importancia de cumplir con las actividades autorizadas y las medidas prestablecidas para el proyecto, aunado a señalamientos restrictivos de las actividades no permitidas dentro del sitio y las medidas de seguridad para el área de trabajo. Se situarán a lo largo de la superficie del proyecto, abarcando temáticas como: No tirar basura, prohibido cazar, prohibido utilizar materiales inflamables, prohibido extraer Flora y Fauna silvestre, separación de residuos sólidos.

En la Figura 1, se presentan ejemplos de dichos carteles.



Figura 1. Ejemplos de Letreros.

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU)**

Los RSU generados por las actividades del proyecto, deberán ser colocados en contenedores rotulados con las leyendas correspondientes. Se promoverá la separación de basura como mínimo entre orgánicos e inorgánicos. Después, se recogerán diariamente al concluir la jornada laboral y serán dirigidos al punto de recolección, donde el servicio recolector municipal se encargará de transportarlos al sitio de disposición final. En la Figura 2 se muestran ejemplos de dichos recipientes:



Figura 2. Recipientes para RSU.

- **Residuos Peligrosos (RP)**

En caso de ser necesario, los **Residuos Peligrosos (RP)** que pudiesen generarse (botes de aceites, lubricantes, estopas, etc.), serán depositados en recipientes, rotulados,

herméticos y establecidos en un almacén temporal. Posteriormente, serán recolectados por una Empresa autorizada que se encargará de su manejo y disposición final.

6.1.2. Factores Ambientales Físicos

A continuación, se describen las acciones que se llevará a cabo para mitigar los impactos ambientales ocasionados por factores ambientales:

Elemento e impactos potenciales		Descripción de la Medida
Atmósfera	Calidad del Aire Generación de Ruido y Vibraciones	Se vigilará que los vehículos y equipos estén en buenas condiciones de operación y mantenimiento, lo que evitará la contaminación tanto del aire (por emisión de gases y partículas) como del suelo y agua (por fuga de aceites, combustibles o cualquier otro hidrocarburo).
		Riegos regulares con agua cruda en áreas de terracería en donde se lleven a cabo las actividades del proyecto, con la finalidad de humedecer las áreas y reducir la emisión de polvos y partículas a la atmósfera.
		La maquinaria y vehículos utilizados a lo largo del proyecto deberán hacer uso de silenciadores.
		Al utilizar camiones volteo para la carga y retiro de material despalmado, se cubrirán las cajas con lonas para evitar la dispersión del material.
		Los vehículos y máquinas deberán desplazarse en velocidades bajas para disminuir la generación de polvos al mínimo.
		Los conductores deberán apagar los equipos y/o vehículos que utilicen combustibles fósiles cuando estos se encuentren inactivos o durante los tiempos de espera de carga y descarga sean mayores a 5 minutos.
		Se prohíben las fogatas, la quema de residuos y el uso de agroquímicos.
		El material producto del despalme será colocado en pilas, mismas que serán cubiertas con lonas aseguradas al suelo para evitar la dispersión de polvos y partículas. Asimismo, serán humedecidos de forma periódica.
Suelos	Modificación del Relieve	Reducir a un mínimo los movimientos de tierras y la operación de la maquinaria, en medida de lo posible.
		La maquinaria y vehículos transitarán únicamente sobre las áreas autorizadas y las vías de acceso (caminos, brechas, derechos de vía) preexistentes.
		Deberán evitarse excavaciones y remociones de suelo innecesarias para evitar la inestabilidad del suelo. Asimismo, evitar el impacto negativo al paisaje de la zona.
		Delimitar el área del proyecto y respetar sus límites, a fin de evitar afectaciones a áreas más grandes.
	Erosión Contaminación de Suelos	Reducir a un mínimo los movimientos de tierras y la operación de la maquinaria, en medida de lo posible, además, evitarse excavaciones y remociones de suelo innecesarias para evitar el incremento de los procesos erosivos.
		Se deberán recolectar, almacenar y triturar los productos del desmonte y despalme para su uso futuro en obras de conservación.
		Se realizará la verificación de equipos y maquinas, a fin de que estas estén en condiciones óptimas de trabajo.
		El mantenimiento de vehículos y máquinas, así como su limpieza, se ejecutará en talleres de servicio autorizados. No se deben realizar dentro del sitio. En casos de emergencias que requieran la reparación en el área de trabajo, será necesario el uso de tapetes sanitarios y equipo antiderrames.

Elemento e impactos potenciales		Descripción de la Medida
		Tras el término del proyecto de CUSTF, se realizará un recorrido final para la limpieza general del área.
Agua	Agua	Se respetará siempre que sea posible el patrón de drenaje natural.
		Las desviaciones de caudales superficiales deben evitarse en lo posible, encauzándose las aguas de escorrentía a cursos fluviales ya existentes.
		El material de desmonte, despalme y desrame se deberá depositar lejos de las corrientes cercanas al proyecto. Deberán aprovecharse previo al inicio de la temporada de lluvias previniendo afectaciones a caudales por su arrastre.
		Se prohíbe el uso de químicos contaminantes como herbicidas, así como la descarga de cualquier tipo de sustancias, contaminantes, materiales o residuos tóxicos que puedan alterar a las corrientes de agua.
		Se prohíbe el uso y aprovechamiento de las aguas superficiales de las corrientes cercanas al proyecto.
		Proporcionar mantenimiento correctivo y preventivo de máquinas y vehículos, evitando fugas que pudieran provocar contaminación hídrica.
		Instalar sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, para prevenir la contaminación, que deberán de contar con mantenimiento por parte de la empresa arrendadora.
		Quedará prohibido arrojar cualquier tipo de residuos a arroyos, ríos o cuerpos de agua (naturales y artificiales cercanas al sitio del proyecto.
		Deberán evitarse excavaciones y remociones de suelo innecesarias para evitar el incremento de escurrimientos superficiales.
		El agua requerida para el proyecto será adquirida mediante pipas y se almacenará temporalmente en recipientes y/o tanques. Se recolectará el agua de las lluvias que pudieran presentarse durante la ejecución del proyecto.

Tabla 1. Medidas de Mitigación del Proyecto

6.1.3. Factores Ambientales Bióticos

❖ Flora Silvestre

Para prevenir los impactos ambientales que pudieran afectar la integridad de las especies vegetales, se proponen las siguientes acciones:

- El personal que labore en el sitio del proyecto tendrá prohibido recolectar y/o capturar individuos de Flora silvestre del área, para fines comerciales.
- Delimitar meticulosamente el área autorizada para el cambio de uso de suelo.
- El desmonte y despalme de la vegetación se realizará estrictamente dentro del área delimitada para el proyecto.
- Los restos vegetales y del suelo generados durante las actividades de desmonte, se almacenarán temporalmente para ser triturados y mezclados, para su posterior uso en actividades de conservación.
- El desmonte se llevará a cabo por medios manuales (hachas y machetes) y en los casos en que sea muy necesario, con medios mecánicos (motosierra) o maquinaria pesada. Cabe resaltar que no se utilizarán sustancias químicas y/o fuego para tal objetivo.
- Se debe asegurar el desmonte al ras del suelo en aquellas áreas de afectación en donde se contemplen actividades de nivelación.

- El derribo del arbolado deberá respetar las áreas no autorizadas, además de efectuarse en forma direccional para evitar la afectación de la vegetación circundante. Se establecerán los márgenes de seguridad de operación conforme a lo establecido en la Normatividad vigente.
- Previo a las actividades de CUSTF, se deberá llevar a cabo el rescate y reubicación de individuos de Flora, enfocado a especies listadas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010** y/o en su **Anexo Normativo III**, como se muestra en la Figura 3. Asimismo, se implementará y cumplirá con lo establecido en el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre** que se presenta a detalle en el apartado 6.4.1. del presente capítulo.
- El material vegetal que se genere (troncos, ramas, etc.) será utilizado para la construcción de las obras de conservación de suelo y agua (Acomodo de material vegetal muerto) que se implementarán como medida de mitigación de los impactos ambientales generados por la erosión y el déficit de agua.
- Evitar daños a individuos de renuevo/regeneración, procurando su rescate y reubicación.



Figura 3. Ejemplo de Actividades de Rescate y Reubicación de Flora.

❖ Fauna Silvestre

Para prevenir los impactos ambientales que pudieran afectar la integridad de las especies de Fauna silvestre, se enlistan las siguientes acciones preventivas:

- Se deberá ejecutar (previo a la actividad de desmonte y despalme) el ahuyentamiento de individuos de Fauna silvestre que pudieran encontrarse en el sitio del proyecto y su área de influencia. Para efectuarlo, se utilizarán distintos utensilios (materiales metálicos, botellas con piedras, etc.), generando ruido durante un recorrido sobre la totalidad de la superficie del proyecto. Esto deberá realizarse diariamente, antes de comenzar con cualquier actividad referente al proyecto.
- Asimismo, se efectuarán actividades de rescate y reubicación de individuos con desplazamientos lentos como es el caso de los anfibios, reptiles y algunos pequeños mamíferos. En la Figura 4 se presentan ejemplos de actividades de rescate y reubicación de Fauna silvestre.
- En el caso de localizarse algún nido de ave, este se reubicará con ramas cortadas y amarradas a una distancia considerable, en un árbol con la cobertura del hospedero y a la misma altura. Este tipo de actividades deberá de realizarlas personal que tenga la suficiente experiencia en la captura, manejo y liberación de Fauna en ambientes adecuados.

- Estará prohibida la cacería, captura y/o comercialización de especies de Fauna silvestre que se puedan encontrar en el sitio del proyecto o en sus inmediaciones.
- Se evitará en todos los casos, el consumo de animales silvestres propios de la región y que pudieran ser ofrecidos por los pobladores cercanos al área del proyecto.
- Evitar el acumulamiento de residuos sólidos urbanos o resto de comida que puede atraer a la Fauna. Se debe hacer uso de contenedores con tapa.
- Los vehículos deberán circular a velocidades bajas para evitar atropellamiento de animales de lento desplazamiento
- El desmonte o derribo de arbolado se deberá realizar de manera paulatina, permitiendo con ello el desplazamiento de las especies faunísticas hacia otras zonas. En caso de ser necesario, se procederá a realizar el rescate y reubicación de las especies encontradas.
- De igual manera, se implementará el **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre** que se presenta a detalle en el apartado 6.4.2 del presente capítulo.



Figura 4. Ejemplo de Actividades de Rescate y Reubicación de Fauna.

6.2. Medidas de Compensación

Considerando los impactos latentes del cambio de uso de suelo en terrenos forestales al área del proyecto y, en consecuencia, al sistema ambiental o cuenca hidrológica en el que se ubica, el proyecto considera medidas de compensación que permitan la recuperación de áreas degradas, que permitan aportar a la disminución de la erosión, el aumento en la infiltración y calidad del agua, así como nuevos sumideros de carbono, a través de medidas de conservación de suelo y agua.

Por esta razón, se propone la implementación de un Programa de Reforestación, siguiendo los lineamientos Manual de Restauración Forestal y Reconversión Productiva de la CONAFOR (2015).

En el apartado *6.4.3. Programa de Conservación de Suelos y Agua* del presente Capítulo se expone el Programa de Conservación de Suelo y Agua por medio de la Reforestación, como medida de compensación, aunado a obras de acomodo de material muerto en curvas de nivel como medidas de mitigación.

En resumen, se contempla la reforestación de una superficie de 15.0888 hectáreas en el Parque Nacional “Cañón del Sumidero”, con 16,765 plantas de especies nativas (*Cordia*

alliodora, Bursera simaruba, Leucaena leucocephala), a una distancia de 3 metros y diseño tres bolillo.

Teniendo en cuenta que la superficie del área propuesta para la reforestación es de **15.0888 Ha** se obtiene que, para la ejecución del presente Programa, la cantidad necesarias de plantas serán **16,765**.

La elección del Área Natural Protegida para la reforestación se deriva no solo de la disponibilidad de superficie, sino de la similitud en las características abióticas en el suelo, clima y precipitación, de la certeza que son zonas que cuentan con lineamientos de protección y conservación que permitirán el éxito de la reforestación con una sobrevivencia mínima del 80% y desarrollo de la plantación hasta su madurez.

6.3. Seguimiento y control de las medidas

6.3.1. Plan de Manejo Ambiental y Programa de Vigilancia Ambiental

Con el fin de tener un control sobre el cumplimiento de las medidas enlistadas, y en la efectividad de las mismas, se considera necesaria la implementación de un Plan de Manejo Ambiental (PMA) para la incorporación de las acciones encaminadas a la preservación del ambiente, aunado a un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), el cual consistirá en el establecimiento de la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto pueda provocar en cada fase de su desarrollo.

El Programa de Manejo Ambiental (PMA) se desarrolla como parte integral de la evaluación y planificación, con el objetivo de asegurar una gestión ambiental adecuada y responsable a lo largo de todas las fases del proyecto. Tendrá como finalidad establecer las directrices y acciones necesarias para mitigar los impactos negativos identificados en la Manifestación de Impacto Ambiental, promover prácticas que protejan y preserven el entorno natural.

Por lo tanto, con la aplicación de dichos programas, se asegura una constante vigilancia en el área durante el desarrollo de las actividades que forman parte del CUSTF, con el propósito de evitar la cacería o captura de las especies de fauna silvestre, extracción indebida de la flora, el mal manejo de equipos y maquinaria, así como el de salvaguardar la integridad de los trabajadores, entre otros.

6.3.1.1. Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) sirve como el componente esencial dentro del marco de la Manifestación de Impacto Ambiental. Su objetivo primordial es proporcionar una evaluación continua y rigurosa del estado del medio ambiente a lo largo del desarrollo del Proyecto, identificando, midiendo y gestionando los impactos potenciales que puedan surgir. La implementación efectiva de un PVA no solo asegura el cumplimiento de las normativas y regulaciones ambientales, sino que también promueve la transparencia y la responsabilidad social y corporativa.

El Programa de Vigilancia Ambiental abarca una serie de actividades clave que incluyen el establecimiento de líneas estratégicas, el monitoreo regular de indicadores ambientales, la evaluación de impactos, la elaboración de informes y la implementación de medidas

correctivas. Cada uno de estos componentes se integra para formar un sistema coherente y adaptativo que responde a los desafíos y cambios en el entorno.

6.3.1.1.1. Objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental

Objetivo General

Garantizar que el proyecto se ejecute de manera que se minimicen los impactos negativos sobre el medio ambiente, cumpliendo con las medidas de mitigación establecidas en el MIA-P, asegurando la correcta implementación, monitoreo y evaluación de las medidas preventivas y correctivas, así como el cumplimiento de las normativas vigentes en materia ambiental.

Objetivos Específicos

- Reducir al mínimo los impactos negativos sobre los componentes ambientales.
- Conocer los métodos, mecanismos e indicadores de seguimiento y monitoreo que deben aplicarse para verificar el cumplimiento de las medidas ambientales adoptadas y realizar la correcta evaluación y documentación de su efectividad.
- Realizar el registro y correcta documentación de acciones para validar el cumplimiento de las medidas.
- Identificar, reportar, ajustar y corregir cualquier desviación en el desarrollo del proyecto o la aplicación de las medidas ambientales.
- Identificar las limitaciones o restricciones establecidas en las medidas de mitigación.
- Supervisar la realización de las medidas preventivas y correctoras diseñadas para el proyecto y determinar su eficacia.
- Analizar e implementar nuevas medidas en caso de que las propuestas no cumplan con su cometido

6.3.1.1.2. Medidas de Ubicación y Diseño

El proyecto se llevará a cabo en una zona que ha sido seleccionada considerando que esta se encuentra dentro de un predio, cuyo uso principal ha sido como banco de extracción de materiales pétreos por un largo periodo. Este proyecto tiene como objetivo principal la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la continuación de las actividades de extracción de materiales pétreos que se encuentra en abundancia en la zona, promoviendo el uso ordenado del suelo, atendiendo los ordenamientos territoriales y urbanos aplicables. En la MIA-P, se han identificado posibles impactos sobre diferentes componentes, como atmósfera, suelo, agua, paisaje, flora y fauna.

La selección del sitio se justifica mediante una evaluación de criterios basados en la ubicación, accesibilidad y disponibilidad de materiales, que determinan que continuar con las acciones de CUSTF dentro del predio representa la opción con menor impacto ambiental.

6.2.1.1.3. Programa de Monitoreo

- **Monitoreo Ambiental**

Se desarrollará un programa de monitoreo ambiental para evaluar la efectividad de las medidas propuestas y detectar posibles impactos negativos. El monitoreo incluirá el

seguimiento de las diversas medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, así como de aquellas que indique la Secretaría en la Resolución correspondiente. Se establecerán frecuencias de muestreo y parámetros específicos para cada componente ambiental, con el fin de realizar un seguimiento efectivo y oportuno.

- **Observaciones In Situ y Evaluación de Cumplimiento**

Se llevará a cabo una evaluación periódica del cumplimiento de las medidas establecidas en el programa. Esto incluirá efectuar visitas de inspección y observación *in situ*, así como la elaboración de informes y bitácoras.

Se deberá contar un especialista en la materia como responsable ambiental del proyecto, quien realizará visitas para así llevar a cabo las siguientes acciones:

a) Comprobación de la aplicación de las medidas ambientales establecidas al proyecto en todas las etapas de ejecución.
b) Seguimiento y control de impactos ambientales en todas las etapas de ejecución del proyecto.
c) Verificación regular de la calidad del medio ambiente.
d) Avance en las medidas de compensación.
e) Constatación del cumplimiento de los estándares que establece la normatividad ambiental.

Durante las supervisiones se levantarán bitácoras de campo en las que se recabará la información necesaria para documentar los resultados correspondientes para identificar áreas de mejora y tomar las acciones correctivas necesarias. De igual manera, se tomará evidencia fotográfica de los avances y de la aplicación de las medidas.

- **Elaboración de Informes**

La elaboración de informes y bitácoras son componentes clave del monitoreo. En ellos, se documentarán todos los hallazgos, mediciones, y acciones correctivas necesarias. En los informes se incluirá un resumen de los datos recolectados, un análisis del cumplimiento de las medidas ambientales y un seguimiento de las medidas correctivas implementadas. La frecuencia de elaboración de reportes internos será bimestral para el cambio de uso de suelo. Asimismo, se elaborarán informes de cumplimiento de resuelves y condicionantes de conformidad con la periodicidad estipulada la Secretaría en el Oficio Resolutivo.

El uso de bitácoras es crucial para registrar de manera precisa y continua todas las actividades relacionadas con el monitoreo ambiental. Estas bitácoras incluirán información diaria sobre horarios de actividades, incidencias reportadas, entre otros datos. La información recolectada servirá como base para evaluar el cumplimiento de las medidas y detectar posibles problemas. La frecuencia de registro será diaria, con revisiones periódicas para asegurar la exactitud y relevancia de los datos.

Además, de presentase impactos que no hayan sido considerados, se registrarán en bitácoras de campo cualquier dato e información que se identifique:

1. Impacto presentado.
2. Momento de ocurrencia o manifestación.
3. Localización o extensión del efecto.

4. Duración o persistencia.
5. Causas probables o actividades que dieron origen a la manifestación del impacto.
6. Existencia de fenómenos naturales o causas externas al proyecto para la ocurrencia del impacto.

Las bitácoras se acompañarán con registro fotográfico de las manifestaciones de los impactos y de las condiciones en que se encuentra el factor ambiental afectado al momento de la supervisión, y deberán ser supervisadas y firmadas por el responsable ambiental del proyecto.

6.3.1.1.4. Protocolo de Contingencia y Respuesta de Emergencia

En el contexto de la gestión de proyectos, la capacidad de enfrentar emergencias ambientales e hidrometeorológicas es fundamental para asegurar la continuidad operativa, proteger la seguridad del personal, y minimizar el impacto en el medio ambiente. Los eventos imprevistos, tales como vertidos accidentales, fallos en los equipos, o fenómenos climáticos o ambientales extremos, pueden tener consecuencias significativas si no se gestionan adecuadamente.

Un Protocolo consiste en un conjunto integral de directrices y procedimientos diseñado para abordar de manera efectiva cualquier emergencia que pueda surgir durante las diferentes fases del proyecto. Este protocolo proporciona un marco sistemático para la identificación, evaluación, y manejo de emergencias, asegurando una respuesta rápida y coordinada que minimice riesgos y daños.

- ***Objetivo y Alcance***

Establecer mecanismos claros y eficaces para enfrentar situaciones de emergencia, garantizar la seguridad del personal y la comunidad, y proteger el medio ambiente. Este protocolo abarca una amplia gama de emergencias potenciales, incluyendo incidentes ambientales, como derrames y emisiones excesivas, y eventos hidrometeorológicos, como tormentas e inundaciones.

- ***Estructura del Protocolo***

El protocolo está estructurado en varias secciones clave, que incluyen la identificación y evaluación de riesgos, la planificación de respuesta a emergencias, y los procedimientos específicos para la comunicación, la evacuación, y el abandono del sitio si fuera necesario. Además, se incluyen medidas de protección para la infraestructura y recursos, así como estrategias para la evaluación y mejora continua del plan de respuesta.

- ***Implementación y Revisión***

Para garantizar la efectividad del protocolo, se implementarán entrenamientos y simulacros periódicos, así como una revisión constante de los procedimientos basados en lecciones aprendidas de incidentes previos y cambios en las condiciones operativas. El compromiso con la capacitación continua y la actualización de los protocolos asegura que el personal esté preparado para enfrentar cualquier contingencia con eficacia.

El Protocolo de Respuestas no solo busca cumplir con las regulaciones vigentes, sino también fomentar una cultura de seguridad y responsabilidad ambiental dentro del proyecto. A través de la aplicación rigurosa de estos procedimientos, se pretende no solo abordar los

desafíos inmediatos, sino también fortalecer la resiliencia del proyecto frente a futuros incidentes.

En las siguientes tablas, se presentan los protocolos de respuesta ante Emergencias Ambientales y Eventos Hidrometeorológicos:

Protocolos de Respuesta ante Emergencias
Identificación y Evaluación de Riesgos • Descripción: Realizar una evaluación de los riesgos potenciales relacionados con las actividades del proyecto, como emisiones excesivas, vertidos de sustancias, y fallos en el equipo y/o maquinaria. • Acción: Desarrollar un inventario de posibles emergencias y evaluar sus impactos potenciales. Esto debe incluir una revisión periódica para identificar nuevos riesgos a medida que el proyecto avanza.
Plan de Respuesta a Emergencias • Descripción: Elaborar un plan de respuesta detallado para diferentes tipos de emergencias, como incendios o accidentes con maquinaria y equipos. • Acción: El plan debe incluir procedimientos específicos para cada tipo de emergencia, designar responsabilidades, y establecer los pasos a seguir para contener y mitigar los efectos del incidente.
Procedimientos de Comunicación • Descripción: Establecer protocolos claros de comunicación interna y externa para informar sobre emergencias. • Acción: Definir cómo y a quién se deben comunicar los incidentes, establecer una línea directa con servicios de emergencia locales, y proporcionar actualizaciones periódicas sobre la situación.
Equipos y Recursos de Respuesta • Descripción: Asegurar la disponibilidad y mantenimiento de equipos de respuesta, como kits de emergencia, equipos de protección personal, y materiales absorbentes. • Acción: Mantener inventarios actualizados, realizar inspecciones regulares, y entrenar al personal en el uso adecuado de estos recursos.
Entrenamiento y Simulacros • Descripción: Capacitar al personal en los procedimientos de respuesta a emergencias y realizar simulacros regulares. • Acción: Programar entrenamientos periódicos y simulacros que simulen situaciones de emergencia para evaluar la eficacia del plan y mejorar la coordinación del equipo.
Evaluación y Mejora Continua • Descripción: Revisar y actualizar los protocolos de respuesta tras cada incidente o simulacro. • Acción: Realizar una evaluación post-incidente para identificar lecciones aprendidas y actualizar los procedimientos en función de los resultados obtenidos.

Tabla 2. Protocolo de Respuesta ante Emergencias.

6.3.1.1.5. Medidas Socioeconómicas

- **Impacto en la Sociedad**

Con el objetivo de maximizar los beneficios para el personal, se promoverá la contratación de trabajadores locales. Se desarrollarán políticas que prioricen la inclusión de empleados de la región, fortaleciendo la economía local y generando empleo. Este enfoque no solo

beneficiará a los trabajadores locales, sino que también contribuirá al desarrollo económico de las comunidades circundantes.

Respecto a los impactos negativos, como el aumento de los niveles ruido y posibles riesgos laborales en el área del proyecto, se establecerán medidas específicas de gestión. Se aplicarán horarios de trabajo que minimicen las molestias tanto para el personal como para los visitantes. Además, se implementarán controles de ruido para mantener los niveles dentro de los límites aceptables, garantizando así un entorno de trabajo y visita confortable. La eficacia de estas medidas se medirá a través de la reducción de quejas y la minimización de interrupciones, realizando ajustes necesarios según las observaciones recibidas.

Programación de actividades para la supervisión, vigilancia y monitoreo.

En la Tabla 3, se presenta la calendarización de las actividades que forman parte de la supervisión ambiental del presente Proyecto.

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Año 1 (Etapa 1)												
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades												X
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			X			X			X			X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua			X			X			X			X
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de la Reforestación			X			X			X			X
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación						X						X
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada.*			X			X			X			X
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Año 2 (Etapa 1)												
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades												X
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			X			X			X			X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*			X			X			X			X
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión) *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de la Reforestación *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*			X			X			X			X
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*						X						X
Programa de Rescate y Reubicación de Flora *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada, en el periodo del año 2 al año 6 para la Etapa 1*			X			X			X			X
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Año 3 (Etapa 2)												
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades												X
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			X			X			X			X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua			X			X			X			X
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de la Reforestación			X			X			X			X
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación						X						X
Programa de Rescate y Reubicación de Flora (Supervisión)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada*			X			X			X			X
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Año 4 (Etapa 2)												
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades												X
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			X			X			X			X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*			X			X			X			X
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión) *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de la Reforestación *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*			X			X			X			X
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*						X						X
Programa de Rescate y Reubicación de Flora *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada, en el periodo del año 4 al año 8 para la Etapa 2*			X			X			X			X
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Año 5 (Etapa 3)												
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades												X
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			X			X			X			X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua			X			X			X			X
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de la Reforestación			X			X			X			X
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación						X						X
Programa de Rescate y Reubicación de Flora (Supervisión)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada*			X			X			X			X
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Año 6 (Etapa 3)												
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades												X
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			X			X			X			X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*			X			X			X			X
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión) *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de la Reforestación *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*			X			X			X			X
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*						X						X
Programa de Rescate y Reubicación de Flora *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada, en el periodo del año 6 al año 10 para la Etapa 3*			X			X			X			X
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Año 7 (Etapa 4)												
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades												X
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			X			X			X			X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua			X			X			X			X
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de la Reforestación			X			X			X			X
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación						X						X
Programa de Rescate y Reubicación de Flora (Supervisión)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada*			X			X			X			X
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Año 8 (Etapa 4)												
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades												X
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			X			X			X			X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4*			X			X			X			X
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión) *Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de la Reforestación *Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4*			X			X			X			X
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación *Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4*						X						X
Programa de Rescate y Reubicación de Flora *Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada, en el periodo del año 8 al año 12 para la Etapa 4*			X			X			X			X
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Año 9 (Etapa 5)												
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades												X
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			X			X			X			X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua			X			X			X			X
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de la Reforestación			X			X			X			X
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación						X						X
Programa de Rescate y Reubicación de Flora (Supervisión)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada*			X			X			X			X
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Año 10 (Etapa 5)												
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informes de Actividades												X
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo Integral de Residuos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo			X			X			X			X
Seguridad e Higiene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*			X			X			X			X
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión) *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de la Reforestación *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*			X			X			X			X
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*						X						X
Programa de Rescate y Reubicación de Flora *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de las Especies de Flora Silvestre rescatadas y reubicadas *Esta actividad se realizará a partir de que las especies hayan sido rescatadas y reubicadas en el área seleccionada, en el periodo del año 10 al año 14 para la Etapa 5*			X			X			X			X
Vigilancia y Monitoreo												
Seguimiento de la Reforestación *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	X			X			X			X		
Seguimiento de la Reubicación de Flora Silvestre *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Seguimiento y Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*						X						X
Año 12												
Vigilancia y Monitoreo												
Seguimiento de la Reforestación *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	X			X			X			X		
Seguimiento de la Reubicación de Flora Silvestre *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Seguimiento y Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*						X						X
Año 13												
Vigilancia y Monitoreo												
Seguimiento de la Reforestación *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	X			X			X			X		
Seguimiento de la Reubicación de Flora Silvestre *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Seguimiento y Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*						X						X
Año 14												
Vigilancia y Monitoreo												
Seguimiento de la Reforestación *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	X			X			X			X		
Seguimiento de la Reubicación de Flora Silvestre *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Seguimiento y Mantenimiento de Obras de Conservación de Suelo y Agua *Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5*						X						X

Tabla 3. Programa General de Trabajo.

6.4. Programas que serán aplicados

6.4.1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre

6.4.1.1. Objetivo general

- Ejecutar actividades de rescate y reubicación de Flora silvestre. Se rescatarán especies con forma de vida arbórea, arbustivas, epífitas y herbáceas. Para todos los casos se dará especial atención a las incluidas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III,** con el fin de preservar la vida silvestre, mitigar los impactos al medio y cumplir con la normativa aplicable**.**

6.4.1.2. Objetivos particulares

- Desarrollar actividades de rescate y reubicación de flora silvestre.
- Hacer uso de herramientas apropiadas durante el rescate a fin de evitar daños de consideración sobre individuos y organismos.
- Emplear las técnicas descritas en el presente programa, acorde a las formas biológicas que correspondan.
- Registrar con coordenadas los sitios de reubicación de especies, a fin de implementar el monitoreo.

6.4.1.3. Meta

La meta principal del presente Programa es garantizar un éxito de sobrevivencia del **80%** del total de individuos de las especies reubicadas.

6.4.1.4. Metodología para el rescate de especies

Las acciones de rescate y reubicación de la flora silvestre se ejecutarán en las especies registradas con estatus de protección de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 *"Protección ambiental-Especies nativas de México de Flora y Fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo"* y su Anexo Normativo III, así como aquellas consideradas de alto valor ecológico, determinado por el Índice de Valor de Importancia, para el área de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Los estudios de campo para el área del SA únicamente reflejaron la presencia de tres especies listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2019 y su Anexo Normativo III, siendo estas la *Pterocereus gaumeri*, *Croton guatemalensis* y *Sideroxylon capiri* con categorías de Peligro de Extinción (P), Sujeta a Protección Especial (Pr) y Amenazada (A), respectivamente.

Por su lado, los muestreos en el Área del Proyecto reflejaron la presencia de una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Pterocereus gaumeri* (Cactus 4 Costillas), incluida en la categoría P (Peligro de extinción). Considerando lo anterior y dada la presencia de diversas especies de Flora en el CUSTF, se realizará el rescate y reubicación siguiendo los siguientes criterios:

1. Especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.
2. Las especies presentes en ambas zonas (CUSTF y SA), en una relación 1:1.
3. Las especies presentes en ambas zonas, pero que son más abundantes en el área de CUSTF.
4. Las especies no detectadas en el área del SA.
5. Especies con mayor valor de IVI en el Área de Proyecto en comparación con el SA.
6. Especies de Bromelias, Cactáceas y Orquídeas.

Como se mencionó previamente, para el caso del Proyecto, se identificó 1 especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como especies presentes en ambas zonas con una relación 1:1. Por lo que, se aplicará el presente programa como una medida de mitigación para los impactos ambientales que se puedan generar al elemento biótico.

Asimismo, si se encuentra algún registro diferente durante el desarrollo de los trabajos de rescate y reubicación, se procederá a su conservación conforme a lo que en lo consecuente se describe en los siguientes apartados.

6.4.1.4.1. Actividades Previas

Como primera etapa del Programa, se lleva a cabo la identificación y señalización de individuos a rescatar, que se encuentren dentro de las áreas de intervención directa, mediante la colocación de señuelos. En esta fase también se registrará el número de individuos, a fin de determinar el espacio que se requerirá para la reubicación. Para el caso de las epífitas, la señalización se efectuará en los árboles hospederos.

Una vez conociendo la cantidad de individuos a reubicar, se identifican los sitios cuyas características abióticas y bióticas se asemejen a aquellos de la zona de extracción. Es importante considerar la densidad del sitio y competencia con otras especies locales, con el fin de asegurar la sobrevivencia de los individuos rescatados.

De acuerdo a lo observado en las visitas de campo y los resultados de los datos del muestreo, se determinó el área del proyecto presenta Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia, por lo que deben identificarse zonas que cuenten con el mismo uso de suelo que las superficies por afectar, o bien, condiciones favorables para su supervivencia, y que tendrán el potencial de compartir las características necesarias para la reubicación de las especies rescatadas.

Dentro de las actividades preliminares, está la impartición de pláticas de concientización al personal que participará en el proceso constructivo. Durante esta actividad se hará uso de carteles y materiales didácticos donde se aprecien claramente las especies de mayor vulnerabilidad, como es el caso de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y las de importancia ecológica, así como del valor de la conservación de la biodiversidad. Las recomendaciones estarán enfocadas a evitar el daño físico a las especies que se encuentren señaladas. Asimismo, en partes estratégicas del Proyecto, se colocarán letreros sobre la prohibición de corta y extracción de Flora, así como las recomendaciones de proteger a este componente ambiental.

Considerando la naturaleza de las obras, las actividades de rescate de la Flora son inminentes, por lo que en los siguientes puntos se indica el procedimiento a seguir.

6.4.1.4.2. Actividades de Rescate

- **Especies Arbóreas**

El rescate de árboles, en especial aquellos de gran porte o demasiado viejos, tiene impedimentos logísticos considerablemente complicados debido a su gran tamaño, e implica el uso de maquinaria pesada, como grúas, excavadoras, poleas de acero, etc. Además, es necesario contar con grandes espacios que permitan la maniobra de la maquinaria, motivo por el cual resulta inviable.

Por lo tanto, las actividades de rescate de este proyecto se centrarán en la colecta de germoplasma o bien, el rescate de árboles de diámetro menor a 5 cm. La colecta de semillas se realizará directamente de los ejemplares que se verán intervenidos; el germoplasma colectado será evaluado para determinar su viabilidad. Por su facilidad y efectividad, se recomienda el método de inmersión, el cual consiste en la colocación de las semillas en un recipiente con agua. La viabilidad de estas estará determinada por la cantidad de semillas que se sumerjan, descartando aquellas que floten. El germoplasma viable se situará en contenedores de polietileno; para el llenado de los envases se ocupará el suelo aledaño a las especies a intervenir.

Durante el proceso de germinación se aplicarán riegos y se mantendrá actividades de vigilancia constante. La germinación de las plántulas se hará en un vivero rústico, el cual será montado sobre piso firme, con techo malla sombra.

- **Rescate de plántulas arbóreas**

Para las especies de forma biológica arbórea, también se considera el rescate de renuevos o especies en etapa latizal, la cual consiste en la extracción de los individuos buscando obtener la totalidad del sistema radicular, sin ocasionarle daño alguno. De igual manera, se buscará que el sistema de raíces obtenido venga cubierto con suelo orgánico.

Los individuos adquiridos se colocarán en contenedores y serán trasladados a sitios elegidos previamente, en donde se les dará seguimiento hasta lograr que los especímenes estén en condiciones de ser reubicados a su medio natural. Del mismo modo, las plántulas obtenidas se mantendrán en monitoreo hasta determinar que cuentan con la capacidad necesaria para reintroducirlas a su medio natural, para ello, como se citó en la fase previa al rescate, se considerará el registro y evaluación de bioindicadores, a fin de garantizar el éxito de la reubicación.

- **Epífitas**

Las acciones de rescate en las especies con esta forma biológica se efectuarán en la mayoría de los individuos que se ubiquen en los sitios de intervención directa. La finalidad es ejecutar la acción en individuos, no tanto en especies, por lo que no se consideran trabajos de propagación.

- **Bromelias**

Las especies de bromelias generalmente presentan estructuras vegetativas carnosas y coriáceas que les permiten sobrevivir frente a un proceso de extracción. Aun así, para asegurar su sobrevivencia, se debe tener cuidado de no dañar las raíces, por lo que se recomienda que las plantas sean removidas con un trozo de corteza del árbol huésped para

luego ser envueltos en periódicos húmedos y apilarse para facilitar su transporte, cuidando que las estructuras reproductivas, si las tiene, no sean maltratadas.

En el momento de la extracción es importante tomar nota de ciertos datos de campo, como la especie del árbol huésped, altura aproximada a la cual se encontraba y fecha de colecta, para una reubicación adecuada. La reubicación deberá ser inmediata a la extracción, y tendrán que ubicarse sobre las mismas especies de árboles de donde fueron extraídas y aproximadamente a la misma altura, tratando de simular las situaciones de origen lo mejor posible, usando de preferencia cordones de tela o rafia para sujetarlas.

- **Orquídeas**

Al contrario de las bromelias, las orquídeas son plantas más exigentes en cuanto a los requerimientos para su propagación, crecimiento y sobrevivencia, además de ser menos exitosas en cuanto a número de individuos. No obstante, se puede seguir el mismo método para su extracción y reubicación, aunque debe tenerse especial cuidado de no estropear, mutilar o provocar cualquier otro tipo de daño a la planta que pueda entorpecer su adaptación al sitio de reubicación. Las plantas deberán ser colocadas en bolsas de manta y ser transportadas con extrema precaución.

Para ambos casos, el rescate podrá efectuarse de dos maneras:

- *Huésped en pie***:** En esta condición podrá hacerse uso de garrochas o bien treparse a los árboles con apoyo de arneses, y hacer la extracción de los organismos.
- De ubicarse los organismos a rescatar en partes muy altas del huésped y la escalada comprometa la seguridad del personal responsable del rescate, se esperará al derribo y en esta condición se hará el rescate.

Las herramientas por ocupar en la extracción de individuos de ambos grupos serán machetes, navajas, cuchillos o cualquier otra herramienta que permita efectuarla sin comprometer su integridad.

6.4.1.4.3. Lugares de acopio y reproducción de especies

Para el caso específico de recolección de semilla como germoplasma, se tendrá que instalar un vivero rústico para el polígono propuesto como área de reubicación. Los viveros por erigir serán similares a los que se muestran en la Figura 5:



Figura 5. Ejemplo de vivero rústico.

Se procurará que el vivero temporal se coloque lo más cercano posible al área sujeta a CUSTF, para que se encuentre vigilado constantemente y que se cuente con vías de acceso a este.

En la Tabla 4, se muestra la coordenada UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) que ubican el sitio en donde se construirá el vivero temporal:

Coordenada UTM		
Concepto	**X**	**Y**
Vivero	479501	1844255

Tabla 4. Coordenada UTM del vivero rústico.

6.4.1.5. Selección y cantidad de especies por rescatar y reubicar

Para la selección de las especies que serán propensas a rescate se basa en los siguientes Criterios de Selección:

1. Especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.

De la lista de especies determinadas en el Área de Proyecto, se identificó que una especie se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en su Anexo Normativo III. La especie es la siguiente:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059*	Distribución	Individuos a Rescate
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Cactus 4 Costillas	En Peligro de Extinción (P)	Endémica	2

Tabla 5. Especies incluidas en la *NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la modificación de su Anexo Normativo III y que se distribuyen en el Área de Proyecto.

2. Las especies presentes en ambas zonas (CUSTF y SA), en una relación 1:1.

Las especies que se incluirán en el Programa de rescate en base al criterio 2 son las siguientes:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos a Rescate
Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Escobillo	1
Fabaceae	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	24
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	6
Rutaceae	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	14

Tabla 6. Especies que presentan una relación 1:1.

3. Las especies presentes en ambas zonas, pero que son más abundantes en el área de CUSTF.

No se detectaron especies que sean más abundantes en el Área de Proyecto en comparación con el SA.

4. Las especies no detectadas en el área del SA.

No se detectaron especies que solo se distribuyan en el Área de Proyecto y no en el SA.

5. Especies con mayor valor de IVI en el Área de Proyecto en comparación con el SA.

Con base en los datos de los muestreos realizados dentro y fuera del área de CUSTF, se realizó el cálculo del Índice de Valor de Importancia de ambos sitios (anexo de manera digital al documento), es decir, la importancia o dominancia de una especie dentro de un grupo de especies en una comunidad forestal; encontrándose lo siguiente:

- **Estrato Arbóreo**

Familia	Nombre científico	Nombre común	IVI		IVI mayor en CUSTF
			SA	CUSTF	
Anacardiaceae	*Comocladia guatemalensis*	Cinco negritos	12.94%	14.82%	✓
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	2.33%	2.18%	
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	2.11%	0.57%	
Apocynaceae	*Tabernaemontana donnell-smithii*	Cojon de cochi	1.44%		
Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Corcoche	1.89%	2.44%	✓
Asteraceae	*Montanoa tomentosa*	Malacate	0.48%	0.88%	✓
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pumpushuti	12.06%	13.21%	✓
Boraginaceae	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	11.36%	16.49%	✓
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Hormiguillo	5.80%	5.77%	
Boraginaceae	*Cordia dentata*	Mazu	1.00%		
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Cupapé	0.22%		
Burseraceae	*Bursera excelsa*	Copal	17.06%	18.42%	✓
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Mulato	26.44%	32.93%	✓
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulin cimarron	0.22%		
Capparaceae	*Quadrella incana*	Matagallina	1.74%		
Caricaceae	*Jacaratia mexicana*	Bonete	0.65%		
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Cancerina	0.87%		
Celastraceae	*Wimmeria pubescens*	Huesito	0.48%		
Clusiaceae	*Clusia flava*	Memelita	0.23%		
Combretaceae	*Terminalia macrostachya*	Cacho de toro	23.30%	13.07%	
Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	Zapotillo	0.28%		
Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Escobillo	0.23%	0.52%	✓
Euphorbiaceae	*Croton guatemalensis*	Copalchi	0.74%		
Euphorbiaceae	*Euphorbia schkechthendalii*	Chicle	3.34%	2.74%	
Fabaceae	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	7.84%	11.87%	✓
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de venado	1.96%	1.47%	
Fabaceae	*Erythrina goldmanii*	Frijolillo	0.56%	1.02%	✓
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Mata ratón	0.34%		
Fabaceae	*Haematoxylum brasiletto*	Palo brasil	8.71%	5.79%	
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guaje	11.80%	22.32%	✓
Fabaceae	*Lonchocarpus guatemalensis*	Calagua	1.25%	2.57%	✓
Fabaceae	*Lonchocarpus parviflorus*	Chaperla	7.93%	14.12%	✓
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Matabuey	0.25%		
Fabaceae	*Lysiloma acapulcense*	Tepeguaje	1.25%		
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Tepeguaje negro	20.98%	8.04%	
Fabaceae	*Mimosa tenuiflora*	Sierrita	14.58%	26.93%	✓
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabin	0.35%		
Fabaceae	*Senna atomaria*	Hediondillo	4.23%	7.06%	✓
Fabaceae	*Senna skinneri*	Santa rosa	2.06%	2.89%	✓
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Cornezuelo	2.39%	1.38%	

Familia	Nombre científico	Nombre común	IVI		IVI mayor en CUSTF
			SA	CUSTF	
Fabaceae	*Vachellia pennulata*	Quebracho	1.00%	0.63%	
Hernandiaceae	*Gyrocarpus americanus*	San Felipe	9.49%	6.32%	
Malvaceae	*Ceiba acuminata*	Mosmot	0.28%		
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Mosmot	7.84%	7.48%	
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Caulote	4.16%	2.84%	
Malvaceae	*Heliocarpus reticulatus*	Guaspo	1.20%	2.54%	✓
Malvaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Guaspó	0.39%		
Malvaceae	*Luehea candida*	Caulote blanco	0.29%		
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Sospo	6.54%	0.91%	
Meliaceae	*Swietenia humilis*	Caobilla	0.65%		
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Napahuito	0.66%	0.82%	✓
Moraceae	*Ficus cookii*	Higo	5.21%	13.48%	✓
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Amate negro	3.52%		
Myrtaceae	*Eugenia acapulcensis*	Capulín de monte	1.90%		
Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Chasa	0.52%		
Oleaceae	*Fraxinus purpusii*	Saucito	1.71%		
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	7.33%	12.06%	✓
Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	Carnero	1.70%	3.66%	✓
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Nangaño	14.98%	2.62%	
Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquín	3.83%	6.41%	✓
Rubiaceae	*Hintonia lumana*	Caniquita	2.57%		
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	1.09%	2.25%	✓
Rubiaceae	*Randia armata*	Cruceta	0.47%		
Rubiaceae	*Randia monantha*	Calabacita	0.44%		
Rutaceae	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	1.76%	4.01%	✓
Rutaceae	*Zanthoxylum mollissimum*	Cola de lagarto	0.49%		
Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Cafecito	4.58%	4.70%	✓
Sapindaceae	*Thouinia acuminata*	Cascarillo	0.41%		
Sapotaceae	*Sideroxylon capiri*	Tempisque	0.33%		
Sapotaceae	*Sideroxylon celastrinum*	Rompe zapato	0.23%		
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Limoncillo	0.74%		
Total			300%	300%	25

Tabla 7. Comparativa IVI del SA y Área de CUSTF - Árboles.

De la comparativa (Tabla 7) observamos que en **25** especies el **IVI** es mayor en el Área de Proyecto, en contraste a su valor de importancia dentro del conjunto de especies que conforman el Sistema Ambiental.

Los individuos a rescatar de cada especie son las siguientes:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos a Rescate
Anacardiaceae	*Comocladia guatemalensis*	Cinco negritos	61
Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Corcoche	6
Asteraceae	*Montanoa tomentosa*	Malacate	2
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pumpushuti	54
Boraginaceae	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	76
Burseraceae	*Bursera excelsa*	Copal	78
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Mulato	128
Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Escobillo	1

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos a Rescate
Fabaceae	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	24
Fabaceae	*Erythrina goldmanii*	Frijolillo	2
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guaje	103
Fabaceae	*Lonchocarpus guatemalensis*	Calagua	10
Fabaceae	*Lonchocarpus parviflorus*	Chaperla	57
Fabaceae	*Mimosa tenuiflora*	Sierrita	129
Fabaceae	*Senna atomaria*	Hediondillo	28
Fabaceae	*Senna skinneri*	Santa rosa	9
Malvaceae	*Heliocarpus reticulatus*	Guaspo	7
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Napahuito	3
Moraceae	*Ficus cookii*	Higo	19
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	40
Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	Carnero	9
Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquín	23
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	6
Rutaceae	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	14
Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Cafecito	17
Total			906

Tabla 8. Individuos a rescatar de las especies Arbóreas.

- **Estrato Arbustivo**

Familia	Nombre científico	Nombre común	IVI		IVI mayor en CUSTF
			SA	CUSTF	
Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	Cola de gallo	20.17%	6.39%	
Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	8.21%	6.45%	
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	34.40%	17.82%	
Asteraceae	*Zexmenia serrata*	Acahual amarillo	11.92%	20.40%	✓
Celastraceae	*Crossopetalum uragoga*	Baya de serpiente	24.59%	10.95%	
Connaraceae	*Connarus lentiginosus*	Tres hojas	21.40%	4.61%	
Euphorbiaceae	*Acalypha macrostachya*	Zanca de mula	18.05%	28.71%	✓
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Mala mujer	40.13%	73.80%	✓
Fabaceae	*Desmodium nicaraguense*	Desmodium	15.77%	36.92%	✓
Fabaceae	*Mimosa albida*	Uña de gato	16.68%	8.90%	
Fabaceae	*Senna pallida*	Chipilín	10.98%	17.17%	✓
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipan	5.16%		
Malvaceae	*Waltheria indica*	Malva	9.26%	29.42%	✓
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Siquete	59.91%	38.27%	
Rubiaceae	*Psychotria erythrocarpa*	Hierba del cargapalito	0.85%		
Verbenaceae	*Lantana velutina*	Albajaquilla	2.53%		
Total			300%	300%	6

Tabla 9. Comparativa IVI de SA y Área de CUSTF – Arbustos.

De la comparativa (Tabla 9) observamos que en **6** especies arbustivas, el **IVI** es mayor en el Área de Proyecto, en contraste a su valor de importancia dentro del conjunto de especies que conforman el Sistema Ambiental.

Los individuos a rescatar de cada especie son las siguientes:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos a Rescate
Asteraceae	*Zexmenia serrata*	Acahual amarillo	24
Euphorbiaceae	*Acalypha macrostachya*	Zanca de mula	23
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Mala mujer	41
Fabaceae	*Desmodium nicaraguense*	Desmodium	33
Fabaceae	*Senna pallida*	Chipilín	8
Malvaceae	*Waltheria indica*	Malva	21
Total			150

Tabla 10. Individuos a rescatar de las especies Arbustivas.

- **Estrato Herbáceo**

Familia	Nombre científico	Nombre común	IVI		IVI mayor en CUSTF
			SA	CUSTF	
Acanthaceae	*Elytraria imbricata*	Cordeoncillo	3.85%		
Acanthaceae	*Ruellia inundata*	Hierba del toro	32.09%	14.93%	
Asparagaceae	*Echeandia breedlovei*	Lirio	16.73%	37.75%	✓
Asteraceae	*Bidens reptans*	Flor amarilla	18.60%	20.26%	✓
Asteraceae	*Sclerocarpus divaricatus*	Mozote amarillo	22.59%	19.74%	
Bignoniaceae	*Anemopaegma puberulum*	Bejuco batea	3.32%	4.48%	✓
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Commelina	5.51%	7.82%	✓
Convolvulaceae	*Ipomoea clavata*	Ipomea	3.38%	4.29%	✓
Convolvulaceae	*Ipomoea corymbosa*	Señorita	4.62%	2.64%	
Costaceae	*Costus pictus*	Caña de cristo	0.96%		
Cyperaceae	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	0.67%		
Dioscoreaceae	*Dioscorea carpomaculata*	Camote blanco	11.01%	12.75%	✓
Dioscoreaceae	*Dioscorea cyanisticta*	Camote	6.56%	8.32%	✓
Fabaceae	*Ctenodon compactus*	Dormilona	2.33%	1.92%	
Fabaceae	*Desmodium incanum*	Pega pega	10.98%	21.03%	✓
Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	Cadillo	7.16%	8.17%	✓
Fabaceae	*Senna uniflora*	Cacahuatillo	4.17%	7.79%	✓
Oxalidaceae	*Oxalis tetraphylla*	Trebol	3.32%	1.21%	
Poaceae	*Eragrostis mexicana*	Zacate llanero	7.03%	15.54%	✓
Poaceae	*Hyparrhenia rufa*	Bermejo africano	18.87%		
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	2.73%		
Poaceae	*Lasiacis nigra*	Carricillo	23.78%	18.06%	
Poaceae	*Melinis repens*	Pasto rosado	6.47%	6.75%	✓
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacaton	49.71%	30.18%	
Rubiaceae	*Spermacoce remota*	Spermacoce	1.78%		
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuquillo	7.17%	13.48%	✓
Sapindaceae	*Serjania triquetra*	Bejuco costillon	7.41%	3.13%	
Selaginellaceae	*Selaginella hoffmannii*	Selaginela	11.22%	35.26%	✓
Smilacaceae	*Smilax domingensis*	Cocolmeca	5.99%	4.50%	
Total			300%	300%	14

Tabla 11. Comparativa IVI de SA y Área de CUSTF – Hierbas.

De la comparativa (Tabla 11) observamos que en 14 especies herbáceas, el **IVI** es mayor en el Área de Proyecto, en contraste a su valor de importancia dentro del conjunto de especies que conforman el Sistema Ambiental.

Los individuos a rescatar de cada especie son las siguientes:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos a Rescate
Asparagaceae	*Echeandia breedlovei*	Lirio	30
Asteraceae	*Bidens reptans*	Flor amarilla	28
Bignoniaceae	*Anemopaegma puberulum*	Bejuco batea	6
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Commelina	10
Convolvulaceae	*Ipomoea clavata*	Ipomea	5
Dioscoreaceae	*Dioscorea carpomaculata*	Camote blanco	19
Dioscoreaceae	*Dioscorea cyanisticta*	Camote	10
Fabaceae	*Desmodium incanum*	Pega pega	26
Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	Cadillo	13
Fabaceae	*Senna uniflora*	Cacahuatillo	13
Poaceae	*Eragrostis mexicana*	Zacate llanero	12
Poaceae	*Melinis repens*	Pasto rosado	12
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuquillo	18
Selaginellaceae	*Selaginella hoffmannii*	Selaginela	11
Total			213

Tabla 12. Individuos a rescatar de las especies herbáceas.

Especies No Maderables.

Familia	Nombre científico	Nombre común	IVI		IVI mayor en CUSTF
			SA	CUSTF	
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Cola de faisán	10.10%	2.60%	
Araceae	*Philodendron warszewiczii*	Mano de león	10.88%	4.30%	
Araceae	*Syngonium chiapense*	Lengua de vaca	1.18%		
Asparagaceae	*Agave hiemiflora*	Agave	20.49%	3.50%	
Bignoniaceae	*Adenocalymma inundatum*	Bejuco	2.74%		
Bignoniaceae	*Amphilophium crucigerum*	Bejuco de canoíta	0.59%		
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Piñuela	20.25%	25.20%	✓
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Piñuela	0.72%		
Bromeliaceae	*Hechtia glomerata*	Guapilla	9.44%		
Bromeliaceae	*Tillandsia caput-medusae*	Medusa	6.20%		
Bromeliaceae	*Tillandsia juncea*	Magueyito	10.51%	3.50%	
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Tillandsia	1.82%		
Bromeliaceae	*Tillandsia utriculata*	Magueyito	0.72%		
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	11.41%	10.80%	
Cactaceae	*Opuntia decumbens*	Nopal de culebra	3.33%		
Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Nopal	19.97%	34.40%	✓
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Cactus 4 Costillas	3.46%	2.60%	
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Cactus rastrero	5.28%	16.50%	✓
Cactaceae	*Weberocereus glaber var. mirandae*	Pitahaya cimarrón	0.72%		
Convolvulaceae	*Ipomoea trifida*	Trompetilla rosa	2.23%		
Dioscoreaceae	*Dioscorea nelsonii*	Barbasco	3.54%		
Fabaceae	*Mucuna pruriens*	Pica pica	1.31%		
Orchidaceae	*Aulosepalum trufulae*	Orquidea rupícola	9.85%		
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Orquidea terrestre	8.26%	16.40%	✓
Orchidaceae	*Epidendrum cardiochilum*	Orquidea epifita	1.69%		
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquidea Monja Africana	33.34%	80.50%	✓
Total			200%	200%	5

Tabla 13. Comparativa IVI SA y Área de CUSTF – No maderables.

De la comparativa (Tabla 13) observamos que en **5** especies el **IVI** es mayor en el Área de Proyecto, en contraste a su valor de importancia dentro del conjunto de especies que conforman el Sistema Ambiental:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos a Rescate
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Piñuela	28
Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Nopal	42
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Cactus rastrero	17
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Orquidea terrestre	21
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquidea Monja Africana	125
Total			233

Tabla 14. Individuos a rescatar de las Especies No Maderables.

6. Especies de Bromelias, Cactáceas y Orquídeas.

Se propone el rescate de los individuos de especies de Bromelias, Cactáceas y Orquídeas. Realizando el análisis de la flora detectada en el Área de Proyecto, se detectaron dos especies de Bromelias, cuatro especies de Cactáceas y dos especies de Orquídeas.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos a Rescate
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Piñuela	28
Bromeliaceae	*Tillandsia juncea*	Magueyito	5
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	9
Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Nopal	42
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Cactus rastrero	17
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Orquidea terrestre	21
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquidea Monja Africana	125

Tabla 15. Individuos a rescatar de Bromelias, Cactáceas y Orquídeas.

En total se presenten rescatar 1,518 individuos. La reubicación de las especies de Flora debe de tener un estándar en el distanciamiento, tomando como referencia la recuperación de áreas desprovistas de vegetación con densidades de 625 plantas por hectárea (4 m x 4 m), se necesitará al menos 2.4288 Ha para realizar la reubicación de especies, sin embargo, se propone una superficie mayor, siendo esta de **3.1011 Ha**.

Estrato	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos a Rescatar
Arbóreo	Anacardiaceae	*Comocladia guatemalensis*	Cinco negritos	61
	Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Corcoche	6
	Asteraceae	*Montanoa tomentosa*	Malacate	2
	Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pumpushuti	54
	Boraginaceae	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	76
	Burseraceae	*Bursera excelsa*	Copal	78
	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Mulato	128
	Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Escobillo	1
	Fabaceae	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	24
	Fabaceae	*Erythrina goldmanii*	Frijolillo	2
	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guaje	103
	Fabaceae	*Lonchocarpus guatemalensis*	Calagua	10
	Fabaceae	*Lonchocarpus parviflorus*	Chaperla	57
	Fabaceae	*Mimosa tenuiflora*	Sierrita	129

Estrato	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos a Rescatar
	Fabaceae	*Senna atomaria*	Hediondillo	28
	Fabaceae	*Senna skinneri*	Santa rosa	9
	Malvaceae	*Heliocarpus reticulatus*	Guaspo	7
	Meliaceae	*Trichilia hirta*	Napahuito	3
	Moraceae	*Ficus cookii*	Higo	19
	Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	40
	Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	Carnero	9
	Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquín	23
	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	6
	Rutaceae	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	14
	Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Cafecito	17
Subtotal				906
Arbustivo	Asteraceae	*Zexmenia serrata*	Acahual amarillo	24
	Euphorbiaceae	*Acalypha macrostachya*	Zanca de mula	23
	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Mala mujer	41
	Fabaceae	*Desmodium nicaraguense*	Desmodium	33
	Fabaceae	*Senna pallida*	Chipilín	8
	Malvaceae	*Waltheria indica*	Malva	21
Subtotal				150
Herbáceo	Asparagaceae	*Echeandia breedlovei*	Lirio	30
	Asteraceae	*Bidens reptans*	Flor amarilla	28
	Bignoniaceae	*Anemopaegma puberulum*	Bejuco batea	6
	Commelinaceae	*Commelina erecta*	Commelina	10
	Convolvulaceae	*Ipomoea clavata*	Ipomea	5
	Dioscoreaceae	*Dioscorea carpomaculata*	Camote blanco	19
	Dioscoreaceae	*Dioscorea cyanisticta*	Camote	10
	Fabaceae	*Desmodium incanum*	Pega pega	26
	Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	Cadillo	13
	Fabaceae	*Senna uniflora*	Cacahuatillo	13
	Poaceae	*Eragrostis mexicana*	Zacate llanero	12
	Poaceae	*Melinis repens*	Pasto rosado	12
	Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuquillo	18
	Selaginellaceae	*Selaginella hoffmannii*	Selaginela	11
Subtotal				213
No Maderables	Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Piñuela	28
	Bromeliaceae	*Tillandsia juncea*	Magueyito	5
	Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	9
	Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Nopal	42
	Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Cactus 4 Costillas	2
	Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Cactus rastrero	17
	Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Orquidea terrestre	21
	Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquidea Monja Africana	125
Subtotal				249
Total				**1,518**

Tabla 16. Especies y número de individuos propuestos para rescate.

En algunos casos, como en aquellos del estrato arbóreo, el rescate consistirá en la restitución del individuo, mediante la colecta de germoplasma y serán cultivados en el vivero y posteriormente sembrados en el área de reubicación.

6.4.1.6. Localización de los Sitios de Reubicación

La reubicación de las especies de Flora se realizará dentro de la superficie del predio "CONSTHER" que no será afectada por las actividades del Proyecto, el sitio presenta una superficie de **3.1011 Ha**.

Las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) del sitio en donde se realizará la reubicación de las especies se muestra en la Tabla 17. La ubicación se muestra en la Figura 6.

Coordenadas UTM		
Vértice	**X**	**Y**
1	479097	1844289
2	479225	1844091
3	479107	1844018
4	478993	1844189

Tabla 17. Coordenadas del Sitio de Reubicación de la Flora Silvestre rescatada.

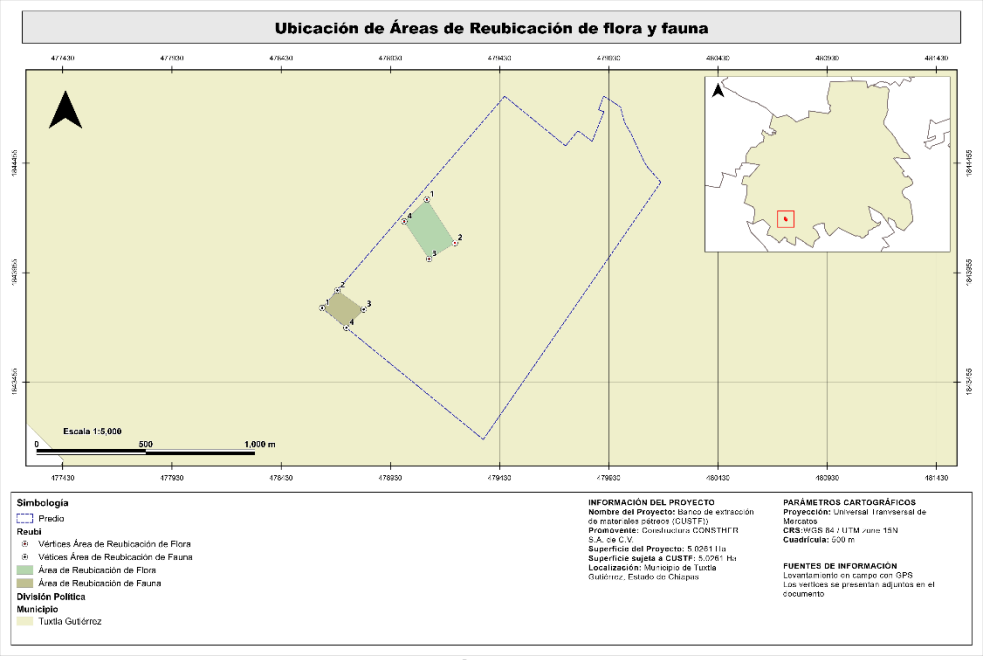


Figura 6. Ubicación del Área de Reubicación de Flora.

6.4.1.7. Acciones por realizar para el mantenimiento y supervivencia, que garantice al menos el 80% de supervivencia

- **Manejo Sanitario**

Llevar a cabo observaciones periódicas de los individuos trasplantados, esto es con la finalidad de detectar posibles enfermedades ocasionadas por hogos u otros patógenos, aplicando de ser necesario medidas correctivas.

- **Adaptación del Trasplante**

Observar las condiciones de los individuos, sanidad, turgencia, coloración, etc., para detectar posibles necesidades hídricas con el fin de aplicarles riego.

- **Detección de Plagas y su Control**

Al ser detectados posibles patógenos (hongos, insectos) usar plaguicidas o fungicidas convenientes para evitar daños a los individuos.

- **Aplicación de Riegos**

De ser necesario, a través de pipas de 3000 o 5000 L, suministrar agua a los individuos rescatados, si se considera necesario, ya que la zona donde se está ejecutando el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la lluvia se presenta en la mayor parte del año.

6.4.1.8. Programa de actividades

Se dará seguimiento al cronograma de actividades relacionadas con el rescate de Flora dentro de las áreas sujetas a CUSTF, que involucra las acciones de transporte, reubicación y mantenimiento.

El programa se realizará de forma paulatina de acuerdo con los avances del proyecto, realizando la reubicación en los meses de lluvia. El cronograma de la Tabla 18 hace referencia a los meses que durará cada una de las actividades y que coincide con los plazos de ejecución propuestos para el CUSTF:

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AÑOS 1, 3, 5, 7 Y 9												
Identificación y señalización de individuos a rescatar	X											
Registro de individuos	X											
Identificación de área para reubicación de flora	X											
Construcción de vivero temporal	X											
Colecta de germoplasma de especies arbóreas	X											
Rescate de plántulas		X	X									
Rescate de epífitas		X	X									
Traslado de individuos rescatados al sitio del vivero temporal		X	X	X								
Manejo sanitario				X		X		X		X		
Adaptación del trasplante					X		X		X			
Detección de plagas y control						X		X		X		
Aplicación de riegos							X		X		X	
Traslado de individuos rescatados al sitio final de reubicación								X	X	X	X	
Seguimiento de la Reubicación de Flora Silvestre										X	X	X
AÑOS 2, 4, 6, 8 Y 10												
Manejo sanitario	X		X		X		X		X		X	
Adaptación del trasplante		X		X		X		X		X		X
Detección de plagas y control	X		X		X		X		X		X	
Aplicación de riegos	X	X	X	X	X	X		X		X		X
Traslado de individuos rescatados al sitio final de reubicación												
Seguimiento de la Reubicación de Flora Silvestre		X		X		X		X		X		X

Tabla 18. Cronograma de Actividades del Programa de Rescate de Flora.

6.4.1.8. Evaluación de Indicadores de Rescate y Reubicación

La evaluación y seguimiento del programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal permitirá determinar el grado de éxito del programa, al mismo tiempo que se mantiene un control en las actividades que se proponen como parte de la metodología que permita alcanzar los objetivos planteados. Con el fin de obtener indicadores de evaluación, se deberá tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- ***Sobrevivencia:*** Se estimará cuantitativamente el éxito del rescate y reubicación de los individuos bajo las acciones de mantenimiento para asegurar la supervivencia de los ejemplares rescatados y reubicados.
- ***Estado Sanitario:*** Se estimará la porción de las plantas sanas respecto a las plantas vivas en la plantación.
- ***Vigor de los Individuos:*** Describir la porción de los organismos vigorosos del total de los individuos vivos. Generalmente, el vigor se clasifica de la siguiente manera:
    - → *Bueno:* Cuando la planta presenta un follaje denso, color verde intenso y tiene buena cobertura de copa.
    - → *Regular*: Cuando la planta muestra un follaje menos denso, color verde seco a amarillento y follaje medio.
    - → *Malo*: Cuando el follaje es amarillento, ralo y de hojas débiles.

Para determinar el éxito del programa podrá hacerse uso de los indicadores de la siguiente tabla:

Expresión	Descripción	Conclusión
$ER_R = \frac{IR}{\sum IR_R}$	Donde: ER_R : Efectividad del programa de rescate y reubicación IR: Individuos rescatados ∑IRR: Individuos totales que demandan actividades de rescate y reubicación	100- ≥80 % Efectivo 70-<80 % Aceptable < 70 % Fallido
$ER = \frac{I_R}{\sum IR}$	Donde: ER : Efectividad del rescate IR: Individuos reubicados ∑IR: Individuos totales rescatados	100- ≥80 % Efectivo 70-<80 % Aceptable < 70 % Fallido
$E_R = \frac{I_V^{-1}}{\sum I_R}$	Donde: E_R : Efectividad de la reubicación IV-1: Individuos vivos a un año ∑IR: Individuos totales reubicados	100- ≥80 % Efectivo 70-<80 % Aceptable < 70 % Fallido

Tabla 19. Indicadores de Éxito para el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.

La evaluación consistirá en la cuantificación del porcentaje de sobrevivencia de los ejemplares reubicados, en este sentido dicha evaluación se realizará a los 30 días de haber efectuado la reubicación, donde se espera un 80% mínimo de sobrevivencia.

6.4.1.9. Informe de avances y resultados

A partir de la información obtenida en las diferentes etapas del **Programa de Rescate y Reubicación** de las especies de la vegetación forestal, se elaborarán y emitirán los informes correspondientes en los términos que dicte en su momento, el resolutivo con respecto a la MIA-P del proyecto expedido por la SEMARNAT.

6.4.2. Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre

6.4.2.1. Objetivo general

Implementar las medidas efectivas para la captura de especies de Fauna silvestre con el fin de proteger, reubicar y resguardarlas para su conservación, evitando los impactos que su pérdida causarían al medio ambiente.

6.4.2.2. Objetivo general

- Identificar las especies de Fauna silvestre susceptible de protegerse y conservarse, raras o endémicas que se encuentren dentro del área del proyecto.
- Establecer acciones para la protección de la Fauna silvestre del sitio.
- Establecer criterios técnicos para realizar el rescate de las especies de la Fauna amenazada por las actividades de esta obra que así lo requieran.
- Indicar las acciones realizadas para la protección de la Fauna del sitio.

6.4.2.3. Identificación y ubicación de las especies

El rescate de Fauna Silvestre durante la ejecución de una obra o actividad es una medida preventiva para la reducción de posibles impactos a la biodiversidad. En los siguientes apartados se describe la metodología que se siguió para realizar el levantamiento de Fauna:

6.4.2.3.1. Metodología para muestreo de fauna

Para el registro de Fauna se realizaron recorridos dentro y fuera del área de estudio (transectos lineales) para los grupos de aves, anfibios, reptiles y mamíferos. Asimismo, se colocaron Trampas Sherman para la captura de individuos pequeños, redes para aves y murciélagos, estaciones olfativas y cámaras trampas; como se detalla en seguida:

- **Metodología para el monitoreo de mamíferos**

Para la búsqueda de mamíferos se empleó la técnica de transecto lineal (Buckland et al., 1993) de longitud variable y un ancho de 10 x 10 (modificado por Miller B. W. y Miller M. C. 1999), en un horario de 6:00 a 11:00 horas. El recorrido se realizó sobre el tipo de vegetación presente en el área sujeta a CUSTF, en los cuales se efectuaron observaciones directas (conteos de los animales observados en un determinado recorrido) e indirecta (basado en la interpretación de los rastros que los animales dejan en su medio ambiente, tales como huellas, excretas, restos óseos, entre otros).

Para el registro de los datos se anotó en una libreta de campo. La determinación taxonómica se realizó con el apoyo de guías de campo especializadas (Aranda, 2000 y Reid, 1997) y la clasificación taxonómica de las especies se basó en lo propuesto por Wilson y Reeders (2005). En caso de no identificar a simple vista la especie, se procedió a la impresión de huellas mediante una mezcla de yeso odontológico, que fue transportada envuelta en papel

periódico. Los datos fueron capturados en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos correspondientes al grupo taxonómico.

- **Redeo de Murciélagos**

Se colocaron dos redes de niebla dos de 4 m y tres de 12 metros de largo por dos metros de ancho cada uno, con permanencia de tres a cuatro noches; éstas se abrieron a partir de las 18:30 horas y permanecían abiertas cuatro horas, se realizaron revisiones intermedias cada 40 minutos. Las redes fueron colocadas entre la vegetación y cerca de cuerpos de agua, a 50 cm. del suelo.

Cada uno de los murciélagos capturados fue identificado mediante la utilización de claves de campo de Medellín et al. (1997) y Reid (1997) y se le tomaron las medidas somáticas correspondientes para su identificación y fueron liberados en el mismo sitio de captura.

Los datos fueron anotados en una libreta de campo para posteriormente, capturarlos en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos correspondientes al grupo taxonómico.

- **Trampas Sherman.**

Se colocaron dos trampas tipo shermann, estas fueron colocadas sobre troncos, contrafuertes, rocas y sobre ramas, la distancia de una trampa a otra fue de 50 metros aproximadamente. El cebo que se utilizo fue avena, nutela y esencia de vainilla. Estas fueron activadas durante la tarde y revisadas en la mañana siguiente. Para la identificación de las especies se utilizó la guía de Fiona Reid, Ceballos y Oliva 2005. Después de su identificación las especies fueron liberadas en el mismo sitio de captura, los datos obtenidos fueron anotados en una libreta de campo y posteriormente capturado en una base de datos Excel.

- **Metodología para el monitoreo de la avifauna del área de CUSTF.**

Para el registro de aves se empleó la técnica de transecto lineal, esta técnica consistió en hacer recorridos a una velocidad constante a través de los diferentes tipos de vegetación (Bibby et al, 1998). La velocidad promedio fue de un kilómetro por hora, con una longitud variable para recorridos terrestres. Los recorridos se iniciaron a partir de las 06:00 y se finalizaron alrededor de las 11 horas, ya que es el periodo del día en el que las aves presentan su mayor actividad, por lo cual su detección es más probable. Las especies se identificaron de forma visual, con el uso de binoculares (10x40), así como de forma auditiva a través de las vocalizaciones distintivas de cada especie (Ralph et al., 1996). Además, se utilizaron guías especializadas de identificación de aves: Guide to the birds of Mexico and Northern Central America (Howell y Webb, 1995), Aves de México (Peterson y Chalif, 1989), The Sibley guide to birds (Sibley, 2000) y Shorebirds of North America: the photographic guide (Paulson, 2005).

El nombre científico de las especies se asignó con base en la lista anotada del Check-list American Ornithologists' Union (1998) y suplementos actualizados al año 2015. La estacionalidad se determinó con base en Howell y Webb (1995). Los datos fueron anotados en una libreta de campo. Posteriormente fueron capturados en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos solicitados por la base correspondiente al grupo taxonómico.

- **Redeo de Aves.**

Se colocaron dos redes de niebla dos de 4 m y tres de 12 metros de largo por dos metros de ancho cada uno, con permanencia de tres a cuatro días y tardes; éstas se abrieron por la mañana a partir de las 07:00 a las 13:00 horas y por las tardes de 16:00 a 18:30 horas y permanecían abiertas cinco horas en el día y 02:30 horas en la tarde, se realizaron revisiones intermedias cada 30 minutos. Las redes fueron colocadas entre la vegetación.

Cada una de las aves capturadas fue identificada mediante la utilización de guías de campo (Howell y Webb, 1995) y (Peterson y Chalif, 1989), las especies capturadas fueron liberadas en el mismo sitio de captura.

Los datos fueron anotados en una libreta de campo para posteriormente, capturarlos en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos correspondientes al grupo taxonómico.

- **Metodología para el monitoreo de Anfibios y Reptiles**

Para los muestreos se utilizó la técnica de transecto lineal (Heyer, et al., 1994), realizando recorridos terrestres diurnos, con una longitud variable registrando anfibios y reptiles a lo largo del transecto y a 10 metros a cada lado del mismo; en horarios de 8:00 a 13:00 horas. Buscando de manera intensiva con ayuda de un gancho herpetológico y una lámpara en los sitios potenciales o microhábitat donde se encuentran (arroyos, aguajes, riachuelos, hojarasca, troncos caídos, bajo piedras y corteza de árboles, pozos, zanjas y cuerpos de agua artificiales).

El registro se efectuó por medio de observación directa e indirecta (registro visual, auditivo, rastros y mudas). Los datos recabados se anotaron en una libreta de campo, donde se solicita nombre del predio, localidad, nombre del transecto, coordenadas, altitud, nombre del observador, número de registro, nombre científico, tipo de vegetación y observaciones (medidas morfométricas en algunas especies para identificación).

La identificación se realizó con ayuda de las guías Campbell, (1998); Duellman, (2001); Lee, (2000) y Köhler, (2008, 2010), el arreglo taxonómico fue con base en CONABIO (2013). Los resultados obtenidos fueron capturados en una base de datos con campos específicos para el grupo en el programa Microsoft Excel ver. 2007.

6.4.2.3.2. Análisis de Especies Identificadas

De acuerdo con los resultados de los muestreos de Fauna realizados, se reporta lo siguiente:

- Para el SA se identificaron un total de **50 especies (2 de Anfibios, 7 de Reptiles, 33 de Aves y 8 de Mamíferos**.
- Para la superficie sujeta a CUSTF se encontraron un total de **34 especies (5 de Reptiles, 25 de Aves y 4 de Mamíferos)**.

Con respecto a la existencia de individuos dentro de los listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2019 y/o su Anexo Normativo III, dentro del área correspondiente al SA se identificaron cuatro especies de fauna con estatus de Sujetas a

Protección Especial (Pr), siendo estas *Amazona albifrons*, *Eupsittula canicularis*, *Ctenosaura acanthura* e *Iguana iguana.*

Por su parte, en el área de CUSTF se identificaron dos especies de fauna incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III, siendo estas *Iguana iguana* y *Eupsittula canicularis*.

6.4.2.5. Actividades de rescate y reubicación

- **Fase I: Identificación de Fauna vulnerable e identificación de riesgos de las especies identificadas.**

Una vez identificadas las especies localizadas en el sitio, se especifican algunas acciones también las cuales estarán encaminadas a la prevención de posibles afectaciones a la fauna por la acción humana.

Determinación de Riesgos.

Una vez identificada las especies de fauna que se pueden localizar en el área de obra, es necesario determinar el riesgo que puedan sufrir. Para ello se clasifican las etapas del proyecto en *Previa, Durante, Posterior*.

A continuación, se describen las especies susceptibles a algún daño de acuerdo con la actividad a realizar, el posible riesgo y tipo de riesgo en que se clasifica, y a como se identifica posteriormente en el Diagrama del Proceso de atención al rescate (Tabla 20).

Etapa	Actividad	Fauna Susceptible	Posible Riesgo	Tipo de Riesgo
Previa	Desmonte y chapeo	Reptiles Anfibios Aves	Se pueden encontrar al momento de realizar el desmonte.	Indirecto
			Afectación a individuos que no se hayan desplazado fuera del área de trabajo.	Directo
Durante	Inicio de labores diarias con maquinaria y sin maquinaria	Anfibios Reptiles Aves Mamíferos	Se pueden encontrar fauna dentro del sitio de trabajo o en la maquinaria que utilizan como refugio.	Directo
			Pueden quedar atrapados individuos durante las horas de trabajo.	Directo
Posterior	Actividades de compensación, mantenimiento o supervisión	Reptiles Anfibios Aves	Afectación a individuos que no se hayan desplazado fuera del área de trabajo.	Directo

Tabla 20. Identificación de Riesgos a la Fauna.

Estos riesgos son los probables a encontrar durante las diferentes etapas del proyecto, pero es necesario que durante todo el proceso constructivo se siga realizando este análisis con el fin de identificar nuevos riesgos de acuerdo con las técnicas y herramientas que sean usadas durante el desarrollo del proyecto.

Criterios de Selección de Especies.

1. Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en su Anexo Normativo III.

Derivado del análisis efectuado a la Fauna Silvestre del Área de Proyecto, se identificaron 4 especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana, dos especies de Reptiles y dos especies de Aves, las especies y su categoría de protección son las siguientes:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos a Rescate
Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de Cola Espinosa del Golfo	Pr	3
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr	2
Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Cabeza Blanca	Pr	12
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	Pr como *Aratinga canicularis*	28
Total				45

Tabla 21. Especies de Fauna Silvestre a rescatar por su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.

**Pr = Sujeta a Protección Especial.*

En el caso de las aves, estás serán ahuyentadas y se corroborará que no tengan nidos en la zona del proyecto, para los reptiles, estos serán capturados y reubicados en sitios alejados del Área de Proyecto.

2. Especies de baja movilidad.

Todos aquellos organismos de baja movilidad o cuya movilidad, aunque rápida, es acotada a un hábitat reducido y que sean identificados durante las labores de campo serán sujetos a rescate de acuerdo con las técnicas y metodologías descritas.

Las especies identificadas como de baja movilidad son las siguientes:

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos a rescatar
Anfibios	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo comun	14
Anfibios	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	3
Reptiles	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	2
Reptiles	Dactyloidae	*Anolis unilobatus*	Abaniquillo	4
Reptiles	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Cuija	4
Reptiles	Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana cola espinosa del noreste	3
Reptiles	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	2
Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija escamosa variable	7
Reptiles	Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Lagartija verdi azul	3
Mamíferos	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño	1
Mamíferos	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo Serrano	3
Mamíferos	Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo Espalda Blanca	2
Mamíferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	2
Total				50

Tabla 22. Especies de Fauna Silvestre a rescate que presentan baja movilidad.

Fase II: Medidas aplicables en las diferentes etapas del Proyecto.

1. Antes

Concientización Ambiental

Una medida básica para evitar el daño a la Fauna es el trabajo de educación ambiental con los empleados que trabajarán en las obras y actividades del Proyecto. Ya que uno de los

factores que influye en el éxito de un Programa de Rescate es el nivel de disminución de las amenazas a la Fauna, se deberá concienciar a los trabajadores, siendo esto un factor clave que disminuye el riesgo de perder Fauna que está siendo desplazada o que se encuentra vulnerable. La concientización debe ser paulatina, previo a las actividades de construcción de las obras y debe llevar un seguimiento por parte de los supervisores ambientales.

Ahuyentamiento

Antes de iniciarse las actividades constructivas y en todo el tiempo que dure la obra, antes de iniciar las actividades, se procederá a realizar la revisión y hacer el máximo posible de ruidos, que permiten espantar a la fauna que se encuentre forrajeando o descansando en el área en donde pasará la maquinaria.

Captura y Reubicación

Esta representa la medida principal para salvaguardar la integridad de las especies de Fauna que residen en el área del Proyecto. Consiste en la búsqueda, identificación, captura, desplazo y reubicación de los especímenes de Fauna hacia zonas seguras que compartan las características del ecosistema del cual fueron movilizadas.

Para esta actividad se necesita seguir ciertas medidas precautorias, así como la participación de especialistas en la materia para evitar cualquier tipo de daño a las especies.

2. Durante

Carteles informativos

Es necesario realizar carteles de difusión sobre la protección de la fauna silvestre. Estos carteles, indicarán que está prohibida la caza, la captura de las especies para uso de alimentación, venta o como mascotas; así como prohibir las quemas y el tirar residuos en el suelo.

Ahuyentamiento Diario

A lo largo de la duración de las obras y actividades de CUSTF, antes de iniciar las jornadas laborales, se realizarán caminatas en los alrededores del área del Proyecto; produciendo el máximo ruido posible con el fin de alertar a las especies, causando su desplazamiento a otras zonas fuera del predio.

3. Posterior

Actividades de vigilancia

Una vez iniciadas las actividades constructivas, continuarán los recorridos y tendrán mayor énfasis en la vigilancia, ya que se considera que la fauna aun es propensa a impactos.

De igual forma se realizarán los recorridos al momento de la reanudación de actividades, después de pasar más de 72 horas de inactividad. Este tipo de revisión se debe a que existen especies como culebras, serpientes y anuros, que recolonizan áreas rápidamente

al no existir movimiento, y si estos encuentran áreas ideales para refugiarse, se les encontrara escondidas en esas áreas

Las revisiones serán recorridos rápidos buscando en las cavidades o encharcamientos, en que puedan ocultarse las especies antes mencionadas. En caso de localizar ejemplares, se capturarán y se reubicarán de inmediato en uno de los sitios determinados, estas actividades se deben de realizar con mucho cuidado y con la previa capacitación, ya que algunos animales pueden ser venenosos.

Debido que la época de secas y comienzos de las lluvias, son temporadas donde algunas aves se encuentran en proceso de búsqueda de pareja y apareamientos, por lo tanto, pueden comenzar a anidar en algunos de los árboles que se encuentren dentro del área donde se llevará a cabo la obra. Por lo anterior, es importante realizar recorridos en búsqueda de nuevos nidos activos para tratar de proteger al máximo los mismos.

Una medida básica, para evitar el daño a la Fauna, es el trabajo de educación ambiental con los empleados de la empresa (Promovente). Uno de los factores que influye en el éxito de un programa de rescate es el nivel de disminución de las amenazas a la fauna.

Es por lo que concienciar a los pobladores es un factor clave, que disminuye el riesgo de perder fauna que está siendo desplazada o que se encuentra vulnerable. La concientización debe ser paulatina, previo a las actividades de construcción de las obras, y debe llevar un seguimiento por parte de los supervisores ambientales.

Durante la supervisión ambiental se realizarán pláticas de educación ambiental para concientizar a los trabajadores, y en los cuales se exhortará a que en caso de encontrarse fauna en el sitio de aviso al encargado ambiental para que se realice lo conducente.

Con el inicio de las actividades del proyecto, principalmente el desmonte y despalme, la fauna presente tiende refugiarse en sitios aledaños, para los organismos, que así sea requerido se aplicarán las técnicas de captura y reubicación en sitios aledaños.

6.4.2.6. Técnicas propuestas para rescate de fauna

Se recomienda que, durante el desarrollo de las actividades del proyecto, se continúen los recorridos diarios y en caso de identificarse alguna otra especie que requiera ser reubicados al sitio y sus alrededores.

Cuando se lleven a cabo acciones de rescate de fauna se tomarán las medidas adecuadas de acuerdo con la especie encontrada, así como a la situación bajo la cual se registró el individuo. Al efectuar un rescate se tomarán los datos del sitio donde se localiza a la especie, así como los datos del sitio donde se efectúe la reubicación de este. A continuación, se describen las técnicas de captura para cada especie:

Captura Directa

Este método se da con la búsqueda intensiva de los ejemplares, y posteriormente ser capturados con la técnica adecuada a las características de la especie:

- **Anfibios**

En general todos los anfibios siempre se encuentran muy cerca o dentro de los cuerpos de agua o corrientes superficiales; se les pueden localizar bajo la hojarasca, huecos, o debajo de las piedras, ya que son sitios que permanecen húmedos y con una temperatura más baja. Los anfibios pueden tomarse con la mano completa sobre el individuo, procurando no ejercer demasiada presión, tomarlo firmemente y colocarlo en los costales de manta húmedos. Se debe tener la precaución de no tener ninguna sustancia tóxica en la mano, para evitar causales un daño permanente o la muerte. Cuando se localicen dentro de cuerpos de agua, deben ser capturados por medio de redes de golpe, con las cuales se sacarán y depositaran en los costales de manta húmedos.

En caso de que los individuos permanezcan en resguardo más de 2 horas estos deberán colocarse en botes o recipientes con tapa perforada con huecos no mayores a 0.5 cm, para permitir la entrada de aire. Estos contenedores deben tener un sustrato que permita guardar la humedad (hojas, pastos, sustratos artificiales), además de que serán colocados a la sombra.

- **Iguánidos**

En el caso iguanas, pueden ser capturadas por medio de redes de aro o por captura directa con guantes. Una vez capturadas, deben ser sujetadas por la cabeza y cola. Se debe tener cuidado con la cabeza por las mordidas que puede dar, al igual que con la cola ya que la usan como látigo. La cabeza debe ser sujetada firmemente más no se deben tapar las vías respiratorias, en el caso de la cola, no jalarla del último tercio ya que puede perderla. La sujeción puede ser hecha de forma directa o por medio de un sujetador de vara larga, o en su caso con redes de aro.

Para el traslado de iguanas, se puede realizar por medio de costales, cajas de madera o de plástico que cuenten con tapa y un buen sistema de aireación. Lo recomendable para individuos grandes, es el traslado en las cajas plásticas o de madera. Si es necesario mantenerlos algunas horas bajo resguardo, estos deben permanecer en zonas de sombra, y humedecerlos constantemente.

- **Colúbridos**

Para este grupo deben ser capturados de acuerdo con su tamaño, por distintos métodos. En el caso de los pequeños generalmente es posible capturarlos manualmente. Se detiene la cabeza, y posteriormente el cuerpo. Los de talla mediana y grande pueden capturarse con gancho herpetológico, inmovilizando inicialmente la cabeza y sujetándola luego con la mano y el resto del cuerpo con la otra mano, con estos reptiles hay que tener mucho cuidado porque algunos pueden tener veneno que puede ser nocivo para la salud.

El proceso de captura será sujetando primeramente la cabeza y posteriormente inmovilizando la cola. Una vez capturado, el individuo debe ser colocado en un contenedor ideal para su comportamiento. Especies agresivas, se recomienda los contenedores de acrílico, con sustrato húmedo. Otra forma de transportarlas es en costales de manta.

Se debe tener especial cuidado, de mantenerlos en una zona con sombra y humedecidos continuamente, para evitar una deshidratación. No dejarlos en dentro de agua, para evitar una disminución excesiva de la temperatura.

- **Lagartijas**

En el caso de lagartijas, estas pueden ser capturadas directamente con la mano o un guante de tela. También se pueden usar pequeñas cañas de pescar y un pequeño lazo sin que estas sufran ningún daño. Estas pueden ser depositadas en bolsas de manta para ser transportadas o en cajas transportadoras de acrílico.

Las lagartijas que sean rescatadas deben de ser colocadas en costales pequeños de manta o en contenedores especiales (jaulas transportadoras de acrílico). Deben ser dejados bajo la sombra y de ser posible realizar su traslocación inmediatamente al sitio de liberación, ya que se cuenta con la ventaja, que estas especies tienen un ámbito de hogar pequeño, por lo que asegura que los individuos rescatados no pueden regresar inmediatamente al sitio donde fueron encontrados.

- **Mamíferos Medianos**

Los mamíferos medianos y pequeños tales como los mapaches pueden contenerse utilizando un sujetador o domador. El uso de un bozal como el que se utiliza en perros maximiza nuestra seguridad en el manejo.

Hay que tomar en cuenta que cada individuo tiene un carácter particular, aunque se trate de animales de la misma especie, por lo tanto, siempre hay que ser muy cauto y precavido, a fin de estar preparado para lo inesperado y así reaccionar rápidamente.

- **Aves**

Inicialmente puede arrojarse una toalla o trapo sobre el animal, aunque algunos prefieren contener al animal utilizando guantes. En cualquier caso, es importante controlar la cabeza del ave sosteniéndola desde atrás, a nivel de la base del cuello. Es recomendable contener las patas con la otra mano para evitar que el ave nos pueda hacer daño con las garras.

Para el traslado de los ejemplares, se deben colocar en jaulas de transporte con barrotes metálicos delgados, que son diseñadas especialmente para loros. Se pueden movilizar en jaulas de transporte tipo “kenell”.

Las capturas deben ser realizadas en las primeras horas del amanecer o en el atardecer, así como su liberación. En caso de tener que mantener bajo resguardo temporal de no más de un día, las jaulas deben colocarse en un área con sombra, para evitar las altas temperaturas. Proporcionar agua fresca, y fruta de la temporada. Una vez capturado al individuo será llevado al área determinada para su reubicación con la finalidad de evitar daños al organismo (Tabla 23).

Equipo	Utilidad en la Fauna	Observación	Figura del Equipo
Guantes	Pequeños mamíferos Aves Reptiles	De carnaza y muy gruesos	
Redes	Aves Mamíferos medianos	Tipo atarraya	
Red de golpeo	Mamíferos pequeños Aves Reptiles	De malla ligera y un tubo mayor de un metro	
Domador o amarrador	Mamíferos pequeños Mamíferos medianos Reptiles	Debe tener un tubo largo mayor de dos metros y un cable o lazo mayor a cinco metros	
Jaula de transporte aéreo	Todas las especies	Deben ser de acuerdo con el tamaño del ejemplar, preferentemente transparentes	

Tabla 23. Descripción del Equipo de Contención Física y Química Básico.

Medidas Morfométricas de los Individuos Rescatados.

Para el caso de Anfibios, Aves, Mamíferos y Reptiles se realizará el registro, a través de una tabla que contenga datos como: El Número de Registro, Fecha de captura, Clase, Orden, Suborden, Familia, Especie y el Estatus de esta en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y/o IUCN (Tabla 24).

No. de Reg.	Fecha	Clase	Orden	Suborden	Familia	Especie	Estatus*

Tabla 24. Tabla de Registro de Fauna.
**Respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y/o IUCN*

Para el caso de mamíferos de pequeña talla (Roedores y murciélagos, (Tabla 25), así como de anfibios (Tabla 26). Se les tomaran algunas medidas morfométricas adicionales, para ayudar en su identificación. Los datos por considerar se muestran en las siguientes tablas:

Fecha	Especie	Sexo	Lt	CV	Pt	O	Wt	Lc

Tabla 25. Medidas Morfométricas de cada individuo de Roedores y Murciélagos a registrar.
Lt) Longitud total; CV) Columna vertebral; Pt) Pata trasera; O) Oreja; Wt) Peso; Lc) Longitud de cola.

Fecha	Especie	Ancho de Cabeza	Longitud de Cabeza	Long. Ho-Cl	Ancho Cuerpo	Ancho de Cabeza

Tabla 26. Medidas Morfométricas de cada individuo de Anfibios a registrar.

6.4.2.7. Área de relocalización o reubicación

Posterior al recate de organismos, se procederá a llevar a los especímenes al área de relocalización o reubicación, previamente seleccionada. Ningún animal podrá estar en cautiverio por más de 24 horas.

La selección del área de liberación se basó en:

- Su grado de aislamiento respecto de las actividades que se desarrollarán durante el proyecto, pero a la vez presenta condiciones adecuadas para un control por parte de la empresa que permita un adecuado éxito en la relocalización.
- Las características del microhábitat en cuanto a cobertura y oferta de recursos.

Es pertinente mencionar que la razón que justifica que el traslado de los ejemplares capturados no se haga a grandes distancias (obviamente por fuera del área de influencia directa e indirecta del proyecto) se relaciona con los siguientes aspectos:

- Evitar el traslado de individuos con configuraciones genéticas particulares a otros ambientes.
- Promover que el nuevo hábitat seleccionado tenga condiciones abióticas similares a las del hábitat original.
- Evitar que los individuos permanezcan capturados por un tiempo prolongado.

Los animales serán trasladados en cajas acondicionadas a los sitios previamente seleccionados y liberados en puntos separados por a lo menos 20 metros unos de otros, con el fin de evitar la interacción durante el periodo crítico, inmediatamente posterior a la liberación. En caso de rescates y reubicación de fauna en el sitio, se tomarán los datos del sitio, del área de captura y el área de reubicación, se realizará un anexo fotográfico de las acciones de seguimiento del programa.

El sitio seleccionado para la reubicación de la Fauna Silvestre consta de una superficie de 1.6094 Ha y se localiza a dentro del Predio “CONSTHER”. Esta es un área mejor conservada y con Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia, igual a la de Proyecto.

Enseguida, se presentan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 N) del área propuesta para la reubicación de las especies de fauna y el plano de ubicación.

Coordenadas UTM		
Vértice	X	Y
1	478618	1843793
2	478687	1843874
3	478808	1843787
4	478729	1843703

Tabla 27. Coordenadas del área de reubicación de la Fauna Silvestre.

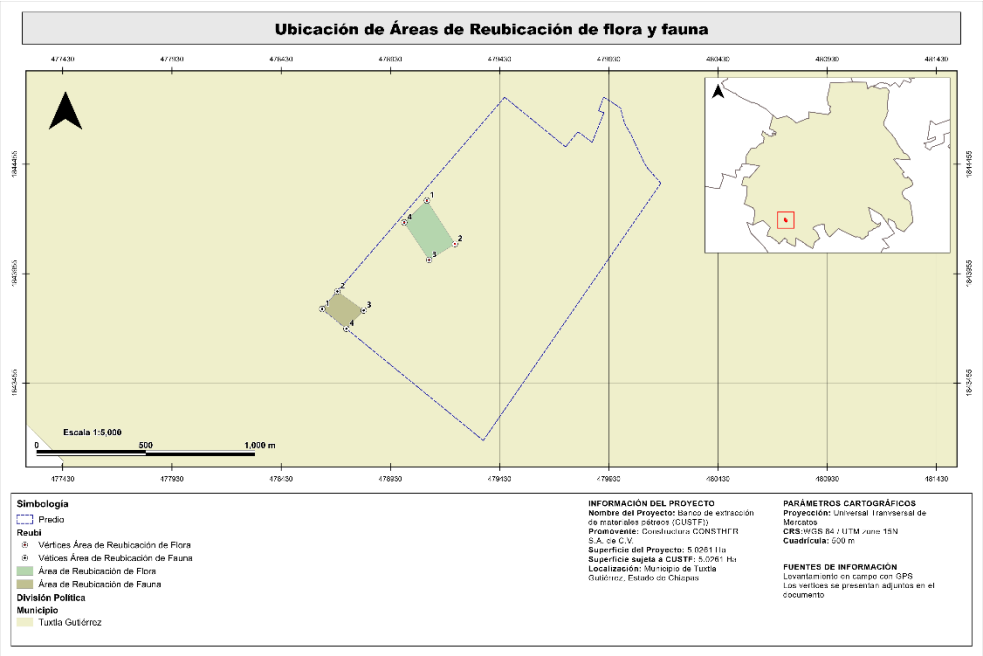


Figura 7. Sitio de Ubicación de Fauna Silvestre respecto al Proyecto.

6.4.2.8. Programa general de evaluación

Las actividades de rescate de especies iniciarán una semana antes del inicio de la ejecución del Proyecto y las acciones seguimiento serán de forma permanente durante su ejecución.

Actividad	Diario (Previo al inicio de Actividades)	Primera semana	Mensual
Recorrido previo para identificación de Fauna		X	
Recorrido para ubicar fauna	X		
Acciones de protección de fauna			X
Seguimiento			X

Tabla 28. Cronograma de Actividades Programa de Rescate de Fauna silvestre.

6.4.3. Programa de Conservación de Suelos y Agua

Derivado del crecimiento demográfico, no sólo en nuestro país, sino a nivel global, grandes extensiones de terrenos forestales se han visto modificadas para atender las necesidades de servicios que la sociedad demanda como lo son espacios para la agricultura, ganadería, desarrollos urbanos, entre otros. Estas modificaciones se traducen no sólo en pérdidas de la diversidad, sino en aspectos más complejos como modificación de ciclos biológicos.

En muchos de los casos, la degradación ha sido tal que impide incluso, cualquier posibilidad de recuperación de la vegetación a su estado original por medios naturales. Es una situación que obliga intervenir para facilitar la estabilización de las condiciones actuales del ambiente y promover su mejoramiento a través de diversas prácticas y actividades entre las que sobresalen la forestación y las prácticas de conservación de suelos.

Los *Programas de Conservación de Suelo y Agua* se han convertido en estrategias claves que los gobiernos, entidades educativas y diversos sectores de la sociedad, han adoptado

para mitigar los impactos ambientales que se generan durante el desarrollo de proyectos, o bien, para recuperar áreas degradadas y potencializarlas para el progreso de comunidades rurales. En este entendido, a estos programas se les han asignado tipologías, según su orientación; por lo que pueden ser:

- **De Protección y Restauración**

El presente documento corresponde a un Programa de Conservación de Suelo y Agua, a través de la Reforestación, como medida de compensación para la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-P) del proyecto **"*Banco de Extracción de Materiales Pétreos (CUSTF)*"**, a fin de promover la disminución de la erosión, mejorar la infiltración y calidad del agua, aunado a la recuperación de sumideros de carbono.

Para garantizar el éxito del Programa, es preciso realizar estudios de campo, que permitan conocer las condiciones del sitio susceptibles al establecimiento de la reforestación y que estas sean exitosas en su ejecución.

En este sentido, el presente documento propone la ejecución de un **Programa de Reforestación** y adicionalmente la construcción de **Obras de Conservación de Suelos y Agua**, que se implementarán como medidas de compensación y mitigación, respectivamente, para los impactos ambientales ocasionados por la erosión laminar (hídrica y eólica), el déficit de agua que se generarán por la ejecución del CUSTF, así como la recuperación de zona para la captura de carbono.

6.4.3.1. Objetivos

General

Definir las estrategias, actividades y metodología a seguir para la ejecución de las acciones de reforestación.

Específicos

- Delimitar el sitio en el cual se pretende llevar a cabo el Programa de Reforestación.
- Seleccionar las especies vegetales a utilizar para la reforestación.
- Definir la estrategia y metodología para llevar a cabo la reforestación.
- Establecer las actividades de mantenimiento y monitoreo que se aplicarán.
- Calendarizar cada una de las etapas para la ejecución de la reforestación.
- Determinar los indicadores que se emplearán para evaluar la efectividad del Programa de Reforestación.
- Proponer obras de conservación de suelo y agua, como medidas de mitigación por el cambio de uso de suelo.
- Identificar las obras de conservación de suelo y agua a proponer, dado la naturaleza del proyecto.

6.4.3.2. Características del Área de Estudio

- **Ubicación**

El proyecto se localiza en el Municipio de Tuxtla Gutiérrez, en el Estado de Chiapas. El área de afectación abarca una superficie de 5.0261 Ha con Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.

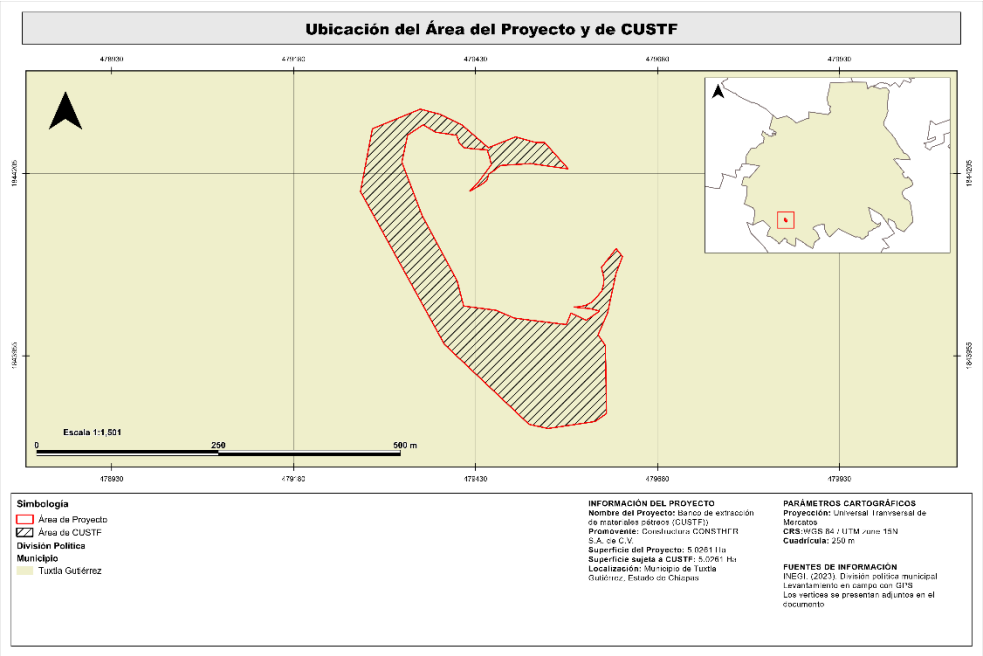


Figura 8. Localización del Área de CUSTF.

- **Degradación del Suelo**

Erosión laminar

- *Erosión Laminar Hídrica:*

Actualmente, en el área de CUSTF, se presenta una tasa erosiva hídrica de **3,116.72 Ton/Año**, mientras que, tras la remoción de la cobertura vegetal por la ejecución del CUSTF, la tasa erosiva aumentará a **6,233.43 Ton/Año**, lo que indica una diferencia de **3,116.72 Ton/Año**.

- *Erosión Laminar Eólica:*

Actualmente, en el área de CUSTF, se presenta una tasa erosiva eólica de **53.06 Ton/Año**, mientras que, tras la remoción de la cobertura vegetal por la ejecución del CUSTF, la tasa erosiva aumentará a **132.63 Ton/Año**, lo que indica una diferencia de **79.58 Ton/Año**.

- *Análisis General*

Teniendo en cuenta las tasas de erosión hídrica y eólica, en el área de CUSTF se estima actualmente una pérdida de **3,169.77 Ton/Año**. Sin embargo, como consecuencia de la remoción de la cobertura forestal asociada al CUSTF, esta pérdida ascenderá a **6,366.06 Ton/Año**. Lo anterior representa un aumento de **3,196.29** Ton/Año de suelo erosionado, lo cual deberá ser mitigado y compensado por medio de la aplicación de medidas.

Déficit de aguas

En el área de CUSTF, actualmente se infiltran **35,983.99 m^3**, mientras que, tras la remoción de la cobertura vegetal, se infiltrarán **32,846.55 m^3** de agua. Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que se tendrá un descenso de **3,137.44 m^3** de agua, por lo que se deberán de implementar las medidas necesarias para su mitigación y/o compensación.

En la siguiente tabla, se presenta el resumen de las tasas de infiltración en las etapas del área sujeta a CUSTF.

Disminución en la tasa de infiltración (m^3)			
Etapas	**Previo al CUSTF**	**Posterior al CUSTF**	**Diferencia**
1	7,485.18	6,832.55	652.63
2	7,285.43	6,650.21	635.22
3	6,998.34	6,388.14	610.19
4	7,279.70	6,644.99	634.71
5	6,935.34	6,330.65	604.69
Total	**35,983.99**	**32,846.55**	**3,137.44**

Tabla 29. Resumen de tasas de infiltración en las etapas del área de CUSTF.

6.4.3.3. Reforestación

La LGDFS define, en su Artículo 7°, Fracción LII, al término de Reforestación como el "*establecimiento de especies forestales en terrenos forestales*", y de acuerdo con la Fracción LXXX, entendiendo como Vegetación Forestal al "*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*"; además, es una herramienta que tiene como objetivo la recuperación de áreas degradadas ya sea por procesos naturales o por las acciones y actividades humanas.

A continuación, se presentan los elementos necesarios para llevar a cabo la correcta ejecución e implementación del Programa de Reforestación, como lo son: ubicación de sitio a reforestar, especies vegetales a plantar, diseño y método de plantación, calendarización de las etapas de reforestación, establecimiento de las actividades de manejo, mantenimiento y monitoreo del sitio a reforestar e indicadores que se emplearán para medir la eficiencia del Programa.

6.4.3.3.1. Ubicación de la Reforestación

Las actividades del Programa deberían, idealmente, implementarse al interior del área del proyecto, con el objeto de compensar y mitigar los efectos en el déficit de infiltración y aumento en la tasa de erosión de aguas que se ocasionarán por la ejecución del CUSTF; sin embargo, debido a que al interior del Predio en donde se encuentra el Proyecto carece de áreas amplias disponibles para ejecutar las actividades del Programa de Reforestación, aunado a que la Promovente pretende seguir llevando a cabo labores de extracción de materiales pétreos, se propone realizar el Programa de Reforestación al interior del Área Natural Protegida (ANP) denominada Parque Nacional "Cañón de Sumidero".

Esta decisión fue tomando en cuenta que, en dichas zonas, se tienen un manejo establecido hacia la protección, restauración y conservación del patrimonio biológico de la región. Asimismo, es un área en donde se restringe la realización de actividades antropogénicas y se enfoca en la preservación de la Flora y Fauna nativa, por lo que, el ANP es un sitio idóneo para ejecutar el Programa.

Asimismo, el área que se seleccione debe cumplir con ciertos requisitos como garantizar su protección, a través de cercados o alambrados, debiendo evitar el paso de ganado a esta zona para que la plantación no sufra daños. En este tenor, las parcelas ejidales y terrenos particulares no podrían garantizar dicha protección. De igual forma, existen terrenos que pertenecen a áreas de uso común en donde varias personas tienen derechos

sobre él; mientras que, las propiedades particulares en muchos casos son pequeñas y se necesitaría la autorización de los dueños de varios terrenos para abarcar la superficie Asimismo, el área que se seleccione debe cumplir con ciertos requisitos como garantizar su protección, a través de cercados o alambrados, debiendo evitar el paso de ganado a esta zona para que la plantación no sufra daños.

A fin de compensar el aumento en la erosión y el déficit de infiltración resultantes de la ejecución de las actividades de CUSTF del proyecto, se identificó un polígono ubicado dentro del Parque Nacional "Cañón del Sumidero", con una superficie total de 15.0888 Ha. Las actividades de reforestación se realizarán por etapas, teniendo un total de 5 etapas, de acuerdo a la siguiente tabla:

Etapa	Área (Ha)
Etapa 1	2.9976
Etapa 2	2.9977
Etapa 3	3.0693
Etapa 4	3.0355
Etapa 5	2.9887
Total	**15.0888**

Tabla 30. Etapas de la Reforestación

Es importante señalar que la solicitud para implementar el presente Programa será gestionada por la Promovente ante la Dirección del ANP Parque Nacional Cañón del Sumidero de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). De esta manera, se podrá establecer una relación con la Autoridad con el objetivo de restaurar la superficie seleccionada y promover la conservación de dicho sitio a través de la reforestación con especies nativas de la región.

En la Tabla 31 se exponen las coordenadas del Área de Reforestación dividido por Etapas:

Etapa	Vértice	X	Y	Superficie (Ha)
Etapa 1	1	495323.314	1852113.313	2.9976
	2	495251.222	1852033.561	
	3	495203.925	1852083.247	
	4	495151.109	1852166.107	
	5	495032.736	1852312.916	
	6	495090.717	1852349.096	
Etapa 2	1	495388.049	1852181.669	2.9977
	2	495349.431	1852142.204	
	3	495323.314	1852113.313	
	4	495090.717	1852349.096	
	5	495172.525	1852400.145	
Etapa 3	1	495426.045	1852303.725	3.0693
	2	495398.034	1852283.520	
	3	495417.320	1852239.896	
	4	495389.768	1852230.252	
	5	495399.641	1852193.516	
	6	495388.049	1852181.669	
	7	495172.525	1852400.145	
	8	495281.744	1852468.298	
Etapa 4	1	495540.671	1852296.045	3.0355
	2	495426.132	1852303.805	
	3	495281.744	1852468.298	
	4	495303.204	1852481.689	

Etapa	Vértice	X	Y	Superficie (Ha)
	5	495350.266	1852511.055	
	6	495372.125	1852480.861	
	7	495397.261	1852452.056	
	8	495430.529	1852416.504	
	9	495465.253	1852405.726	
	10	495470.986	1852391.394	
	11	495510.639	1852388.049	
	12	495574.179	1852367.029	
	13	495568.446	1852359.862	
	14	495570.357	1852349.830	
	15	495615.743	1852339.319	
	16	495642.975	1852313.521	
	17	495671.640	1852280.556	
Etapa 5	1	495540.671	1852296.045	2.9887
	2	495671.640	1852280.556	
	3	495685.972	1852235.170	
	4	495710.576	1852192.173	
	5	495696.005	1852181.424	
	6	495694.571	1852163.508	
	7	495661.846	1852146.309	
	8	495633.444	1852145.501	
	9	495609.532	1852170.197	
	10	495585.564	1852191.131	
	11	495532.223	1852182.134	
	12	495502.660	1852157.069	
	13	495474.382	1852166.709	
	14	495426.066	1852303.667	
	15	495426.045	1852303.725	
	16	495426.132	1852303.805	

Tabla 31. Área de Reforestación (5 Etapas)

En la Figura 9 se ilustra la ubicación del polígono que conforma el área de reforestación:

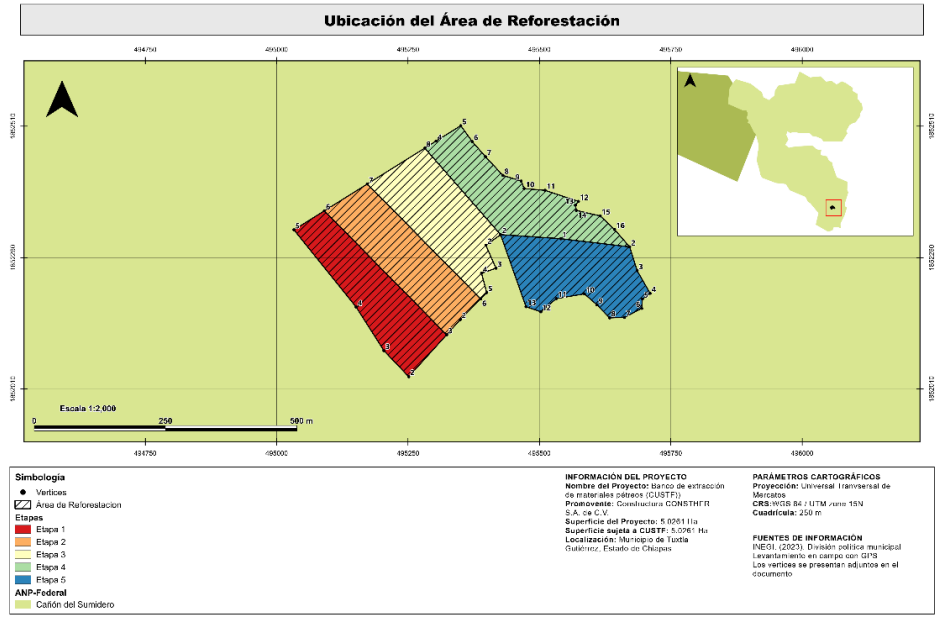


Figura 9. Localización del Área de Reforestación.

6.4.3.3.2. Características del Área de Reforestación

- **Clima**

Con base en la Clasificación Climática de Köppen, modificada por Enriqueta García (2004) y según la Carta Climática, Escala 1:250,000 del INEGI (2008); el área de Reforestación incide sobre la unidad climática con clave Aw0(w), como se aprecia en la Figura 10.

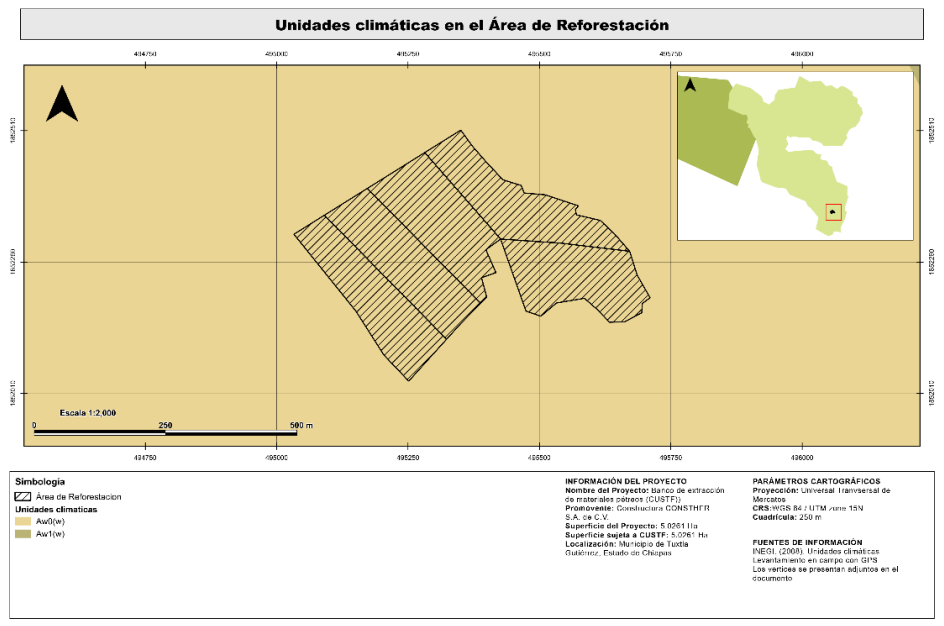


Figura 10. Clima en el Área de Reforestación.

- **Suelo**

En conformidad con la Carta Edafológica, Escala 1:250,000 Serie III del INEGI (2021), el Área de Reforestación se ubica sobre las unidades edafológicas Leptosol y Luvisol:

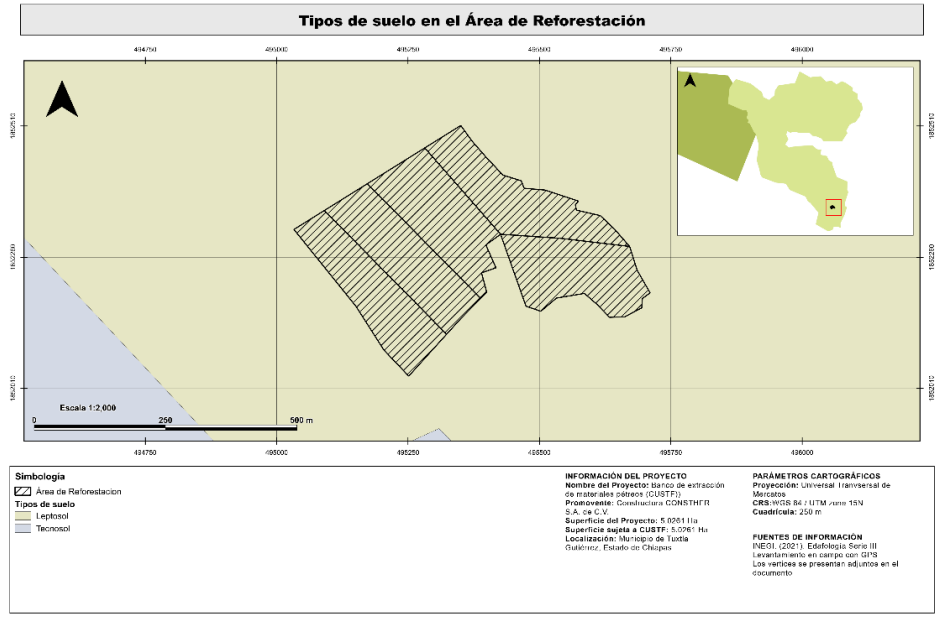


Figura 11. Tipo de Suelo del Área de Reforestación

- **Uso de Suelo y Vegetación**

Con base a los datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación de la Serie VII del INEGI (2021), el área de reforestación se encuentra dentro de dos clases de uso de suelo y vegetación, Agricultura de Temporal Anual (TA) y Asentamientos Humanos (HA) (Figura 12).

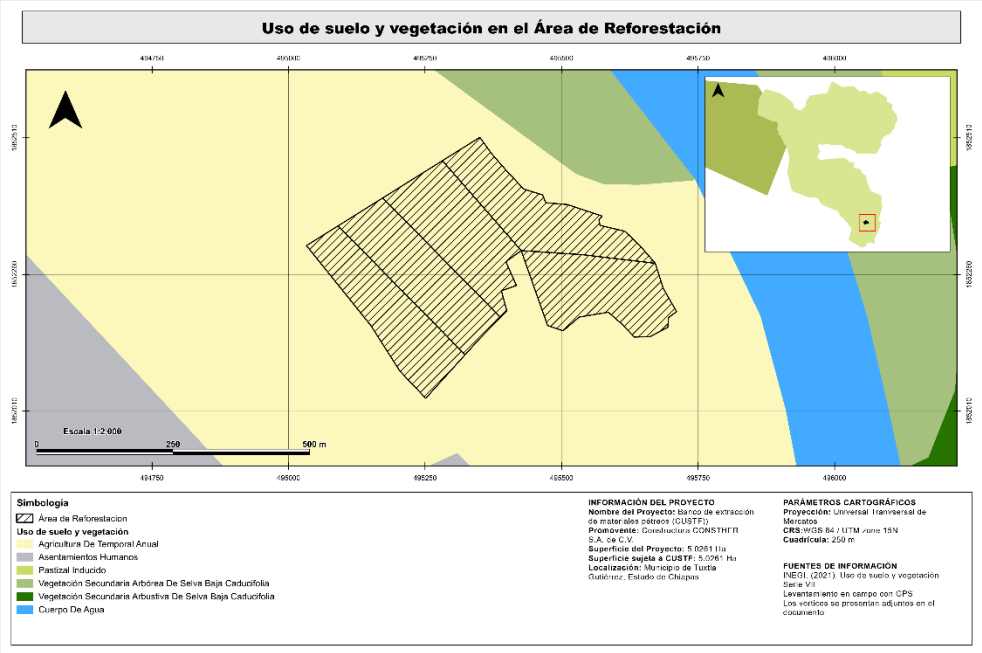


Figura 12. Uso de Suelo y Vegetación del Área de Reforestación

- **Degradación del suelo**

Siguiendo la metodología presentada en el Capítulo 4 para la determinación de la erosión hídrica y eólica del proyecto, se determinó la tasa erosiva actual del área de reforestación, obteniendo los siguientes resultados:

Enseguida se presentan los valores asignados a los factores para la estimación de la tasa erosiva con las condiciones actuales, es decir, previo a la ejecución de la reforestación:

Factor R = 8,516.7400 Mj/Ha mm/hr.

Factor K = 0.020

Factor LS= 10.5150, 8.9010, 55.9730, 33.8900 y 31.5950.

Factor C = 1.0

- **Erosión Hídrica Potencial**

Este tipo de erosión se define como el pronóstico de pérdida de material en un suelo como consecuencia de la influencia del relieve, la erodabilidad de los suelos y la erosividad de las lluvias y se expresa en Ton/Ha/Año. La Erosión Hídrica Potencial en el área de reforestación presenta una sumatoria de **23,995.744 Ton/Ha/Año** y se encuentra distribuida en diferentes clases de degradación, como se indica en la siguiente tabla.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Erosión Ligera	Menor de 12 Ton/Año	0.0000	0.00%

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Erosión Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Alta	De 50 a 200 Ton/Año	0.000	0.00%
Erosión Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	15.0888	100.00%
Sin información	----------	0.0000	0.00%
TOTAL		15.0888	100.00%

Tabla 32. Clases de Degradación Hídrica previo al CUSTF.

En la Figura 13, se ilustra la clasificación presentada previamente:

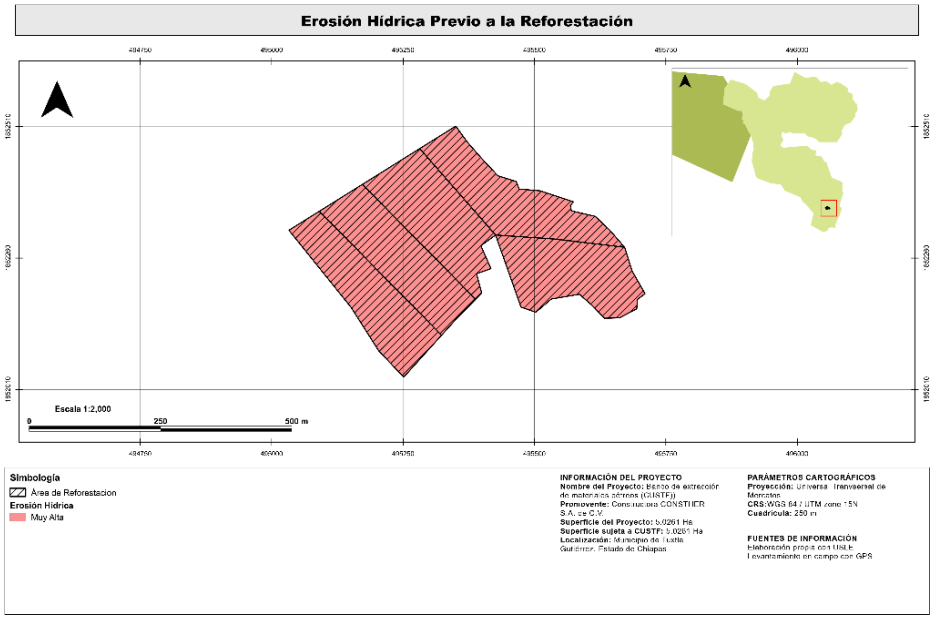


Figura 13. Erosión Hídrica previo a la reforestación.

- **Erosión Hídrica Actual Real**

La *Erosión Real* se define como aquella que se presenta en una superficie delimitada y se expresa en Ton/Año. Si se desea conocer la Erosión Hídrica Real del área, se debe multiplicar el valor de la EH_{POT} por la superficie de cada polígono, el resultado refleja la Erosión Hídrica Actual presente, lo anterior es conocido también como **Erosión Hídrica Real Actual (EH_{REAL})**, pues se puede inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de área de reforestación; obteniendo la corrección, donde la Erosión Hídrica Real Actual es de **72,784.278 Ton/Año**. En la siguiente tabla, se presenta el desglose de la tasa de erosión hídrica en cada etapa del área de CUSTF.

Etapa	Erosión	
	Potencial (Ton/ha/año)	Real (Ton/Año)
Etapa 1	1,791.070	5,368.911
Etapa 2	1,516.150	4,544.963
Etapa 3	9,534.150	29,263.167
Etapa 4	5,772.646	17,522.867
Etapa 5	5,381.728	16,084.370
Total	**23,995.744**	**72,784.278**

Tabla 33. Tasa de erosión hídrica en las etapas previo a la reforestación.

Nota: *Los cálculos anteriores se realizaron en una memoria de cálculo (en formato Excel), misma que se adjunta en una USB al presente documento.*

EROSIÓN LAMINAR EÓLICA

La metodología de cálculo de la Erosión Hídrica se explicó a detalle en el apartado *VI.1.1.1. Erosión Laminar Eólica* del presente capítulo, en el presente solo se describen los resultados de la estimación.

Condición Previo a la Reforestación

Enseguida se presentan los valores asignados a los factores para la estimación de la tasa erosiva con las condiciones actuales, es decir, previo a la ejecución de la reforestación:

IAVIE = 30.0300

CATEX = 1.25

CAUSO = 0.5

- **Erosión Eólica Potencial**

La Erosión Eólica Potencial en el área de reforestación arroja un total de **93.845 Ton/Ha/Año** y se encuentra distribuida en diferentes clases de degradación, como se indica en la siguiente tabla:

Clase de Degradación	Valor de la Erosión	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Erosión Ligera	Menor de 12 ton/año	0.0000	0.00%
Erosión Moderada	De 12 a 50 ton/año	15.0888	0.00%
Erosión Alta	De 50 a 200 ton/año	0.0000	0.00%
Erosión Muy Alta	Mayor de 200 ton/año	0.0000	0.00%
Sin información	----------	0.0000	0.00%
TOTAL		**15.0888**	**100.00%**

Tabla 34. Clases de Degradación Eólica previo a la reforestación.

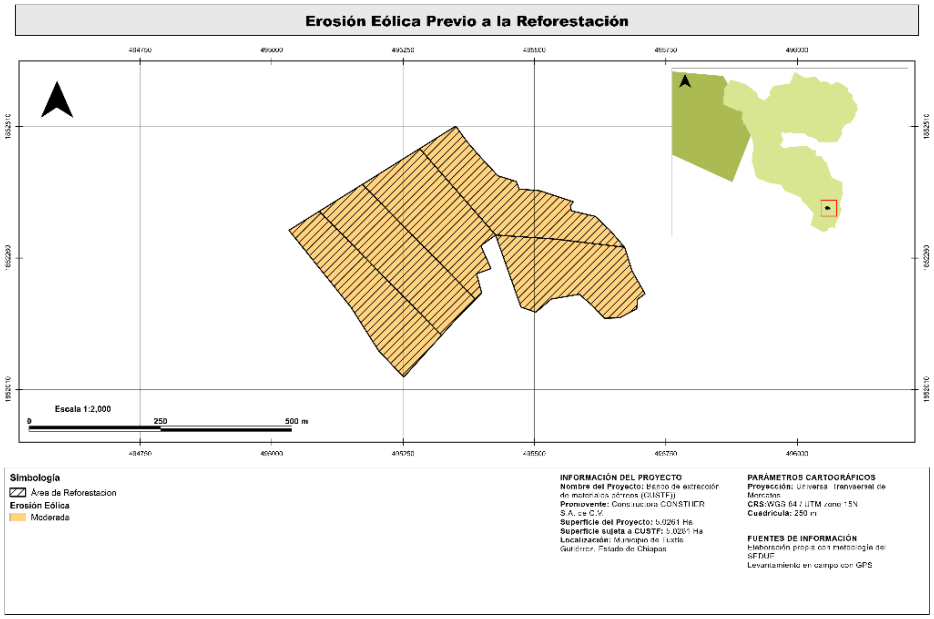


Figura 14. Erosión Eólica previo a la reforestación.

- **Erosión Eólica Actual Real**

La *Erosión Real* se define como aquella que se presenta en una superficie delimitada y se expresa en Ton/Año. Si se desea conocer la Erosión Hídrica Real del área, se debe multiplicar el valor de la EH_{POT} por la superficie de cada polígono, el resultado refleja la Erosión Hídrica Actual presente, lo anterior es conocido también como **Erosión Hídrica Real Actual (EH_{REAL})**, pues se puede inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de área de reforestación; obteniendo la corrección, donde la Erosión Eólica Real Actual es de **283.202 Ton/Año**. En la siguiente tabla, se presenta el desglose de la tasa de erosión eólica en cada etapa del área de reforestación.

Etapa	Erosión	
	Potencial (Ton/ha/año)	Real (Ton/Año)
Etapa 1	18.769	56.262
Etapa 2	18.769	56.264
Etapa 3	18.769	57.608
Etapa 4	18.769	56.973
Etapa 5	18.769	56.095
Total	**93.845**	**283.202**

Tabla 35. Tasa de erosión eólica en las etapas previo a la reforestación.

Nota: *Los cálculos anteriores se realizaron en una memoria de cálculo (en formato Excel), misma que se adjunta en una USB al presente documento.*

- **Infiltración**

Con base en la metodología expuesta en el Capítulo 4, se realizó el cálculo de la infiltración presente actualmente, correspondiente al área de reforestación, encontrando lo siguiente:

Condición previa a la reforestación

De los resultados obtenidos se desprende que el área de la superficie propuesta a reforestación actualmente recibe en promedio anualmente 150,761.526 m^3 (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 20,135.775 m^3 (13.36%) regresan a la atmósfera por evapotranspiración; mientras que el Volumen de Escurrimiento es de 28,878.370 m^3 (19.15 %) y la infiltración es de 101,747.381 m^3 (67.49%). En la siguiente tabla, se presenta el balance hídrico de las etapas del área de reforestación:

Etapas	Volumen (m^3)			
	Precipitación	ETR	Escurrimiento	Infiltración
1	29,951.453	4,000.329	5,737.201	20,213.923
2	29,951.535	4,000.340	5,737.216	20,213.979
3	30,667.262	4,095.933	5,874.314	20,697.015
4	30,329.288	4,050.793	5,809.575	20,468.920
5	29,861.988	3,988.380	5,720.064	20,153.544
Total	**150,761.526**	**20,135.775**	**28,878.370**	**101,747.381**

Tabla 36. Balance hídrico previo al CUSTF.

Nota: *Los cálculos anteriores se realizaron en una memoria de cálculo (en formato Excel), misma que se adjunta en una USB al presente documento.*

6.4.3.3.3. Metodología y actividades

- ***Selección de Especies para Reforestación***

Para la determinación de las especies a utilizar en el Programa de Reforestación, se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Objetivo de la Plantación.
- Tipo de ecosistema por intervenir
- Características del ecosistema por intervenir.
- Especies nativas de estos ecosistemas.
- Disponibilidad de especies de utilidad ecológica y económica.
- Factibilidad de reproducción o plantas en vivero.

De acuerdo con lo anterior, se determina que el objetivo de la plantación tiene fines de *Restauración*, por lo cual es recomendable seleccionar especies forestales nativas, o aquellas que presenten características similares y puedan sobrevivir bajo las condiciones del ecosistema descrito.

Conforme a lo mencionado y al análisis de las especies que se encuentran disponibles en la zona, propias de la vegetación del SA, se proponen ejemplares de las siguientes especies para ejecutar las actividades de reforestación en el área determinada:

- *Cordia alliodora* (Molinillo)
- *Bursera simaruba* (Mulato)
- *Leucaena leucocephala* (Guaje)

A continuación, se presentan las fichas técnicas de las especies seleccionada con anterioridad; de acuerdo con los datos de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO, 2010) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR):

Características físicas de la especie *Cordia alliodora*		
Nombre científico	*Cordia alliodora*	
Nombre común	Hormiguillo, Palo de Hormigas	
Familia	Boraginaceae	
Descripción	Árbol caducifolio de 7 a 25 m, y hasta 40 m. de altura con diámetro normal de 30 a 75 cm. Copa pequeña, estrecha y abierta que permite el paso de luz. Hojas alternas simples.	
Estatus	Nativa. Cultivada. Silvestre.	
Propagación	Sexual y Asexual.	
Porcentaje de germinación	80% (sin pretratamiento)	
Distribución	Su crecimiento se da en un amplio rango de condiciones ecológicas. Es una de las especies cuya distribución es ininterrumpida desde México hasta Sudamérica. En México, se encuentra principalmente en Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. Altitud: 0 a 2,000 (652.4) m.	
Notas	La madera es utilizada en la fabricación de mangos de herramientas y otros artículos de esa naturaleza, o bien como madera aserrada para muebles de trabajo; también es usada para la fabricación de artesanías, instrumentos musicales y pisos, o como combustible. El fruto es comestible, la infusión	

Características físicas de la especie *Cordia alliodora*	
	de las hojas se usa como tónico y estimulante en casos de catarro, la semilla pulverizada es usada para la elaboración de ungüentos para tratar enfermedades cutáneas. Por su copioso florecimiento es usada para la apicultura, melífera.

Tabla 37. Ficha técnica de *Cordia alliodora*.

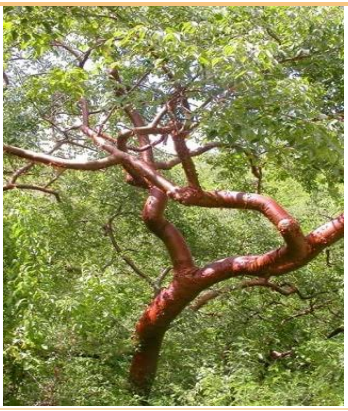
Características Físicas de la Especie *Bursera simaruba*		
Nombre Científico	*Bursera simaruba*	
Nombre Común	Mulato, Chocohuite, Palo Mulato, Palo Colorado.	
Familia	Burseraceae	
Descripción	Árbol resinoso, caducifolio de 5 a 20 m (hasta 35 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 40 a 80 cm (hasta 1 m). Copa irregular y dispersa (follaje ralo).	
Estatus	Cultivada. Silvestre. Originaria de América Tropical.	
Propagación	Sexual y Asexual.	
Germinación	Porcentaje de germinación de 75 a 80% (sin pretratamiento)	
Distribución	Se encuentra desde la Sierra de Tamaulipas y San Luis Potosí hasta Yucatán y Quintana Roo en la vertiente del Golfo y desde Sinaloa hasta la Depresión Central de Chiapas en el Pacífico. Altitud: 0 a 1,200 (1,800) m.	
Notas	Especie de rápido crecimiento, ampliamente usada por su fácil reproducción y prendimiento por estacas. Se utiliza en sistemas agroforestales en los potreros, cercas vivas y huertos con fines medicinales. Se utiliza en actividades de reforestación para zonas degradadas. Entre sus efectos restauradores se encuentra el control de la erosión, ayuda al drenaje de tierras inundables, estabilización de bancos de arena.	

Tabla 38. Ficha técnica de *Bursera simaruba*.

Características Físicas de la Especie *Leucaena leucocephala*		
Nombre Científico	*Leucaena leucocephala*	
Nombre Común	Guaje blanco; Huaje.	
Familia	Fabaceae	
Descripción	Árbol de crecimiento rápido, con una altura y un diámetro variable, En México mide de 1 hasta 6 m de altura, pero puede llegar a medir hasta 20 m y tener un diámetro de 15 y 40 cm.	
Estatus	Aparentemente de la península de Yucatán y en algunas localidades de México es cultivada.	
Propagación	Sexual.	
Germinación	De 80 a 95% si la semilla es fresca (6); 94% con escarificación mecánica	
Distribución	Su distribución nativa es en la península de Yucatán, el Istmo de Tehuantepec y Golfo de México. En México se distribuye en todo el territorio, excepto en los estados de Baja California, Chihuahua, Aguascalientes, Zacatecas, y Guanajuato.	

Características Físicas de la Especie *Leucaena leucocephala*	
Notas	La *Leucaena leucocephala* es una especie que ha sido ampliamente investigada y utilizada en los sistemas agroforestales a nivel mundial. Ha sido introducida a considerables distancias de su origen y es más conocida en el Sureste de Asia y en África que en Mesoamérica.

Tabla 39. Ficha técnica de *Leucaena leucocephala*.

- ***Obtención de plantas***

Para obtener los ejemplares para la reforestación, es necesario localizar los puntos donde se hará el suministro de plantas para ejecutar el presente Programa, por lo que se buscará el apoyo de diferentes viveros comerciales que produzcan plantas forestales, ubicados de preferencia en el Municipio de Tuxtla Gutiérrez, así como en aquellos registrados por la CONAFOR que se encuentren cercanos al área de reforestación.

La existencia del vivero donde se adquirirán las plantas permite una selección intensiva de las características de estas, se escogerán las que tengan mayor vigor, que estén sanas y tengan una altura promedio de 50 cm.

Se buscará la obtención de un número equitativo de las plantas por el número de especies elegidas para la reforestación (total de plantas requeridas/número de especies), sin embargo, esto quedará condicionado por el número de individuos y de especies disponibles durante las visitas a los viveros.

- ***Transporte de la planta***

Una vez localizados los puntos que producen las plantas, estas serán transportadas al punto de reforestación. Esta es una actividad meticulosa que requiere de mucho cuidado para prevenir el maltrato de las especies. De acuerdo con el tipo de contenedor en el cual se presenten las especies, se deben seguir ciertas indicaciones:

A) Traslado con Envase de Plástico

Cuando las plantas se presenten en un recipiente de plástico existen varias opciones, dependiendo del transporte. De hacerse con camión, deben cuidarse los siguientes aspectos:

Al acomodar las plantas en el camión, vigilar que los envases sean de las mismas dimensiones, con la finalidad de conseguir un arreglo homogéneo, que permita almacenarlos en varias capas, de preferencia con un máximo de dos niveles.

Procurar que con el movimiento del vehículo las plantas no se muevan, por ello es necesario ajustar la carga a las dimensiones de la caja del camión, sin apretar los envases.

Para estibar, se van traspaleando los envases de tal forma que los recipientes de arriba no aplasten a la planta de abajo, cuidando además que el tallo y hojas de las que quedan en la zona inferior no sufran dobleces o quebraduras.

B) Transporte a Raíz Desnuda

Es una práctica tradicional que requiere de menor esfuerzo, ya que la planta se traslada sin cepellón, con menores costos de transporte y plantación. Sin embargo, se debe tener mucho cuidado, ya que las plantas que se acarrean de esta forma son más susceptibles de

sufrir daños en la raíz (desecación, rompimiento, etc.) a comparación del transporte en contenedores. Para evitar la desecación es conveniente exponer las plantas, el menor tiempo posible a los efectos del aire y el sol. Una alternativa recomendable es mantenerlas en un medio húmedo hasta su trasplante, por ejemplo: en un contenedor con un sustrato húmedo.

Sin importar la manera en que se decida movilizarlas, el proceso debe ser supervisado considerando el máximo cuidado de los especímenes. Al cargarlas y desmontarlas del vehículo, deben sujetarse del envase, nunca del tallo. Para evitar que las plantas estén expuestas a condiciones ambientales imperantes, los vehículos que las trasladarán deben acondicionarse, como, por ejemplo: cubrir sus techos con malla sombra y procurar trasladarlas de madrugada o al atardecer para evitar las altas temperaturas.

El traslado inadecuado puede disminuir de gran manera la sobrevivencia de las plantas en la ejecución de las actividades de Reforestación.

- ***Establecimiento de la plantación***

Previo a la plantación

El apropiado establecimiento de una plantación considera una serie de etapas y actividades orientadas a modificar el sitio hacia una mejor condición de suelo, así como el mejoramiento de sus factores limitantes, para así concentrar los recursos disponibles para favorecer el crecimiento inicial, sobrevivencia y desarrollo posterior de la planta.

Para el establecimiento de la reforestación, se ejecutarán las siguientes etapas:

1. **Limpia**

Es necesario un terreno habilitado y limpio para el establecimiento y crecimiento adecuado de las plantas, por ello debe realizarse una limpieza de las malezas o hierbas que podrían afectar a la reforestación, con el fin de disminuir la competencia. También, se considera la recolección de cualquier residuo que pudiera encontrarse en el área. El material de las limpiezas (ramas, hojas, etc.) puede acumularse cerca del tallo de los árboles a plantar para mantener la humedad, o implementar cordones de material vegetal muerto como obra de apoyo para disminuir la erosión en el terreno.

2. **Preparación del Sitio**

En esta etapa se realizan actividades dirigidas al acondicionamiento del área, tales que permitan una mayor retención de agua, que las raíces puedan extenderse y desarrollarse libremente y que promuevan un mayor aprovechamiento de los nutrientes. Se consideran dentro de estas actividades a la construcción de cajetes, zanjas bordo y la apertura de cepas. Los cajetes de plantación deben tener dimensiones de 40x40x40 cm y se construyen con herramientas básicas como: palas, picos, barretas, cava hoyos, o mecánicas como: martillos neumáticos.

El establecimiento de ellos ayuda a la acumulación de suelo que pueda ser arrastrado, así como para el depósito de agua de lluvia en el sitio. Los árboles deben ser plantados inmediatamente después de la excavación del hoyo para que el suelo no pierda su humedad.

Ejecución y temporada de plantación

El presente Programa de Reforestación funge como una medida de compensación para el cumplimiento de los establecido en el Artículo 93 de la LGDFS, favoreciendo de esta manera a la protección del recurso hídrico y suelo, incluso al carbono, mediante la plantación de diversas especies, con el fin de tener una población vegetal heterogénea, empleando técnicas que faciliten el desarrollo de la vegetación con los recursos que dispone el medio.

Es de suma importancia evitar la creación de superficies de vegetación uniformes y simultáneas, que formen un dosel de árboles iguales con un solo estrato, ya que esto hace que la estructura del sitio sea muy artificial y muy vulnerable al fuego y a plagas, además de crear un paisaje monótono (Orozco y Monreal, 1997).

La reforestación se realizará cuando el temporal de lluvias se encuentre bien establecido o en el momento en que la humedad del sitio sea la idónea, con el objetivo de que las plantas tengan un mayor tiempo para desarrollarse antes de que las condiciones pasen a ser más estresantes y limiten su crecimiento (temperaturas extremas y sequías); así como lo recomienda el *Manual de Restauración Forestal y Reconversión Productiva* de la CONAFOR (2015) para material procedente de vivero.

En caso de utilizar material vegetativo de especies suculentas como agaves, nopales, cactáceas etc., la plantación deberá realizarse antes o después del periodo de lluvias, para evitar la pudrición de la planta (CONAFOR, 2023).

Trazado de la plantación

En este apartado, se establece el número de puntos del terreno donde se plantarán los árboles, su ubicación y como se trasplantarán a dichos sitios. Esto se determina en relación con la topografía del lugar, así como la distancia recomendada para las especies que se utilizarán en la reforestación.

Para terrenos que muestren pendientes pronunciadas mayores al 20%, además de las especificaciones para la plantación de las especies seleccionadas, es recomendable el trazado de tipo **Tres Bolillo**, donde se colocarán las plantas de tal manera que formen triángulos equiláteros; el distanciamiento entre plantas será de mínimo 3 metros. En la Figura 13 se ilustra el diseño recomendado:

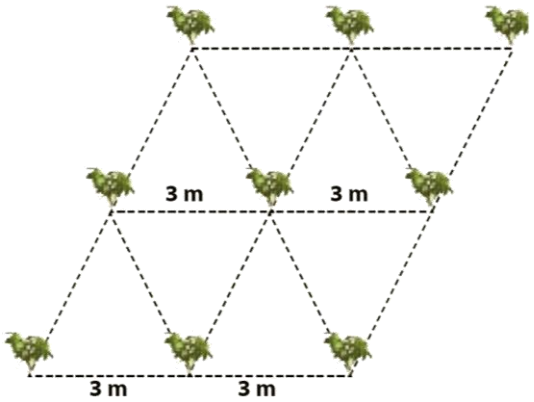


Figura 15. Diseño del trazado “tres bolillo” para plantaciones.

A continuación, se describe la operación matemática realizada para calcular el número de plantas que se deberán establecer para cada polígono propuesto para la reforestación, considerando una separación equidistante de 3.0 metros: 15.0888

$$No.plantas = \frac{Área\ a\ sembrar\ (m^2)}{Distancia\ de\ siembra^2}$$

Considerando la formula anterior y sustituyendo con los datos de las áreas a reforestar y la equidistancia planteada, se obtiene el número de plantas requerido para la Reforestación:

- *Cordia alliodora* (Molinillo) = 5,588
- *Bursera simaruba* (Mulato) = 5,588
- *Leucaena leucocephala* (Guaje) = 5,589

Teniendo en cuenta que la superficie del área propuesta para la reforestación es de **15.0888 Ha** se obtiene que, para la ejecución del presente Programa, la cantidad necesarias de plantas serán **16,765**.

- ***Método de plantación***

De las diversas técnicas diseñadas para el trasplante de especies, en este Programa se utilizará el sistema de **Cepa Común**, una plantación manual que consiste en la apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, como se mencionó previamente, en donde se depositarán las especies. Sin embargo, previo a la plantación, deben tenerse las siguientes consideraciones:

- De ser necesario, realizar una poda de la raíz, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se realiza la poda, es necesario recortar parte del follaje para evitar la deshidratación de la planta.
- Remover el envase o cubierta que la planta traiga consigo, sin dañar la raíz.
- Previo a colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (materia más fértil) para que la especie tenga mejor disposición de nutrientes. La tierra más profunda se utilizará para cubrir al individuo, una vez situada en la cepa.

Con lo anterior, se prosigue a colocar las plantas en sus espacios designados, manteniéndola en posición vertical con una mano, mientras que con la otra se rellena el resto del espacio con la tierra que fue extraída para conformar los cajetes, distribuyéndola uniformemente, para después compactar la tierra de tal forma que permita la aireación y drenaje en el suelo. Es recomendable apisonar ligeramente el suelo, para evitar la proliferación de espacios de aire, evitando así la deshidratación de la raíz de la planta.

Es importante que el cepellón tenga buen contacto con el suelo por todos sus lados y que se plante a una profundidad adecuada, cuidando que los tallos no queden hundidos, y que el sistema de raíces no se encuentre expuesto.

Alrededor del agujero donde se hará la plantación, se debe limpiar a ras de suelo como mínimo a 50 cm a la redonda, con el fin de aminorar la competencia de la plántula contra la maleza.

En la siguiente Figura se ejemplifica el método de plantación que se utilizará para el presente Programa (para su mayor entendimiento).

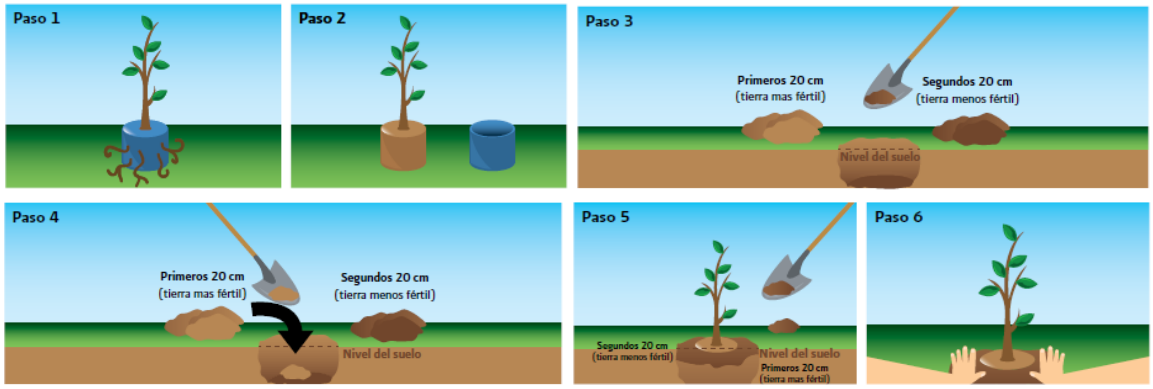


Figura 16. Sistema de Cepa Común.

En las plantaciones, pueden ocurrir ciertos errores que deben evitarse a toda costa para obtener el éxito de esta, a continuación, se enlistan las más comunes:

- Buscar que las plantas se siembren a la altura adecuada, si la cepa es muy profunda y el tallo queda muy hundido, se asfixiará; si es poco profunda, las raíces quedarán en la superficie y la planta se deshidratará.
- Nunca plantar el árbol con la bolsa o el recipiente de plástico que la cubre, ya que esto obstruye el desarrollo y crecimiento de las raíces.
- Evitar cubrir el tallo con mucha tierra, pues impedirá el acceso del agua.
- No colocar más de una planta por cepa, dado que ambas podrían lograr establecerse, lo que resultaría en una competencia por nutrientes, provocando un crecimiento lento y poco aceptable.
- Colocar las plantas en la posición correcta, evitando marcadas inclinaciones que pueden llevar a un crecimiento deforme o a la muerte del espécimen.

Si se tienen en cuenta estas precauciones, se puede garantizar el éxito de la plantación.

- ***Acciones o actividades complementarias***

Con el objeto de garantizar el desarrollo apropiado de la plantación, es necesario llevar a cabo diversas acciones para su protección de variados factores externos, como el paso de animales o personas ignorantes al proyecto de reforestación. A continuación, se mencionan los aspectos a cuidarse tras la plantación:

1. **Deshierbe**

Debe eliminar la competencia que se establece entre las plantas introducidas y las malezas por diversos factores como lo son la luz, agua y nutrientes. Se recomienda realizar el deshierbe solo alrededor de las plantas introducidas y dejar que en los demás sitios las malezas crezcan favoreciendo la recuperación y protección del suelo.

2. **Control de Plagas**

Debe partir del diagnóstico preciso del tipo de organismo que está afectando a la planta y de acuerdo con esto se debe prescribir el tratamiento más adecuado (natural o químico).

3. Riegos Auxiliares

Es conveniente realizar riegos auxiliares que permitan a la planta establecerse, evitando así, la pérdida total de la plantación.

4. Señalización

Se debe considerar la instalación de señalamientos informativos alrededor de los predios a reforestar, para evitar acciones malintencionadas de posibles transeúntes.

5. Cercado

Es recomendable colocar un cercado perimetral en las áreas a reforestar, con el fin de proteger las plantas de agentes externos que puedan dañarlas, como la Fauna Silvestre o ganado que pudiera encontrarse en la zona.

6. Supervisión

Con el fin de monitorear y realizar el mantenimiento necesario al sitio de reforestación, se planifican visitas periódicas tras la finalización de la plantación. Durante el primer bimestre se pretende realizar visitas semanales, para luego ejercer visitas bimestrales, en las cuales se llevará un registro de los conteos de las plantas que hayan logrado desarrollarse, si es necesario aplicar un control de plagas, si es necesario el deshierbe o el riego de las especies. Dichas visitas servirán para reportar los avances y el posible éxito de la reforestación en los informes anuales que se presentan a la Secretaría. Se recomienda tomar fotografías del sitio para registrar los mencionados avances.

6.4.3.3.4. Implementación del programa

Para implementar el presente Programa son necesarios diferentes materiales y equipos, tanto de protección como de labranza, tales como:

- Carretillas.
- Picos.
- Barretas.
- Palas Rectas y Curvas.
- Machetes.
- Guantes de Carnaza.
- Azadones.
- Cintas Métricas.

Debe procurarse que el equipo se encuentre y se mantenga en buen estado para evitar la adquisición y reemplazo con equipo nuevo. De igual forma, es necesaria la capacitación del personal que apoyará a la implementación del Programa.

El éxito del Programa de Reforestación está relacionado a la organización entre los técnicos especializados y el personal capacitado en la materia, por lo que previo a los trabajos de reforestación, se impartirán pláticas de capacitación a los involucrados, abordando los siguientes conceptos:

- Especies por reforestar y formas de identificación de estas.
- Diseños y técnicas de plantación.
- Transporte y manipulación de individuos.
- Requerimientos y selección de sitios de plantación.
- Labores de mantenimiento y monitoreo.
- Medidas de seguridad durante el manejo de la Flora.

Dado que la reforestación a tomar lugar en este programa es pequeña, solo se necesitará el apoyo de dos personas, quienes podrá realizar las actividades de plantación en un periodo aproximado de dos semanas.

6.4.3.3.5. Conservación de suelos y aguas

Considerando el cambio en la cubierta vegetal, se realizaron los cálculos de la tasa erosiva y de infiltración posterior a las actividades de reforestación, con el objetivo de valorar los efectos de dicha actividad en la zona.

EROSIÓN LAMINAR HÍDRICA

Condición Posterior a la Reforestación

Enseguida se presentan los valores asignados a los factores para la estimación de la tasa erosiva con las condiciones con cobertura forestal, es decir, posterior a la ejecución de la reforestación:

Factor R = 8,516.7400 Mj/Ha mm/hr.

Factor K = 0.020

Factor LS= 10.5150, 8.9010, 55.9730, 33.8900 y 31.5950.

Factor C = 0.5

- **Erosión Hídrica Potencial**

La Erosión Hídrica Potencial en el área de reforestación tras la ejecución del programa y el desarrollo de la cobertura vegetal presentará un total de **11,997.872 Ton/Ha/Año** y se encuentra distribuida en diferentes clases de degradación, como se indica en la siguiente tabla.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Erosión Ligera	Menor de 12 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Alta	De 50 a 200 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	15.0888	100.00%
Sin información	----------	0.0000	0.00%
TOTAL		15.0888	100.00%

Tabla 40. Clases de Degradación Hídrica posterior al CUSTF.

En la Figura 17 se ilustra la clasificación presentada previamente:

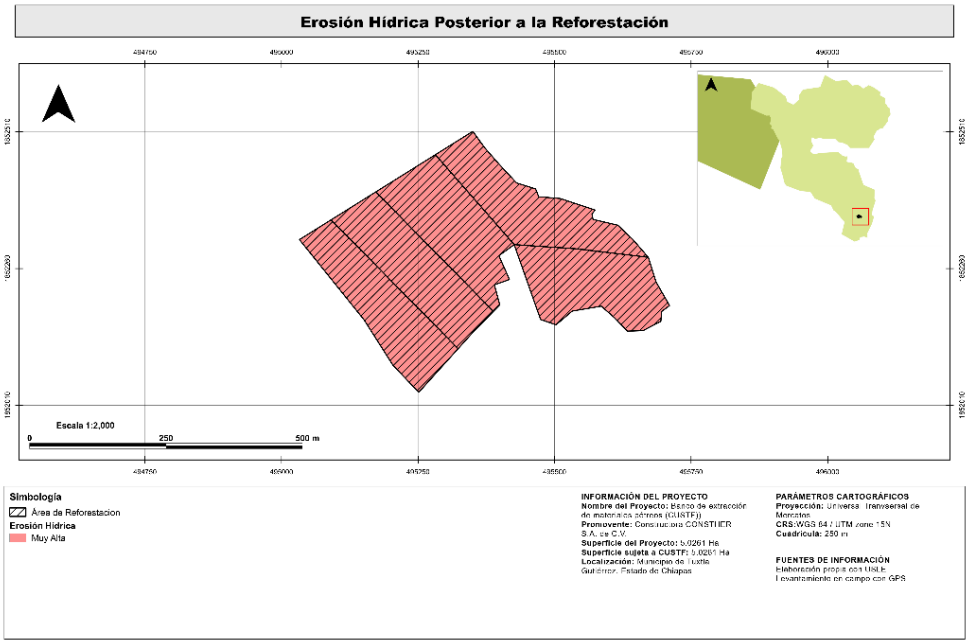


Figura 17. Erosión Hídrica posterior a la reforestación.

- **Erosión Hídrica Real**

Tras el desarrollo de la cobertura vegetal, la Erosión Hídrica Real descenderá a **36,392.138 Ton/Año**. En la siguiente tabla, se presenta el desglose de la tasa de erosión hídrica en cada etapa del área de reforestación.

Etapa	Erosión	
	Potencial (Ton/ha/año)	Real (Ton/Año)
1	895.535	2,684.456
2	758.075	2,272.481
3	4,767.075	14,631.583
4	2,886.323	8,761.433
5	2,690.864	8,042.185
Total	**11,997.872**	**36,392.138**

Tabla 41. Tasa de erosión hídrica en las etapas posterior al CUSTF.

EROSIÓN LAMINAR EÓLICA

Condición Posterior a la reforestación

Enseguida se presentan los valores asignados a los factores para la estimación de la tasa erosiva tras la ejecución de la reforestación, es decir, con la cobertura forestal:

IAVIE = 30.0300

CATEX = 1.25

CAUSO = 0.2

- **Erosión Potencial**

La Erosión Eólica Potencial en el área de reforestación tras el desarrollo de la cobertura vegetal presentará un total de **37.54 Ton/Ha/Año** y se encuentra distribuida en diferentes clases de degradación, como se indica en la siguiente tabla.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Erosión Ligera	Menor de 12 Ton/Año	15.0888	100.00%
Erosión Moderada	De 12 a 50 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Alta	De 50 a 200 Ton/Año	0.0000	0.00%
Erosión Muy Alta	Mayor de 200 Ton/Año	0.0000	0.00%
Sin información	----------	0.0000	0.00%
TOTAL		**15.0888**	**100.00%**

Tabla 42. Clases de Degradación Eólica posterior a la reforestación.

En la Figura 18 se ilustra la clasificación presentada previamente:

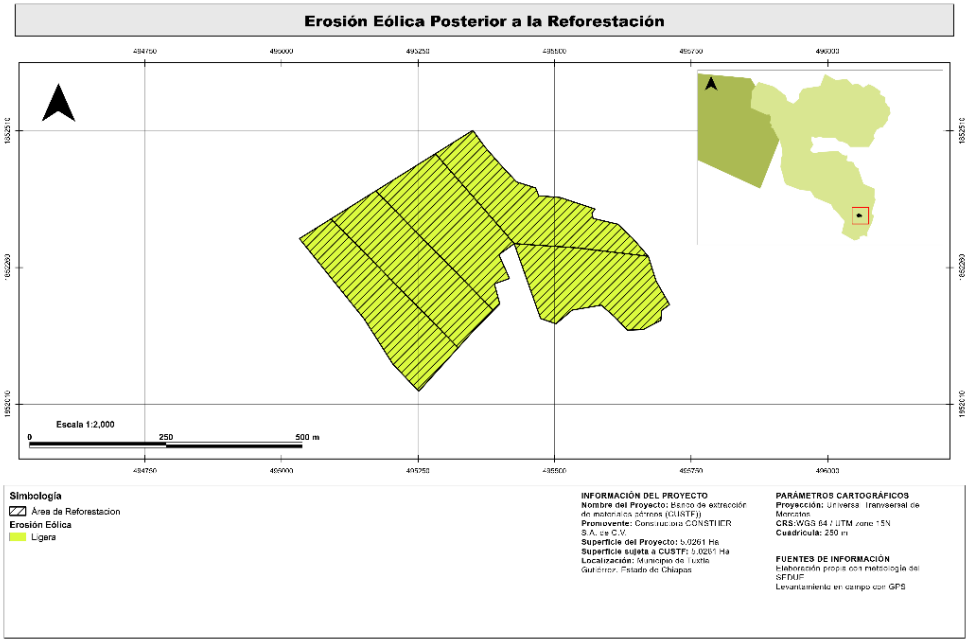


Figura 18. Erosión eólica posterior a la reforestación.

- **Erosión Hídrica Actual Real**

Tras el desarrollo de la cobertura vegetal en el área de reforestación, la Erosión Eólica Real descenderá a **113.287 Ton/Año**. En la siguiente tabla, se presenta el desglose de la tasa de erosión hídrica en cada etapa del área de reforestación.

Etapa	Erosión	
	Potencial (Ton/ha/año)	Real (Ton/Año)
Etapa 1	7.508	22.506
Etapa 2	7.508	22.507
Etapa 3	7.508	23.044
Etapa 4	7.508	22.791
Etapa 5	7.508	22.439
Total	**37.54**	**113.287**

Tabla 43. Tasa de erosión hídrica en las etapas posterior al CUSTF.

- **Infiltración**

Condición posterior a la reforestación

En cuanto a las condiciones posteriores al CUSTF, se estima que en promedio anualmente se recibirán 150,761.526 m^3 (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 6,707.290 m^3 (4.45%) regresarán a la atmósfera por evapotranspiración; mientras que el Volumen de Escurrimiento descenderá a 10,040.718 m^3 (6.66 %) y la tasa de infiltración será de 134,013.518 m^3 (88.89%). En la siguiente tabla, se presenta el balance hídrico de las etapas del área sujeta de reforestación:

Etapas	Volumen (m^3)			
	Precipitación	ETR	Escurrimiento	Infiltración
1	29,951.453	1,395.210	1,994.767	26,561.476
2	29,951.535	1,357.980	1,994.772	26,598.783
3	30,667.262	1,304.470	2,042.440	27,320.352
4	30,329.288	1,356.910	2,019.931	26,952.447
5	29,861.988	1,292.720	1,988.808	26,580.460
Total	**150,761.526**	**6,707.290**	**10,040.718**	**134,013.518**

Tabla 44. Balance hídrico posterior a la reforestación.

6.4.3.3.5. Propuestas de monitoreo y evaluación

Indicadores de control y seguimiento

En esta etapa se mencionan los principales indicadores de eficiencia del Programa de Reforestación, siendo estos los siguientes:

- **Sobrevivencia**, dentro del primer al quinto año de establecimiento de la reforestación.
- **Incrementos de diámetro y altura** de las plantas sembradas en los primeros 5 años.
- **Periodo de adaptación** de las plantas establecidas.
- **Resistencia** a plagas y enfermedades.

Estos indicadores serán valorados durante la ejecución de las siguientes actividades:

- Visitas bimestrales durante todo el primer año de establecimiento de la reforestación, en las cuales se evaluarán los indicadores determinados.
- Muestreos y monitoreos semestrales a partir del segundo año de la reforestación.
- Limpieza de las áreas reforestadas que lo requieran, así como el replante de las fallas.

De las actividades mencionadas, se generarán los siguientes documentos:

- Bitácoras de Registro de Campo.
- Reseña Fotográfica de cada una de las actividades efectuadas.
- Registro de Sobrevivencia y Mortandad para cada una de las especies.
- Informes de los Avances del Programa de Reforestación.

Acciones preventivas y correctivas

En caso de que en las visitas posteriores a la reforestación se identifiquen bajas en las especies o un porcentaje de sobrevivencia menor al establecido (80%), se prevé la replantación de los especímenes necesarios para alcanzar una reforestación que cumpla con los objetivos y metas.

6.4.3.3.6. Cronograma de actividades

Se presenta el calendario de actividades para la reforestación, considerando cinco años de monitoreo y seguimiento, como se ve en la siguiente tabla:

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Año 1 (Etapa 1)												
Reforestación (Etapa 1):					■	■	■	■	■			
Trazo y delimitación del área de Reforestación					■							
Determinación de especies y cantidad requerida					■							
Obtención de Plantas					■	■						
Preparación del Terreno					■	■						
Transporte de Plantas						■						
Plantación						■	■					
Vigilancia y Monitoreo												
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación						■						■
Año 2 (Etapa 1)												
Vigilancia y Monitoreo												
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión) *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación *Actividad programada del año 2 al año 6 para la Etapa 1*						■						■
Año 3 (Etapa 2)												
Reforestación (Etapa 2):					■	■	■	■	■			
Trazo y delimitación del área de Reforestación					■							
Determinación de especies y cantidad requerida					■							
Obtención de Plantas					■	■						
Preparación del Terreno					■	■						
Transporte de Plantas						■						

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Plantación						■	■					
Vigilancia y Monitoreo												
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación						■						■
Año 4 (Etapa 2)												
Vigilancia y Monitoreo												
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión) *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación *Actividad programada del año 4 al año 8 para la Etapa 2*						■						■
Año 5 (Etapa 3)												
Reforestación (Etapa 3):					■	■	■	■	■			
Trazo y delimitación del área de Reforestación					■							
Determinación de especies y cantidad requerida					■							
Obtención de Plantas					■	■						
Preparación del Terreno					■	■						
Transporte de Plantas						■						
Plantación						■	■					
Vigilancia y Monitoreo												
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación						■						■
Año 6 (Etapa 3)												
Vigilancia y Monitoreo												
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión) *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación *Actividad programada del año 6 al año 10 para la Etapa 3*						■						■
Año 7 (Etapa 4)												

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Reforestación (Etapa 4):					■	■	■	■	■			
Trazo y delimitación del área de Reforestación					■							
Determinación de especies y cantidad requerida					■							
Obtención de Plantas					■	■						
Preparación del Terreno					■	■						
Transporte de Plantas						■						
Plantación						■	■					
Vigilancia y Monitoreo												
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación						■						■
Año 8 (Etapa 4)												
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4												
Mantenimiento de la Reforestación			■			■			■			■
Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4												
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación						■						■
Actividad programada del año 8 al año 12 para la Etapa 4												
Año 9 (Etapa 5)												
Reforestación (Etapa 5):					■	■	■	■	■			
Trazo y delimitación del área de Reforestación					■							
Determinación de especies y cantidad requerida					■							
Obtención de Plantas					■	■						
Preparación del Terreno					■	■						
Transporte de Plantas						■						
Plantación						■	■					
Vigilancia y Monitoreo												
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de la Reforestación			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación						■						■
Año 10-14 (Etapa 5)												
Vigilancia y Monitoreo												
Seguimiento y Monitoreo de la Reforestación (Supervisión)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5												
Mantenimiento de la Reforestación												
Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5			■			■			■			■
Evaluación de Sobrevivencia de la Reforestación												
Actividad programada del año 10 al año 14 para la Etapa 5						■						■

Tabla 45. Calendarización del Programa de Reforestación.

Cabe mencionar que las especies serán plantadas durante la temporada de lluvias, lo anterior, para garantizar su crecimiento y desarrollo, reduciendo la probabilidad de mortalidad.

6.4.3.4. Obras de Conservación de Suelos y Agua

En el siguiente apartado se describen las obras de Conservación de Agua y de Suelo que se implementarán para la mitigación del aumento de la erosión y déficit de infiltración, así como la metodología que se utilizará para su construcción.

6.4.3.4.1. Acomodo de Material Vegetal Muerto.

Consiste en la formación de cordones o fajinas siguiendo las curvas a nivel con el material vegetal muerto existente en el terreno, resultante de la remoción de la vegetación, aprovechamientos forestales, podas, preclareos, aclareos o material incendiado.

Dicho material se coloca de forma perpendicular a la pendiente del terreno para propiciar la disminución de la velocidad y cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que interceptan los sedimentos provenientes de aguas arriba como parte del proceso erosivo y favorece la regeneración natural. Es importante resaltar que el correcto acomodo del material muerto evita la propagación acelerada de incendios forestales. En la Figura 32 se ilustran algunos ejemplos de este tipo de formaciones:



Figura 19. Ejemplos de Acomodo de Material Vegetal Muerto.

De acuerdo con la CONAFOR (2007), el acomodo de estos materiales proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural del estrato herbáceo.

Para su construcción se deberán seguir las siguientes instrucciones:

1. Determinar el espaciamiento entre cordones de material acomodado, en función de la pendiente, el escurrimiento, la erosión o la cantidad de material disponible en el terreno.
2. Acarrear el material a la línea donde se construirá el acordonamiento. Si el material tiene secciones muy largas, se debe trozar para evitar que las ramas dificulten la compactación y amarre del cordón, logrando uniformidad en la obra.
3. Previo a la formación de los cordones se colocan las estacas, las cuales evitarán la deformación del cordón. El estacado puede hacerse sólo de un lado o cubrir ambos lados, es decir, colocarse tanto aguas abajo como aguas arriba del mismo.
4. Una vez definido el largo de las obras, se distribuyen y acomoda el material a lo largo del cordón.

Es importante que el acomodo se realice colocando en primer lugar el material con mayor diámetro y, posteriormente, el de menor diámetro; de esta manera el cordón tendrá más estabilidad y acumulará más sedimentos y azolve.

- **Ubicación de las Obras de Conservación**

La implementación de las obras de conservación de suelo y agua se realizará en una superficie total de **4.6340 Ha** que corresponden al área de reforestación. En seguida se presentan las coordenadas del área donde dichas obras se implementarán:

Área de Obras de Conservación de Suelos y Agua		
Vértice	**X**	**Y**
1	479116	1843781
2	479213	1843677
3	479034	1843454
4	478901	1843562

Tabla 46. Área de Obras de Conservación de Suelos y Agua

Dichas obras también serán implementadas en 5 etapas, por ello, en seguida se presentan las coordenadas de cada etapa:

Obras de Conservación de Suelos y Agua				
ID	**Etapa**	**Obra**	**X**	**Y**
1	Etapa 1	Acomodo de material vegetal muerto	478972	1843547
2			478992	1843568
3			479009	1843593
4			479017	1843622
5	Etapa 2		479021	1843652
6			479078	1843727

Obras de Conservación de Suelos y Agua				
ID	**Etapa**	**Obra**	**X**	**Y**
7			479078	1843697
8			479074	1843667
9	Etapa 3		479074	1843637
10			479073	1843607
11			479070	1843577
12			479059	1843550
13	Etapa 4		479043	1843524
14			479025	1843501
15			479134	1843721
16			479134	1843691
17	Etapa 5		479134	1843661
18			479129	1843631
19			479119	1843603
20			479111	1843574

Tabla 47. Obras de Conservación de Suelos y Agua

- **Número de Obras por implementar**

En el año 2012, la **Universidad Autónoma Chapingo** elaboró el *Informe de Evaluación Externa de los Apoyos de Restauración de Suelos Forestales en el Ejercicio Fiscal 2009*. En dicho informe se establecen las medidas evaluadas y demuestran su efectividad dando valores promedio tanto de retención de azolves como en la cantidad de agua retenida o infiltrada para todas las obras evaluadas. A continuación, se presentan los datos evaluados y analizados, siendo un extracto fiel de dicho informe técnico:

Las obras de conservación de suelos se diseñan y construyen para desempeñar funciones específicas según el tipo de obra, dentro de éstas se encuentra la retención de agua y/o azolves. Dichas funciones se miden con base en la capacidad de retención de las obras en m^3/hectárea o m^3/obra, y se determinan a partir de su geometría y distribución en el terreno (Universidad Autónoma Chapingo, 2012).

Las texturas de las muestras de suelo y de azolve indican el tipo de erosión que se presenta, pues para que se arrastren partículas gruesas (arena) se requiere una mayor velocidad de escurrimientos. Por la saltación y el arrastre de materiales gruesos se forman canalillos. La formación de canalillos también depende de la longitud y porcentaje de pendiente. Cuando la erosión es laminar se presenta un mayor arrastre de sedimentos finos, arcilla y limo, cuando es en canalillos dominan en los sedimentos las partículas gruesas.

Como se menciona en el párrafo anterior, el proceso de erosión es selectivo en cuanto a las partículas que arrastran. En la erosión laminar y por canalillos, esta situación influye en la clasificación textural del suelo que se mueve en el área de escurrimiento y se acumula en las obras de conservación. Este material acumulado (azolve) contendrá mayor cantidad de materia orgánica y de nutrientes que el suelo original (Knoblauch, 1942; Bienes *et al*., 1996; Jankauskas *et al*., 2007).

Para analizar mejor la distribución de las texturas de las muestras de azolve y suelo colectadas se elaboraron gráficas ternarias. En la Figura No. 18 se presentan las nubes de

puntos obtenidas para las muestras de suelo y azolve: se observa que los porcentajes de arcilla y limo variaron en un rango de 5 a 40%, y los de arena de 20 a 90%. Esto indica que la mayor parte de las partículas son arenas, y por lo tanto la erosión dominante es en canalillos, mientras que en otros lugares domina la erosión laminar. Las partículas menos frecuentes en las muestras colectadas fueron los limos. Es posible que los suelos de esta textura, al perder la cobertura vegetal y ser suelos poco estructurados se erosionen por completo y por ello no se encuentren partículas de limo.

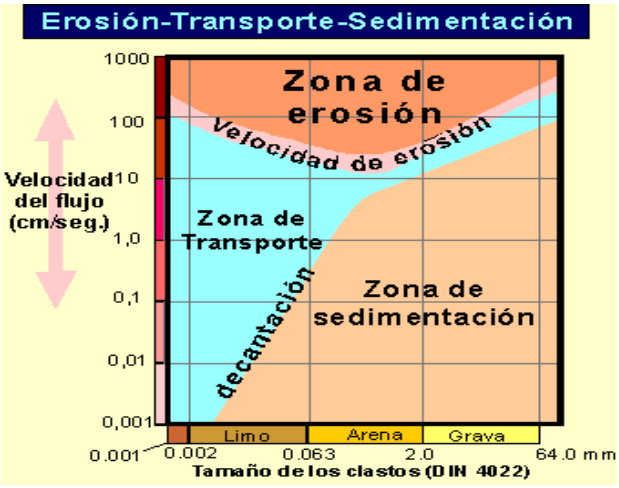


Figura No. 1. Diagrama de Erosión-Transporte-Sedimentación.

En la siguiente tabla se presentan los promedios de azolve retenido por tipo de obra para 2009 y años anteriores en metros cúbicos (m^3) y toneladas (Ton) por unidad de medida (hectárea u obra) según el tipo de obra.

Tipo de Obras	Promedio de Azolve Retenido						Promedio General			
	2009	Años anteriores	Unidad	2009	Años anteriores	Unidad	A	Unidad	B	Unidad
Presas	2.4	2.7	m3/ Obra	3.4	4.0	Ton/ Obra	2.5	m3/ Obra	3.6	Ton/ Obra
Presa de Gaviones	0.3	0.7		0.5	0.9		0.5		0.7	
Presa de Geocostales		0.3			0.4		0.3		0.4	
Presa de Llantas		1.2			1.6		1.2		1.6	
Presa de Mampostería		6.6			8.8		6.6		8.8	
Presa de Morillos	0.5	0.6		0.8	0.8		0.5		0.8	
Presa de Piedra Acomodada	2.8	3.4		4.0	5.1		3.0		4.3	
Presa de Ramas	0.1	0.8		0.2	1.2		0.4		0.6	
Terrazas	14.8	36.0	m3/Ha	20.9	50.8	Ton/ Obra	19.2	m3/Ha	27.1	Ton/ Obra
Acomodo de Material Vegetal Muerto	**2.1**	**7.9**		**3.4**	**10.6**		**2.8**		**4.2**	
Barreras de Piedra en Curvas de Nivel	6.1	18.6		8.5	25.1		8.1		11.2	
Terrazas de Formación Sucesiva	0.0			0.0			0.0		0.0	
Terrazas Individuales	77.6	60.0		108.3	85.9		69.5		98.0	
Zanjas	78.5	227.4		114.27	333.1		96.7		141.1	
Bordos en Curvas a Nivel	155.5	556.2		225.8	819.4		202.6		295.4	
Sistema Zanja Bordo	47.3	85.2		70.5	122.1		52.3		77.33	
Zanjas Trinchera (Tinas Ciegas)	23.9	23.0		34.1	34.3		23.8		34.1	
Promedio General de Terrazas y Zanjas	60.8	147.2		88.4	214.8		73.6		107.1	

Tabla 48. Cantidad de Azolve Promedio retenido por Tipo de Obra.
Universidad Autónoma Chapingo (2012).

En la Tabla siguiente se presenta la cantidad promedio de agua captada al año en m^3/hectárea según clima, tipo de obra y año, puesto que en clima muy húmedo llueve más, la captación promedio es mayor con 3,960 m^3/Ha, mientras que en clima húmedo es de 583 m^3/Ha y en clima árido de 297 m^3/Ha en 2009.

Tipo de Obras	Periodo Evaluado		General
	2009	2005-2008	
Clima Árido	297	439	320
Terrazas	383	459	403
Acomodo de Material Vegetal Muerto (AMVM)	278	179	259
Barreras de Piedra en Curvas a Nivel (BPCN)	497	736	560
Terrazas Individuales (TI)	247	183	221
Zanjas	271	423	290
Bordos en Curvas de Nivel (BCN)	280	429	299
Roturación (R)	321	590	351
Sistema Zanja Bordo (SZB)	165	303	177
Zanjas Trinchera (ZT) (Tinas Ciegas)	277	176	260
Clima Húmedo	583	594	584
Terrazas	760	710	751
Acomodo de Material Vegetal Muerto (AMVM)	**495**	**1,076**	**543**
Barreras de Piedra en Curvas a Nivel (BPCN)	1,156	1,486	1,183
Terrazas de Formación Sucesiva (TFS)	147		147
Terrazas Individuales (TI)	377	383	380
Zanjas	505	519	507
Bordos en Curvas de Nivel (BCN)	794	520	763
Roturación (R)	538	712	570
Sistema Zanja Bordo (SZB)	391	751	443
Zanjas Trinchera (ZT) (Tinas Ciegas)	498	79	461
Clima Muy Húmedo	3,960		3,960
Terrazas	3,960		3,960
Barreras de Piedra en Curvas de Nivel (BPCN)	3,960		3,960
General	495	533	500

Tabla 49. Cantidad de Agua Promedio retenida por Tipo de Obra.
Universidad Autónoma Chapingo (2012).

Cabe mencionar que el estudio realizado por la Universidad Autónoma de Chapingo se llevó a cabo en toda la República Mexicana, en todos los tipos de suelo que el país presenta, así como los diversos tipos de clima que existen; por lo tanto, la metodología, los criterios evaluados y los resultados obtenidos son viables con las características que presenta la zona en donde se desarrollará el proyecto.

De acuerdo con el estudio de Chapingo (2012), la retención de azolves y agua de las obras, fue estimada considerando obras con una dimensión de 50 metros lineales (ml). Por lo tanto, acorde con los parámetros indicados por los autores, se estima que por cada metro lineal de Acomodo de Material Vegetal Muero (AMVM), se retiene en promedio un total de 0.212 Ton/año de azolves y 10.86 m^3/año de agua.

Tomando en cuenta la retención por cada metro lineal estas obras, ya que en el presente Proyecto se propone realizar obras con una longitud de 20 m lineales, cada una de estas

tendrá una retención de 4.24 ton/año de azolves y 217.2 m^3 de agua por año. En la siguiente tabla, se desglosa la cantidad de obras que se propone realizar en cada etapa:

Etapa	Obra	Tipo de Obra	Longitud de Obras (ml)	Retención de obras por ml		Retención de Obras Propuestas	
				Retención de Azolves (Ton/año)	Retención de Agua (m^3/año)	Retención de Azolves (Ton/año)	Retención de Agua (m^3/año)
Etapa 1	1	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	2	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	3	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	4	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
Etapa 2	5	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	6	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	7	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	8	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
Etapa 3	9	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	10	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	11	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	12	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
Etapa 4	13	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	14	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	15	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	16	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
Etapa 5	17	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	18	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	19	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
	20	AMVM	20	0.212	10.86	4.24	217.2
Total						**84.800**	**4344.000**
*Obras de 20 metros lineales.							

Tabla 50. Obras de AMVM propuestas para el Proyecto.

Como se indica en la Tabla anterior, para *mitigar* los efectos ocasionados por el CUSTF en infiltración de aguas y erosión de suelos, se propone la ejecución de **20 obras** (de 20 metros lineales cada una) de acomodo de material vegetal muerto, en adición a los trabajos de reforestación. Las obras se proponen ejecutar en cinco etapas, contemplando la implementación de cuatro obras en cada una de ellas.

6.4.3.5. Compensación

6.4.3.5.1. Compensación del aumento en la tasa erosiva y en el déficit de infiltración

Comparando los valores de la disminución de la erosión en el área de reforestación con el aumento en la erosión en el área del proyecto como resultado de las actividades de CUSTF, se determina la reforestación como una medida de compensación apropiada para la mitigación de la erosión de suelos derivada del CUSTF.

Análisis de Tasas Erosivas por Compensación			
Etapa	Erosión (Ton/Año)		
	Aumento por el CUSTF	Disminución por la Reforestación	Total
Etapa 1	760.38	2,718.21	1,957.83
Etapa 2	755.91	2,306.24	1,550.33

Análisis de Tasas Erosivas por Compensación			
Etapa 3	532.33	14,666.15	14,133.82
Etapa 4	564.85	8,795.62	8,230.77
Etapa 5	582.83	8,075.84	7,493.01
Total	**3,196.29**	**36,562.06**	**33,365.76**

Tabla 51. Comparación de las Tasas de Erosión por Actividades Compensatorias.

De la misma forma, la compensación del índice de infiltración en el área de reforestación comparada con el déficit de infiltración en el área del proyecto como resultado de las actividades de CUSTF, se determina que la reforestación es una medida de compensación apropiada para la mitigación en la disminución de la infiltración derivada de la ejecución del CUSTF:

Análisis de compensación en la tasa de infiltración (m^3)			
Etapas	Disminución por CUSTF	Aumento por la Reforestación	Diferencia
1	652.63	6,347.55	5,694.92
2	635.22	6,384.80	5,749.59
3	610.19	6,623.34	6,013.14
4	634.71	6,483.53	5,848.82
5	604.69	6,426.92	5,822.23
Total	**3,137.44**	**32,266.14**	**29,128.70**

Tabla 52. Comparación de Infiltración por Actividades Compensatorias.

Con el análisis queda establecido que con la implementación de la reforestación como medidas de compensación y mitigación, el presente proyecto **"***No contrapone lo establecido en el Artículo 93 Párrafo Primero de la LGDFS, en el que se menciona que para que un Proyecto en el que se requiera la Autorización del Cambio de Uso del Suelo, la obra no deberá incrementar la tasa erosiva así como no provocar el déficit en la infiltración***"** ya que se estará haciendo lo contrario, se estaría disminuyendo la tasa erosiva y se incrementaría la infiltración.

Respecto a lo anterior, se obtiene lo siguiente:

- En el área de CUSTF se debe compensar una tasa erosiva de **3,196.29 Ton/año** y un déficit de infiltración de **3,137.44 m^3/Año**, a través la implementación de medidas compensatorias.
- En el área propuesta a Reforestación, posterior a la ejecución de la reforestación, se encontró una disminución de **36,562.06Ton/año** de la erosión total, lo que sobrepasa en **33,365.76 Ton/Año** al incremento después de la implementación del CUSTF (3,196.29 Ton/año); por lo que, dicha medida se considera exitosa para mitigar y/o compensar los efectos de la degradación del suelo.
- Asimismo, posterior a la reforestación, se estaría generando un aumento en la infiltración de **32,266.14 m^3/Año**, lo que sobrepasa en **29,128.70 m^3/Año** al déficit de infiltración ocasionado por la ejecución del CUSTF (3,137.44 m^3/Año); por lo que, dicha medida es considerada exitosa para mitigar y/o compensar la pérdida de agua en el subsuelo.

Existen estudios que validan estas conclusiones, como el presentado por Gutiérrez y Salazar (1986) referente a los beneficios obtenidos por medio de reforestaciones realizadas en la sierra de Zapalinamé. Dicho estudio tuvo como objetivo determinar si la plantación de pinos en dicho sitio ha incrementado la infiltración y conocer su comportamiento a través de la edad de la plantación y de las épocas del año. Para cumplir con este objetivo, se hicieron estimaciones de la infiltración en un área sin reforestar y durante las diferentes estaciones del año; para ello se utilizó un experimento factorial con un diseño completamente al azar y una comparación múltiple de Duncan. Los análisis realizados mostraron que las tasas de infiltración se han visto incrementadas con la reforestación.

Cabe mencionar que la reforestación adicionada a una capa vegetal disminuye la escorrentía durante las lluvias, lo que promueve la capacidad de infiltración del agua en el subsuelo y en los mantos acuíferos. La retención de esta agua ayuda a mitigar problemas como los deslaves e incendios, contribuyendo a disminuir los efectos del cambio climático; lo anterior se debe a la regulación del ciclo del agua promovida por las plantas, mismas que por medio de sus raíces se encargan de recargar los acuíferos y de esta forma, mantienen y mejoran la calidad del agua subterránea. Otros beneficios de la reforestación incluyen: el almacenamiento de Carbono, el incremento de la biodiversidad, la producción de Oxígeno, la purificación del aire, la formación de suelos fértiles y la reducción en la temperatura del suelo (Rojo y Sanginés, 2002).

Por lo tanto, se determina que *la reforestación es una medida apropiada y viable para la compensación y mitigación de las afectaciones derivadas de los incrementos en la degradación del suelo, la calidad y cantidad del agua a infiltrarse.*

6.4.3.5.2. Compensación del carbono almacenado

- **Carbono almacenado en el Área de Proyecto**

La mayoría de los procesos productivos y actividades domésticas requieren el uso de energía derivada de combustibles fósiles. El proceso de combustión de dichas sustancias emite Óxidos de Carbono, principalmente CO_2 y otros gases que contribuyen al calentamiento atmosférico global, proceso que ha aumentado 3.5 veces en los últimos 50 años y la cantidad de estos gases en la atmósfera se ve incrementada como consecuencia del cambio del uso del suelo. Se estima que un tercio de las 3.7 Ton de CO_2 que se emite por habitante en el país, se origina a través de los procesos de deforestación, cambio del uso del suelo y quema de leña.

Los bosques y selvas capturan, almacenan y liberan Carbono como resultado de los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de la materia seca. El *saldo* es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición. Este servicio ambiental que proveen bosques o selvas como sumideros de Carbono, permite equilibrar la concentración de este elemento, misma que se ve incrementada debido a las emisiones que se producen por la actividad humana (Torres y Guevara, 2002).

Para el cálculo del contenido de carbono almacenado en la superficie forestal donde se efectuará el CUSTF, se optó por la realizar la determinación de las existencias reales de la

biomasa aérea y subterránea a través de ecuaciones alométricas con los datos de campo correspondientes al diámetro (DN) y altura (H) de los individuos muestreados, empleando las fórmulas mencionadas en las Tablas No. 3 y No. 4. Dichos modelos hacen uso del método directo, donde se obtienen los resultados de la biomasa forestal (en kilogramos).

La biomasa aérea fue estimada por medio de las ecuaciones alométricas para cada especie. En el caso de especies que no cuentan con fórmulas alométricas específicas, se empleó la sugerida por Birigazzi, *et al.* (2013), que es usada para especies pertenecientes a Selvas Caducifolias; en cuanto a la biomasa subterránea, se calculó usando la propuesta por Cairns (1997) que puede ser aplicada para todos los tipos de ecosistemas. Posteriormente, se les aplica el factor de conversión de Carbono, usando la constante de 0.5, de conformidad con lo indicado por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (por sus siglas en inglés IPCC) (2013) y se hace la conversión a unidades en Toneladas. Asimismo, los resultados deben ser extrapolados con los cálculos del número de individuos totales dentro del área de CUSTF.

En la Tabla 53, se presentan las fórmulas generales utilizadas, mientras que en la Tabla 54 se enlistan las ecuaciones alométricas de las especies forestales que se identificaron en el sitio del proyecto:

Concepto	Fórmula	Especie	Referencia
Biomasa Subterránea	exp ((-1.0587) + (0.8836* ln (BA)))	Todas las especies	Cairns, *et a*l. (1997)
Carbono	C=(B/1000) * FCBC		López, *et al*. (2017)
Factor de Conversión de Biomasa a Carbono	FCBC= 0.5		IPCC (1996)
Donde B = Biomasa (kg); C= Carbono en Toneladas; DAP= Diámetro a la altura del pecho (cm); H= Altura (m); FCBC= Factor de Conversión de Biomasa a Carbono.			

Tabla 53. Fórmulas generales para estimación de biomasa y carbono.

Fórmulas Específicas por Género/Especie		
Especie	Fórmula	Referencia
Albizia niopoides	0.1142*(DAP^2.4451)	Reserva de Acción Climática (2023)
Alvaradoa amorphoides	21.297-6.953*(DAP)+0.74*DAP^2	Reserva de Acción Climática (2023)
Bauhinia divaricata	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Bourreria andrieuxii	21.297-6.953*(DAP)+ 0.74*DAP^2	Reserva de Acción Climática (2023)
Bursera excelsa	(0.064808*(DAP)^2.46998)	Reserva de Acción Climática (2023)
Bursera simaruba	(0.064808*(DAP)^2.46998)	Reserva de Acción Climática (2023)
Casearia corymbosa	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Ceiba aesculifolia	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Coccoloba acapulcensis	21.297-6.953*(DAP)+0.74*(DAP)^2	Reserva de Acción Climática (2023)
Cochlospermum vitifolium	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Comocladia guatemalensis	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Cordia alliodora	(10^-0.755)*(DAP^2.072)	Reserva de Acción Climática (2023)
Erythrina goldmanii	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Erythroxylum mexicanum	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Euphorbia schlechtendalii	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)

Fórmulas Específicas por Género/Especie		
Ficus cookii	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Guazuma ulmifolia	(0.232435*DAP^2.21906)	Reserva de Acción Climática (2023)
Gymnopodium floribundum	21.297-6.953*(DAP)+0.74*(DAP)^2	Reserva de Acción Climática (2023)
Gyrocarpus americanus	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Haematoxylum brasiletto	(0.37)*(DAP^1.96)	Reserva de Acción Climática (2023)
Heliocarpus reticulatus	(0.23736*DAP^2.16175)	Reserva de Acción Climática (2023)
Hintonia latiflora	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Leucaena leucocephala	(0.5825*DAP^1.6178)	Reserva de Acción Climática (2023)
Lonchocarpus guatemalensis	((EXP(4.9375)*(DAP)^2.1166)*0.00000114)* 1000	Reserva de Acción Climática (2023)
Lonchocarpus parviflorus	((EXP(4.9375)*(DAP)^2.1166)*0.00000114)* 1000	Reserva de Acción Climática (2023)
Lysiloma divaricatum	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Mimosa tenuiflora	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Montanoa tomentosa	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Plumeria rubra	0.465*(DAP)^(2.202)	Reserva de Acción Climática (2023)
Pseudobombax ellipticum	(0.23736*DAP^2.16175)	Reserva de Acción Climática (2023)
Randia aculeata	21.297-6.953*(DAP)+0.74*(DAP)^2	Reserva de Acción Climática (2023)
Senna atomaria	0.2368*(DAP)^(2.2219)	Reserva de Acción Climática (2023)
Senna skinneri	0.2368*(DAP)^(2.2219)	Reserva de Acción Climática (2023)
Spondias mombin	0.063*((DAP^2)*H)^ 0.862	Reserva de Acción Climática (2023)
Tabernaemontana glabra	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Terminalia macrostachya	(0.0841*(DAP)^2.41)	Birigazzi e tal. (2013)
Trichilia hirta	(0.0465)*(DAP^2)*H	Reserva de Acción Climática (2023)
Vachellia collinsii	0.1245*(DAP)^(2.4163)	Reserva de Acción Climática (2023)
Vachellia pennatula	21.297-6.953*(DAP)+0.74*(DAP)^2	Reserva de Acción Climática (2023)
Zanthoxylum fagara	21.297-6.953*(DAP)+0.74*(DAP)^2	Reserva de Acción Climática (2023)

Tabla 54. Fórmulas alométricas por especies para estimación de biomasa aérea.

La estimación del Carbono en relación con el área de CUSTF en sus diferentes etapas, se expone a continuación. Además, la memoria de cálculo se adjunta en formato digital a la MIA-P en un archivo Excel.

Etapa	Nombre Científico	Nombre Común	Carbono (Ton)		
			Aéreo	Subterráneo	Total
1	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	3.771	0.663	4.434
1	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	0.495	0.113	0.608
1	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	0.257	0.066	0.323
1	*Bursera excelsa*	Copal	0.934	0.226	1.160
1	*Bursera simaruba*	Mulato	3.044	0.605	3.649
1	*Casearia corymbosa*	Cafecito	0.016	0.005	0.021
1	*Ceiba aesculifolia*	Mosmot	0.479	0.106	0.585
1	*Cochlospermum vitifolium*	Tambor	0.138	0.039	0.177
1	*Comocladia guatemalensis*	Cinco Negritos	0.690	0.172	0.862
1	*Cordia alliodora*	Molinillo	0.039	0.010	0.050
1	*Ficus cookii*	Higo	2.809	0.518	3.327
1	*Gymnopodium floribundum*	Nangaño	0.038	0.011	0.048
1	*Gyrocarpus americanus*	San Felipe	0.196	0.046	0.243
1	*Haematoxylum brasiletto*	Palo Brasil	1.714	0.354	2.068
1	*Hintonia latiflora*	Caniquita	0.068	0.019	0.088

Etapa	Nombre Científico	Nombre Común	Carbono (Ton)		
			Aéreo	Subterráneo	Total
1	*Leucaena leucocephala*	Guaje	0.810	0.208	1.017
1	*Lysiloma divaricatum*	Amolillo	1.581	0.284	1.865
1	*Montanoa tomentosa*	Malacate	0.034	0.009	0.043
1	*Senna atomaria*	Hediondillo	2.029	0.433	2.462
1	*Senna skinneri*	Santa Rosa	0.440	0.111	0.551
1	*Tabernaemontana glabra*	Corcoche	0.047	0.012	0.059
1	*Trichilia hirta*	Napahuito	0.144	0.037	0.181
1	*Zanthoxylum fagara*	Cola de Lagarto	0.046	0.013	0.059
1	*Mimosa tenuiflora*	Sierrita	0.690	0.175	0.864
1	*Terminalia macrostachya*	Cacho de Toro	0.015	0.004	0.020
1	*Euphorbia schlechtendalii*	Chicle	0.032	0.009	0.041
Total			**20.557**	**4.247**	**24.804**
2	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	1.863	0.399	2.262
2	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	0.713	0.135	0.849
2	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	1.481	0.365	1.846
2	*Bursera excelsa*	Copal	0.113	0.031	0.143
2	*Bursera simaruba*	Mulato	0.412	0.082	0.493
2	*Coccoloba acapulcensis*	Carnero	1.550	0.291	1.841
2	*Cochlospermum vitifolium*	Tambor	0.365	0.072	0.437
2	*Comocladia guatemalensis*	Cinco Negritos	0.121	0.032	0.153
2	*Cordia alliodora*	Molinillo	0.717	0.144	0.861
2	*Erythroxylum mexicanum*	Escobillo	0.011	0.003	0.015
2	*Guazuma ulmifolia*	Caulote	0.054	0.013	0.067
2	*Gymnopodium floribundum*	Nangaño	0.272	0.069	0.340
2	*Gyrocarpus americanus*	San Felipe	0.408	0.098	0.505
2	*Haematoxylum brasiletto*	Palo Brasil	0.250	0.058	0.308
2	*Heliocarpus reticulatus*	Guaspó	0.097	0.022	0.120
2	*Hintonia latiflora*	Caniquita	0.049	0.014	0.063
2	*Leucaena leucocephala*	Guaje	0.660	0.174	0.834
2	*Lonchocarpus guatemalensis*	Calagua	0.028	0.007	0.035
2	*Lonchocarpus parviflorus*	Chaperla	1.921	0.457	2.379
2	*Lysiloma divaricatum*	Amolillo	2.635	0.445	3.080
2	*Montanoa tomentosa*	Malacate	0.018	0.005	0.023
2	*Randia aculeata*	Crucecita	0.388	0.082	0.470
2	*Zanthoxylum fagara*	Cola de Lagarto	0.684	0.139	0.823
2	*Mimosa tenuiflora*	Sierrita	0.116	0.033	0.149
2	*Terminalia macrostachya*	Cacho de Toro	3.868	0.788	4.656
2	*Euphorbia schlechtendalii*	Chicle	0.018	0.005	0.023
Total			18.811	3.962	22.773
3	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	4.438	0.819	5.257
3	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	0.082	0.021	0.103
3	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	0.466	0.119	0.586
3	*Bursera excelsa*	Copal	0.019	0.005	0.024
3	*Bursera simaruba*	Mulato	2.623	0.644	3.267
3	*Casearia corymbosa*	Cafecito	0.218	0.055	0.273
3	*Ceiba aesculifolia*	Mosmot	0.192	0.048	0.241
3	*Cochlospermum vitifolium*	Tambor	1.355	0.332	1.687

Etapa	Nombre Científico	Nombre Común	Carbono (Ton)		
			Aéreo	Subterráneo	Total
3	*Comocladia guatemalensis*	Cinco Negritos	0.251	0.068	0.319
3	*Cordia alliodora*	Molinillo	0.179	0.047	0.226
3	*Ficus cookii*	Higo	1.088	0.196	1.284
3	*Heliocarpus reticulatus*	Guaspó	0.441	0.094	0.536
3	*Hintonia latiflora*	Caniquita	0.381	0.102	0.484
3	*Leucaena leucocephala*	Guaje	1.268	0.324	1.593
3	*Lonchocarpus guatemalensis*	Calagua	0.091	0.024	0.116
3	*Lonchocarpus parviflorus*	Chaperla	0.347	0.074	0.421
3	*Lysiloma divaricatum*	Amolillo	0.072	0.019	0.091
3	*Plumeria rubra*	Flor de Mayo	0.205	0.044	0.249
3	*Pseudobombax ellipticum*	Sospó	0.136	0.033	0.169
3	*Senna atomaria*	Hediondillo	0.875	0.214	1.089
3	*Spondias mombin*	Jobo	0.032	0.008	0.040
3	*Tabernaemontana glabra*	Corcoche	0.022	0.006	0.028
3	*Vachellia collinsii*	Cornazuelo	0.054	0.015	0.069
3	*Vachellia pennatula*	Quebracho	0.155	0.035	0.190
3	*Zanthoxylum fagara*	Cola de Lagarto	0.051	0.013	0.064
3	*Mimosa tenuiflora*	Sierrita	1.910	0.465	2.375
3	*Bauhinia divaricata*	Casco de Vaca	0.284	0.073	0.356
3	*Terminalia macrostachya*	Cacho de Toro	0.188	0.043	0.230
3	*Euphorbia schlechtendalii*	Chicle	0.014	0.004	0.018
Total			17.436	3.945	21.381
4	*Albizia niopoides*	Guanacastle Blanco	2.428	0.384	2.811
4	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	2.707	0.583	3.290
4	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	1.130	0.264	1.394
4	*Bursera excelsa*	Copal	1.507	0.357	1.863
4	*Bursera simaruba*	Mulato	3.105	0.622	3.727
4	*Casearia corymbosa*	Cafecito	0.352	0.089	0.441
4	*Ceiba aesculifolia*	Mosmot	0.760	0.176	0.937
4	*Cochlospermum vitifolium*	Tambor	0.511	0.134	0.645
4	*Comocladia guatemalensis*	Cinco Negritos	1.007	0.244	1.250
4	*Cordia alliodora*	Molinillo	0.580	0.116	0.695
4	*Erythrina goldmanii*	Frijolillo	0.346	0.074	0.420
4	*Ficus cookii*	Higo	1.044	0.212	1.256
4	*Guazuma ulmifolia*	Caulote	1.653	0.317	1.970
4	*Gyrocarpus americanus*	San Felipe	0.118	0.032	0.150
4	*Haematoxylum brasiletto*	Palo Brasil	0.834	0.175	1.009
4	*Hintonia latiflora*	Caniquita	0.124	0.032	0.156
4	*Leucaena leucocephala*	Guaje	1.024	0.257	1.281
4	*Lonchocarpus guatemalensis*	Calagua	0.330	0.080	0.409
4	*Lonchocarpus parviflorus*	Chaperla	0.449	0.108	0.557
4	*Lysiloma divaricatum*	Amolillo	2.230	0.356	2.586
4	*Randia aculeata*	Crucecita	0.015	0.004	0.019
4	*Senna atomaria*	Hediondillo	0.076	0.020	0.097
4	*Senna skinneri*	Santa Rosa	0.116	0.026	0.143
4	*Spondias mombin*	Jobo	0.219	0.049	0.268
4	*Tabernaemontana glabra*	Corcoche	0.072	0.019	0.092

Etapa	Nombre Científico	Nombre Común	Carbono (Ton)		
			Aéreo	Subterráneo	Total
4	*Vachellia collinsii*	Cornazuelo	0.018	0.005	0.023
4	*Zanthoxylum fagara*	Cola de Lagarto	0.128	0.035	0.163
4	*Mimosa tenuiflora*	Sierrita	0.378	0.099	0.477
4	*Terminalia macrostachya*	Cacho de Toro	1.485	0.310	1.796
Total			24.746	5.180	29.926
5	*Alvaradoa amorphoides*	Camarón	0.259	0.062	0.321
5	*Bourreria andrieuxii*	Calabacita	0.219	0.049	0.268
5	*Bursera excelsa*	Copal	0.796	0.200	0.996
5	*Bursera simaruba*	Mulato	1.662	0.400	2.061
5	*Casearia corymbosa*	Cafecito	0.032	0.008	0.040
5	*Ceiba aesculifolia*	Mosmot	0.780	0.171	0.952
5	*Coccoloba acapulcensis*	Carnero	1.634	0.314	1.948
5	*Cochlospermum vitifolium*	Tambor	0.496	0.111	0.607
5	*Comocladia guatemalensis*	Cinco Negritos	0.756	0.180	0.936
5	*Cordia alliodora*	Molinillo	0.173	0.041	0.214
5	*Ficus cookii*	Higo	6.149	1.097	7.246
5	*Gyrocarpus americanus*	San Felipe	0.156	0.041	0.197
5	*Heliocarpus reticulatus*	Guaspó	0.303	0.071	0.375
5	*Leucaena leucocephala*	Guaje	0.471	0.120	0.591
5	*Lonchocarpus parviflorus*	Chaperla	1.165	0.270	1.434
5	*Lysiloma divaricatum*	Amolillo	0.014	0.004	0.018
5	*Randia aculeata*	Crucecita	0.102	0.027	0.129
5	*Spondias mombin*	Jobo	0.172	0.038	0.210
5	*Tabernaemontana glabra*	Corcoche	0.014	0.004	0.018
5	*Mimosa tenuiflora*	Sierrita	1.990	0.519	2.509
5	*Terminalia macrostachya*	Cacho de Toro	0.698	0.141	0.839
5	*Euphorbia schlechtendalii*	Chicle	0.098	0.027	0.125
Total			**18.140**	**3.896**	**22.035**
Total General			**99.690**	**21.230**	**120.920**

Tabla 55. Estimación de captura de carbono en el área de CUSTF.

Etapa	Carbono (Ton)		
	Aéreo	Subterráneo	Total
1	20.557	4.2470	24.804
2	18.811	3.9621	22.773
3	17.436	3.9454	21.381
4	24.746	5.1799	29.926
5	18.726	3.8955	22.622
Total	**100.276**	**21.2300**	**121.506**

Tabla 56. Resumen de carbono almacenado en las etapas de CUSTF.

Acorde con la estimación realizada, dentro del área de CUSTF, se dejarían de capturar un total **121.506 Ton de C**, de las cuales, **100.276 Ton** se encuentran de forma aérea y **21.230 Ton** de forma subterránea.

- **Compensación de la Pérdida en la Captura de Carbono.**

Derivado del análisis realizado en el apartado anterior, se determinó que en las **5.0261 Ha** donde actualmente se encuentra la vegetación forestal y donde se pretende realizar el CUSTF, se dejarán de capturar en promedio un total de **121.506 Ton/Año** de Carbono.

Con base a lo anterior, la medida de compensación a establecer para recuperar el Carbono que será liberado producto de la remoción de la cobertura vegetal en el área de CUSTF, es la **Reforestación**, la cual se propone ejecutar en una superficie total de 15.0888 Ha dentro del Área Natural Protegida Reserva (ANP) del Parque Nacional "Cañón del Sumidero". Es importante señalar que la reforestación se llevará a cabo en cinco (5) etapas.

A fin de demostrar que la Reforestación podrá compensar la pérdida de carbono por las actividades del proyecto, se realizó la estimación del incremento de la biomasa y de carbono anualmente a través de ecuaciones alométricas y de los valores de crecimiento anual de las especies consideradas para la reforestación.

Como se mencionó previamente, se consideran 3 especies para reforestación de 15.0888 Ha en áreas desprovistas de vegetación dentro de la ANP del Parque Nacional "Cañón del Sumidero". Para el cálculo del carbono que será almacenado año con año por los individuos considerados para la reforestación, se recopilaron las ecuaciones alométricas para la estimación de la biomasa aérea y subterránea.

Nombre científico	Nombre común	Formula Alométrica
Cordia alliodora	Molinillo	(10^-0.755)*(DAP^2.072)
Bursera simaruba	Mulato	(0.064808*(DAP)^2.46998)
Leucaena leucocephala	Guaje	(0.5825*DAP^1.6178)

Tabla 57. Ecuaciones alométricas de especies a reforestar.

Asimismo, de manera bibliográfica, se obtuvieron las tasas de crecimiento anual de DAP para cada una de ellas, que nos permitirá realizar los cálculos anuales:

Nombre científico	Tasa de crecimiento anual del Diámetro (cm/año)	Fuente
Cordia alliodora	1.50	Francis, et, al. (2000)
Bursera simaruba	0.28	Francis, et, al. (2000)
Leucaena leucocephala	1.50	https://rngr.net/publications/arboles-de-puerto-rico)

Tabla 58. Valores de crecimiento de especies a reforestar.

En la siguiente tabla, se presenta el crecimiento de las especies, considerando un periodo de 7 años:

Crecimiento de Especies									
Nombre Científico	Nombre Común	TCA D (cm)	Tiempo						
			1	2	3	4	5	6	7
Cordia alliodora	Molinillo	1.50	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50
Bursera simaruba	Mulato	0.28	0.28	0.56	0.84	1.12	1.40	1.68	1.96
Leucaena leucocephala	Guaje	1.50	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50

Tabla 59. Estimación de crecimiento de especies a reforestar.

Con la información proporcionada, se realizó la estimación de la biomasa aérea utilizando las ecuaciones correspondientes. De la misma forma, a partir de los datos de la biomasa aérea, se calculó la biomasa subterránea. Posteriormente, se llevó a cabo la conversión de ambas biomasas a Carbono.

En la Tabla 60 se presenta los resultados obtenidos. Para una consulta más detallada de los datos, se adjunta a esta MIA-P la memoria de cálculo en formato digital Excel.

Estimación de Biomasa y Carbono por individuo								
Biomasa Aérea (Kg)								
Nombre Científico	**Nombre Común**	**Tiempo**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Cordia alliodora	Molinillo	0.407	1.712	3.967	7.200	11.432	16.680	22.956
Bursera simaruba	Mulato	0.003	0.015	0.042	0.086	0.149	0.233	0.342
Leucaena leucocephala	Guaje	1.122	3.445	6.638	10.573	15.169	20.374	26.144
Conversión a Carbono Aéreo (Ton)								
Nombre Científico	**Nombre Común**	**Tiempo**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Cordia alliodora	Molinillo	0.000	0.001	0.002	0.004	0.006	0.008	0.011
Bursera simaruba	Mulato	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Leucaena leucocephala	Guaje	0.001	0.002	0.003	0.005	0.008	0.010	0.013
Biomasa Subterránea (Kg)								
Nombre Científico	**Nombre Común**	**Tiempo**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Cordia alliodora	Molinillo	0.157	0.558	1.172	1.985	2.987	4.170	5.530
Bursera simaruba	Mulato	0.002	0.009	0.021	0.040	0.064	0.096	0.134
Leucaena leucocephala	Guaje	0.384	1.035	1.848	2.787	3.835	4.976	6.203
Conversión a Carbono Subterráneo (Ton)								
Nombre Científico	**Nombre Común**	**Tiempo**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Cordia alliodora	Molinillo	0.00008	0.00028	0.00059	0.00099	0.00149	0.00209	0.00276
Bursera simaruba	Mulato	0.00000	0.00000	0.00001	0.00002	0.00003	0.00005	0.00007
Leucaena leucocephala	Guaje	0.00019	0.00052	0.00092	0.00139	0.00192	0.00249	0.00310

Tabla 60. Estimación de biomasa y carbono por individuo.

Los valores anteriores fueron generados por individuo, por lo que es necesario extrapolar esto al total de individuos previstos para efectuar la reforestación en cada una de las etapas que se tienen previstas para su ejecución.

De acuerdo con lo anterior, en seguida se presenta la estimación de biomasa aérea y subterránea, así como la captura de Carbono que se tendrá por anualidad en las etapas propuestas. Se hace mención que la memoria de cálculo se adjunta en formato digital a la MIA-P en un archivo Excel.

Estimación de Biomasa y Carbono por Etapas								
Biomasa Aérea (Kg) en el Área de Reforestación								
Nombre Científico	**No. de Árboles**	**Anualidad**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Cordia alliodora	1,118	455.305	1,914.419	4,435.046	8,049.542	12,781.115	18,648.001	25,665.281
Bursera simaruba	1,118	3.123	17.302	47.102	95.860	166.343	260.964	381.889
Leucaena leucocephala	1,118	1,254.926	3,851.452	7,421.726	11,820.363	16,959.453	22,777.773	29,229.257
Total	**3,354**	**1,713.355**	**5,783.173**	**11,903.875**	**19,965.766**	**29,906.911**	**41,686.738**	**55,276.428**

Conversión a Carbono Aéreo (Ton) en el Área de Reforestación								
Nombre Científico	**No. de Árboles**	**Anualidad**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Cordia alliodora	1,118	0.228	0.957	2.218	4.025	6.391	9.324	12.833
Bursera simaruba	1,118	0.002	0.009	0.024	0.048	0.083	0.130	0.191
Leucaena leucocephala	1,118	0.627	1.926	3.711	5.910	8.480	11.389	14.615
Total	**3,354**	**0.857**	**2.892**	**5.952**	**9.983**	**14.953**	**20.843**	**27.638**
Biomasa Subterránea (Kg)								
Nombre Científico	**No. de Árboles**	**Anualidad**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Cordia alliodora	1,118	175.359	623.820	1,310.540	2,219.170	3,338.991	4,662.102	6,182.288
Bursera simaruba	1,118	2.148	9.751	23.624	44.262	72.033	107.236	150.124
Leucaena leucocephala	1,118	429.527	1,156.935	2,065.519	3,116.217	4,287.058	5,563.499	6,935.019
Total	**3,354**	**607.033**	**1,790.505**	**3,399.683**	**5,379.648**	**7,698.081**	**10,332.837**	**13,267.431**
Conversión a Carbono Subterráneo (Ton)								
Nombre Científico	**No. de Árboles**	**Anualidad**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Cordia alliodora	1,118.00	0.088	0.312	0.655	1.110	1.669	2.331	3.091
Bursera simaruba	1,118.00	0.001	0.005	0.012	0.022	0.036	0.054	0.075
Leucaena leucocephala	1,118.00	0.215	0.578	1.033	1.558	2.144	2.782	3.468
Total	**3,354.00**	**0.304**	**0.895**	**1.700**	**2.690**	**3.849**	**5.166**	**6.634**
Carbono Total (Ton)								
Nombre Científico	**No. de Árboles**	**Anualidad**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Cordia alliodora	1,118.00	0.315	1.269	2.873	5.134	8.060	11.655	15.924
Bursera simaruba	1,118.00	0.003	0.014	0.035	0.070	0.119	0.184	0.266
Leucaena leucocephala	1,118.00	0.842	2.504	4.744	7.468	10.623	14.171	18.082
Total	**3,354.00**	**1.160**	**3.787**	**7.652**	**12.673**	**18.802**	**26.010**	**34.272**

Tabla 61. Estimación de Biomasa y Carbono por etapa del Área de Reforestación.

Una vez estimada la cantidad de captura carbono aéreo y subterránea se podría determinar por etapa, se extrapoló considerando la cantidad de etapas proyectadas, obteniéndose lo siguiente:

Etapa	Nombre Científico	Nombre Común	Carbono Aéreo en Etapa (Ton)	Carbono Subterráneo en Etapa (Ton)	Carbono Total en Etapa (Ton)
1	*Cordia alliodora*	Molinillo	12.833	3.091	15.924
	Bursera simaruba	Mulato	0.191	0.075	0.266
	Leucaena leucocephala	Guaje	14.615	3.468	18.082
Subtotal Etapa			**27.638**	**6.634**	**34.272**
2	*Cordia alliodora*	Molinillo	12.833	3.091	15.924
	Bursera simaruba	Mulato	0.191	0.075	0.266
	Leucaena leucocephala	Guaje	14.615	3.468	18.082
Subtotal Etapa			**27.638**	**6.634**	**34.272**
3	*Cordia alliodora*	Molinillo	12.833	3.091	15.924
	Bursera simaruba	Mulato	0.191	0.075	0.266
	Leucaena leucocephala	Guaje	14.615	3.468	18.082
Subtotal Etapa			**27.638**	**6.634**	**34.272**
4	*Cordia alliodora*	Molinillo	12.833	3.091	15.924
	Bursera simaruba	Mulato	0.191	0.075	0.266
	Leucaena leucocephala	Guaje	14.615	3.468	18.082

Etapa	Nombre Científico	Nombre Común	Carbono Aéreo en Etapa (Ton)	Carbono Subterráneo en Etapa (Ton)	Carbono Total en Etapa (Ton)
Subtotal Etapa			**27.638**	**6.634**	**34.272**
5	*Cordia alliodora*	Molinillo	12.833	3.091	15.924
	Bursera simaruba	Mulato	0.191	0.075	0.266
	Leucaena leucocephala	Guaje	14.615	3.468	18.082
Subtotal Etapa			**27.638**	**6.634**	**34.272**
Total			**138.191**	**33.169**	**171.360**

Tabla 62. Estimación de Carbono por las etapas del Área de Reforestación.

De acuerdo con lo anterior, se obtiene que se presentará un aumento en la captura de carbono con el paso de los años, siendo en la **anualidad 7** donde se compensa la pérdida de Carbono por la ejecución del CUSTF en el área sujeta a CUSTF, como se aprecia en la siguiente tabla:

Concepto	Carbono (Ton)		
	Aéreo	**Subterráneo**	**Total**
Ejecución del CUSTF	100.276	21.230	121.506
Ejecución de la Reforestación	138.191	33.169	171.360
Diferencia	**37.915**	**11.939**	**49.854**

Tabla 63. Comparación de la captura de carbono.

De acuerdo con lo anterior, por la implementación del CUSTF, se liberarían **121.506 Ton de C** a la atmósfera; y con la implementación del Programa de Reforestación, a partir del **año 7**, se obtendría una captura de **171.360 Ton de C**, por lo que se compensaría el déficit con una diferencia de **49.854 Ton de C** a favor en esa anualidad.

De esta manera, con base en los resultados obtenidos, se concluye que, con la implementación de las actividades de reforestación, **se compensa** la perdida de carbono por las actividades de CUSTF.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (MIA-P) MODALIDAD PARTICULAR

BANCO DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS (CUSTF)



CAPÍTULO 7.

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

2026

CONSTRUCTORA CONSTHER S.A. DE C.V.

ÍNDICE

CAPÍTULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 1

7.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO 1

7.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO 3

7.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN 4

7.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL 5

TABLAS

Tabla 1. Balance hídrico previo al CUSTF. 2
Tabla 2. Resumen de carbono almacenado en las etapas de CUSTF. 2
Tabla 3. Balance hídrico posterior al CUSTF. 3

CAPÍTULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Los pronósticos ambientales juegan un papel importante en la evaluación y desarrollo de proyectos. Representan una herramienta importante que permite crear un esquema para la descripción de un escenario que resulte de la implementación de un Proyecto. Se fabrica bajo la perspectiva de alcanzar un equilibrio entre las actividades a realizar con la protección y conservación del medio ambiente y sus componentes, además de su monitoreo, en especial de aquellos factores físicos y bióticos que por su valor ecológico sean importantes en el mantenimiento de la biodiversidad local y de los ciclos biogeoquímicos.

De las maneras más claras de contrastar diversos resultados de la aplicación de un proyecto, es mediante escenarios. A partir de la información compilada y analizada, se procedió a realizar el análisis de alternativas para la selección del sitio del Proyecto, basándose en diversos criterios.

7.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

Actualmente, el área del proyecto se encuentra cubierta por vegetación forestal, clasificada por el INEGI (2021) como Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia, dentro de un predio particular que, históricamente, ha sido transformado gradualmente en un área para la extracción y procesamiento de materiales pétreos.

- **Erosión Laminar**

Conforme al cálculo de la erosión laminar hídrica y eólica dentro del área de CUSTF, para conocer la tasa erosiva previo al cambio de uso se suelo, se realizó la suma de los resultados obtenidos para ambos tipos de erosión, obteniendo lo siguiente

Erosión Hídrica= *3,116.72 Ton/Año*.

Erosión Eólica= *153.06 Ton/Año.*

De acuerdo con lo anterior, en el Área de CUSTF considerando la cobertura forestal de Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia actual, se tiene una tasa erosiva de **3,169.77 Ton/Año.**

- **Estado de la Infiltración**

De los resultados obtenidos se desprende que el área de la superficie propuesta a CUSTF, actualmente recibe en promedio anualmente 50,219.117 m^3 (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 6,707.287 m^3 (13.36%) regresan a la atmósfera por evapotranspiración; mientras que el Volumen de Escurrimiento es de 7,527.844 m^3 (14.99 %) y la infiltración es de 35,983.986 m^3 (71.65%). En la siguiente tabla, se presenta el balance hídrico de las etapas del área sujeta a CUSTF:

Etapas	Volumen (m^3)			
	Precipitación	ETR	Escurrimiento	Infiltración
1	10,446.288	1,395.211	1,565.898	7,485.179
2	10,167.520	1,357.978	1,524.111	7,285.431

Etapas	Volumen (m^3)			
	Precipitación	ETR	Escurrimiento	Infiltración
3	9,766.854	1,304.465	1,464.051	6,998.338
4	10,159.527	1,356.911	1,522.913	7,279.703
5	9,678.928	1,292.722	1,450.871	6,935.335
Total	**50,219.117**	**6,707.287**	**7,527.844**	**35,983.986**

Tabla 1. Balance hídrico previo al CUSTF.

En total se tenía un volumen de infiltración de *35,983.986 m^3/Año* en el área del Proyecto, previo a la ejecución del CUSTF.

- **Carbono almacenado**

Conforme a los cálculos realizados para conocer la cantidad de carbono que ha sido almacenado entro del área de CUSTF, se obtuvo lo siguiente:

Etapa	Carbono (Ton)		
	Aéreo	Subterráneo	Total
1	20.557	4.2470	24.804
2	18.811	3.9621	22.773
3	17.436	3.9454	21.381
4	24.746	5.1799	29.926
5	18.726	3.8955	22.622
Total	**100.276**	**21.2300**	**121.506**

Tabla 2. Resumen de carbono almacenado en las etapas de CUSTF.

Acorde con la estimación realizada, dentro del área de CUSTF, se cuenta con un total de **121.506 Ton de C**, de las cuales, **100.276 Ton** se encuentran de forma aérea y **21.230 Ton** de forma subterránea.

- **Conclusiones del escenario**

Respecto a los cálculos realizados, se determina que el área del Proyecto en sus condiciones originales (previo al CUSTF), presentaba erosión laminar de forma natural derivado de la acción de la lluvia y la degradación normal del suelo, así como un potencial de infiltración importante para la recarga de los mantos acuíferos. Aunado a lo anterior, el sitio es considerado una zona arbolada con *Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Alta Perennifolia*.

Principalmente, el paisaje se encuentra definido por la presencia de la cubierta forestal y su colindancia a un banco de extracción de materiales pétreos, el cual se integra en el paisaje de la zona. De forma puntual, el sitio cuenta con un buen estado de conservación que ofrece vistas naturales con cierta perturbación por la gran presencia de actividades antropogénicas en la región. De igual forma, es importante resaltar que el sitio del Proyecto, funciona actualmente como hábitat de diversas especies de Fauna y Flora; lo anterior, tomando en cuenta los estudios de biodiversidad que se realizaron para la presente MIA-P.

7.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

Con la ejecución del cambio de uso de suelo, el sitio quedará desprovisto de vegetación en su totalidad.

- **Erosión Laminar**

Conforme al cálculo de la erosión laminar hídrica y eólica para el área de CUSTF tras las actividades de cambio de uso de suelo, se realizó la suma de los resultados obtenidos para ambos tipos de erosión, obteniendo lo siguiente

Erosión Hídrica= *6,233.43 Ton/Año.*

Erosión Eólica= *132.63 Ton/Año.*

De acuerdo con lo anterior, en el tras la ejecución del CUSTF se tendrá una tasa erosiva de **6,366.06 Ton/Año,** posterior al CUSTF.

Con lo anterior podemos establecer un aumento en la Tasa Erosiva, es decir, actualmente es **3,169.77 Ton/Año**, mientras que, tras la remoción de la cobertura vegetal ascenderá a **6,366.06 Ton/Año**, teniéndose un aumento de **3,196.29 Ton/Año**.

- **Estado de la Infiltración**

En cuanto a las condiciones posteriores al CUSTF, se estima que en promedio anualmente se recibirán 50,219.117 m^3 (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 6,707.290 m^3 (13.36%) regresarán a la atmósfera por evapotranspiración; mientras que el Volumen de Escurrimiento ascenderá a 10,665.284 m^3 (21.24%) y la tasa de infiltración será de 32,846.546 m^3 (65.41%). En la siguiente tabla, se presenta el balance hídrico de las etapas del área sujeta a CUSTF:

Etapas	Volumen (m^3)			
	Precipitación	ETR	Escurrimiento	Infiltración
1	10,446.290	1,395.210	2,218.530	6,832.550
2	10,167.520	1,357.980	2,159.327	6,650.213
3	9,766.850	1,304.470	2,074.236	6,388.144
4	10,159.530	1,356.910	2,157.629	6,644.991
5	9,678.930	1,292.720	2,055.562	6,330.648
Total	**50,219.120**	**6,707.290**	**10,665.284**	**32,846.546**

Tabla 3. Balance hídrico posterior al CUSTF.

Se calcula un volumen de infiltración de *32,846.546 m^3/Año* en el área del Proyecto, posterior a la ejecución del CUSTF.

- **Carbono almacenado**

Derivado del análisis realizado en el apartado anterior, se determinó que en las **5.0261 Ha** donde actualmente se encuentra la vegetación forestal y donde se pretende realizar el CUSTF, se dejarán de capturar en promedio un total de **121.506 Ton/Año** de Carbono.

- **Conclusiones del escenario**

Derivado de la naturaleza del proyecto, los componentes ambientales que presentan una mayor afectación corresponden al suelo, la atmósfera y la flora, como consecuencia de las actividades propias del CUSTF. En particular, sobre el componente suelo se prevé el incremento de la erosión, así como la disminución del contenido de materia orgánica por lo que perderá su fertilidad. De manera complementaria, las actividades de desmonte, despalme y movimiento de maquinaria propician la emisión y dispersión de polvos y material particulado, además de gases de combustión provenientes de los motores de los equipos y vehículos utilizados durante la ejecución del proyecto.

En lo que respecta al componente fauna, el incremento en los niveles de ruido generado por la operación de maquinaria y equipo ocasionará el desplazamiento temporal de diversas especies hacia áreas con menor grado de perturbación, donde puedan encontrar condiciones favorables para su refugio y desarrollo. No obstante, se estima que este impacto no generará afectaciones significativas a las poblaciones humanas cercanas, debido a que las actividades se desarrollarán dentro de los horarios de trabajo establecidos y en cumplimiento de las disposiciones aplicables en materia de seguridad y operación.

En relación con el paisaje, éste experimentará una modificación derivada de la remoción de la cobertura forestal correspondiente a la Selva Baja Caducifolia, así como de la eliminación de individuos pertenecientes a los estratos arbustivo y herbáceo, lo que ocasionará una disminución de la calidad escénica del sitio y una reducción en la disponibilidad de hábitat para la fauna silvestre asociada a este tipo de vegetación. A nivel socioeconómico se estima una mejora en la economía de los trabajadores del Proyecto.

Finalmente, con base en los resultados de los cálculos realizados, se concluye que la ejecución del CUSTF ocasionará un incremento en la tasa de erosión del suelo, una disminución en el volumen de infiltración de agua hacia los mantos acuíferos y una reducción en la capacidad de captura y almacenamiento de carbono del sitio. Estos efectos son consecuencia directa de la pérdida de la cobertura vegetal forestal y de la modificación de las condiciones naturales del terreno, por lo que deberán ser atendidos mediante la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental correspondientes.

7.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN

Para los proyectos de CUSTF, es necesario compensar el impacto ambiental ocasionado hacia los diversos servicios ambientales que otorgaba el área forestal. Con la implementación de acciones de reforestación se estarán compensando completamente los efectos adversos provocados por dichos impactos.

Respecto a lo anterior, se tiene lo siguiente:

- En el área de CUSTF se debe compensar una tasa erosiva de **3,196.29 Ton/año** y un déficit de infiltración de **3,137.44 m^3/Año**, a través la implementación de medidas compensatorias.
- En el área propuesta a Reforestación, posterior a la ejecución de la reforestación, se encontró una disminución de **36,562.06Ton/año** de la erosión total, lo que sobrepasa en **33,365.76 Ton/Año** al incremento después de la implementación del CUSTF (3,196.29 Ton/año); por lo que, dicha medida se considera exitosa para mitigar y/o compensar los efectos de la degradación del suelo.
- Asimismo, posterior a la reforestación, se estaría generando un aumento en la infiltración de **32,266.14 m^3/Año**, lo que sobrepasa en **29,128.70 m^3/Año** al déficit de infiltración ocasionado por la ejecución del CUSTF (3,137.44 m^3/Año); por lo que, dicha medida es considerada exitosa para mitigar y/o compensar la pérdida de agua en el subsuelo.
- La reforestación finalizará con la recuperación de 15.0888 Ha de superficie arbolada, con 16,765 individuos de especies nativas (*Cordia alliodora, Bursera simaruba y Leucaena leucocephala*).
- Por la implementación del CUSTF, se liberarían 121.506 Ton de C a la atmósfera; y con la implementación del Programa de Reforestación, a partir del año 7, se obtendría una captura de 171.360 Ton de C, por lo que se compensaría el déficit con una diferencia de 49.854 Ton de C a favor en esa anualidad.

Es por lo anterior que se determina que ***la reforestación es una medida apropiada para la compensación y mitigación de estos impactos***.

Cabe mencionar que la reforestación adiciona una capa vegetal que disminuye la escorrentía durante las lluvias, lo que promueve la capacidad de infiltración del agua en el subsuelo y en los mantos acuíferos. La retención de esta agua ayuda a mitigar problemas como los deslaves e incendios, contribuyendo a disminuir los efectos del cambio climático; lo anterior se debe a la regulación del ciclo del agua promovida por las plantas, mismas que por medio de sus raíces se encargan de recargar los acuíferos y de esta forma, mantienen y mejoran la calidad del agua subterránea. Otros beneficios de la reforestación incluyen: el almacenamiento de Carbono, el incremento de la biodiversidad, la producción de Oxígeno, la purificación del aire, la formación de suelos fértiles y la reducción en la temperatura del suelo (Rojo y Sanginés, 2002).

7.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL

De acuerdo con lo presentado en las descripciones de los escenarios, el estudio de impacto ambiental concluye que el proyecto es viable desde el punto de vista ambiental, siempre y cuando su desarrollo se lleve a cabo en estricto apego a las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental propuestas en la presente MIA-P.

Las medidas propuestas, junto con las directrices y requisitos que la SEMARNAT establezca en su momento tras la evaluación del proyecto, aunado a la incorporación de protocolos de monitoreo y seguimiento ambiental, permitirán manejar adecuadamente los impactos potenciales derivados del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, facilitando la recuperación de los ecosistemas intervenidos, favoreciendo la conservación

de los recursos naturales, el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable y el desarrollo del proyecto bajo criterios de sustentabilidad y responsabilidad ambiental.

Asimismo, el proyecto promoverá la economía local y regional, con la creación de empleos permanentes y la mejora de la economía local son resultados directos del proyecto, impulsando la economía regional y ofreciendo estabilidad a las familias de la zona a lo largo de su vida útil, evitando la apertura de nuevos centros productivos, respetando y conteniendo el uso de suelo para extracción de materiales pétreos en la zona suroeste de la ciudad, además de que su uso futuro proporcionará materia prima para los sectores comerciales que hay en el Estado, permitiendo cubrir la gran demanda por estos insumos en diferentes sectores productivos. De igual forma, el aprovechamiento será de manera sustentable, buscando el equilibrio en el medio ambiente.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (MIA-P) MODALIDAD PARTICULAR

BANCO DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS (CUSTF)



CAPÍTULO 8.

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

2026

CONSTRUCTORA CONSTHER S.A. DE C.V.

ÍNDICE

CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 1

8.1. FORMATO DE PRESENTACIÓN 1

8.1. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS 1

8.1.1. Cartografía 4

8.1.3. Fotografías 5

8.1.4. Otros anexos 5

CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

8.1. FORMATO DE PRESENTACIÓN

El presente estudio se entrega en original en formato físico impreso junto con sus anexos y resumen ejecutivo, así como 2 USB con copias digitales del estudio en formatos PDF y WORD.

8.1. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2017). Datos para la Regionalización Sísmica de México.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2026). Áreas Naturales Protegidas. En línea en: http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/ datos_anp.htm

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2024). Indicadores de la calidad del agua superficial y subterránea. Gerencia de Calidad del Agua. Consultado en: www.gob.mx/cms/ uploads/attachment/file/925192/Generalidades_Indicadores_de_calidad_del_agua.pdf

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2024). Situación de los Recursos Hídricos en México: Calidad del Agua. Recurso disponible en el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA 3.0): https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad

Comisión Nacional Forestal – CONAFOR. (2009). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México 2009 – 2014. Una herramienta que da certeza a la planeación, evaluación y el desarrollo forestal de México.* 1ª Ed. Zapopan, Jalisco, México. 22 pp.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2010). *Prácticas de Reforestación. Manual Básico*. Primera Edición. México.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2015). *Manual de Restauración Forestal y Reconversión Productiva.* 1ª Edición. México. 111 pp.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2000). Regiones Prioritarias México. En línea conocimiento/regionalización/doctos/terrestres.html para en: http://www.conabio.gob.mx/

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2008). Áreas de Importancia la Conservación de Aves http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html (AICAS).

Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica. (2020). Mapas Municipales: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Conesa Fernández-Vitora, V. (2000). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Editorial Mundi-Prensa. 3a. Edición. España.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada el 17 de enero de 2025. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 393 pp.

Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chiapas. Última reforma publicada el 23 de enero de 2025. Secretaría General de Gobierno. 122 pp.

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2022). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.* Consultado en: dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0.

Duchaufour, P.H. (1984). *Edafología. Edafogénesis y clasificación*. Ed. Masson, España. 493 pp.

Enríquez, P. (2015). Los búhos neotropicales: diversidad y conservación. Colegio de la Frontera Sur. 89 pp. Mexico.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Panorama Sociodemográfico de Chiapas.

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2001). Diccionario de datos fisiográficos. (Vectorial), Escala 1:1’000,000. Sistema Nacional de Información Geográfica.

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250,000 Serie VII.

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2004). Guía para la interpretación de cartografía. Edafología. México.

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2005). Guía para la interpretación de cartografía. Climatológica. México.

Ley Ambiental para el Estado de Chiapas. Última reforma publicada el 13 de febrero de 2025. Periódico Oficial Núm. 120. Decreto Núm. 253. 108 pp.

Ley de Aguas Nacionales (LAN). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 110 pp.

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA). Publicada el 20 de mayo de 2021. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 17 pp.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Última reforma publicada el 01 de abril de 2024. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 72 pp.

Ley General de Vida Silvestre (LGVS). Última reforma publicada el 20 de mayo de 2021. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 72 pp.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 135 pp.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Última reforma publicada el 08 de mayo de 2023. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 53 pp.

Lugo, J. (2011). Diccionario geomorfológico. Universidad Nacional Autónoma de México. 1ª Edición. México.

Naciones Unidas (UN). (2005). *Manual de Estadísticas Ambientales: Glosario de Términos Ambientales.* Santa Cruz de la Sierra, p. 31-45.

Nelson, W. (1901). Descriptions of a new genus and eleven new species and subspecies of birds from Mexico. Proceedings of the Biological Society of Washington. Vol. XIV. Pp. 169 – 175.

Norma Oficial Mexicana NOM 083-SEMARNAT- 2003. Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.

Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006. 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.

Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 78 pp.

Norma Oficial Mexicana 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.

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

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). (2010). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). En línea en: http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poegt

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Publicado el 09 de diciembre de 2020. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 87 pp.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA). Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 29 pp.

Rzedowski, J. (1994). *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México. 432pp.

Secretaría General de Gobierno. (2012). Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas. Periódico Oficial. Tomo III. No. 405. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

8.1.1. Cartografía

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2017). Cobertura Digital del Nivel de Peligro por Inundaciones a nivel municipal. México.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2026). Información Espacial de las Áreas Naturales Protegidas. México.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2022. Ruiz Suárez LG, Gavilán García A, Mendoza Cantú A, Ramírez Muñóz T, Araiza Aguilar JA. Atlas Nacional de Residuos Sólidos Urbanos. pp. 311.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2001). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Escala 1:1’000,000. Serie I. Continuo Nacional. Provincias Fisiográficas.

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2001). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Escala 1:1’000,000. Serie I. Continuo Nacional. Sistema de Topoformas.

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2001). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Escala 1:1’000,000. Serie I. Continuo Nacional. Subprovincias Fisiográficas.

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2014). Carta Edafológica. Escala 1:250,000. Serie II (Continuo Nacional).

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2008). Conjunto de datos vectoriales. Escala 1:1’000,000. Unidades Climáticas. México.

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2010). Conjunto de datos de la Red Hidrográfica. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2021). Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000, Serie VII (Conjunto Nacional).

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2023). División Política Estatal. Escala 1:250,000.

Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). (2026). Cobertura Digital de Áreas Naturales Protegidas Estatales. Escala 1:50,000.

Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2005). Carta Geológica. Escala 1:250,000.

8.1.3. Fotografías

Se presentan en el Anexo Fotográfico.

8.1.4. Otros anexos

- Mapas temáticos en tamaño carta incluidos a lo largo de la MIA-P.
- Documentación legal de la Promovente.
- Identificación oficial del encargado de la elaboración del estudio.
- Coordenadas del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (MIA-P) MODALIDAD PARTICULAR

BANCO DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS (CUSTF)



ANEXO FOTOGRÁFICO

2026

CONSTRUCTORA CONSTHER S.A. DE C.V.

ANEXO FOTOGRÁFICO



Delimitación de los vértices de la unidad de muestreo de 200 m^2.



Delimitación de la unidad de muestre de 1 m^2.



Colocación de estaca en la ubicación de un vértice de la unidad de muestreo de 200 m^2, cada vértice se marca con pintura en aerosol.





Delimitación y marqueo de las unidades de muestreo.



Toma de medición del DAP de los árboles detectados al interior de cada unidad de muestreo de 200 m^2.



Toma de coordenadas del centroide del sitio de muestreo 26.



Toma de altura de individuos.

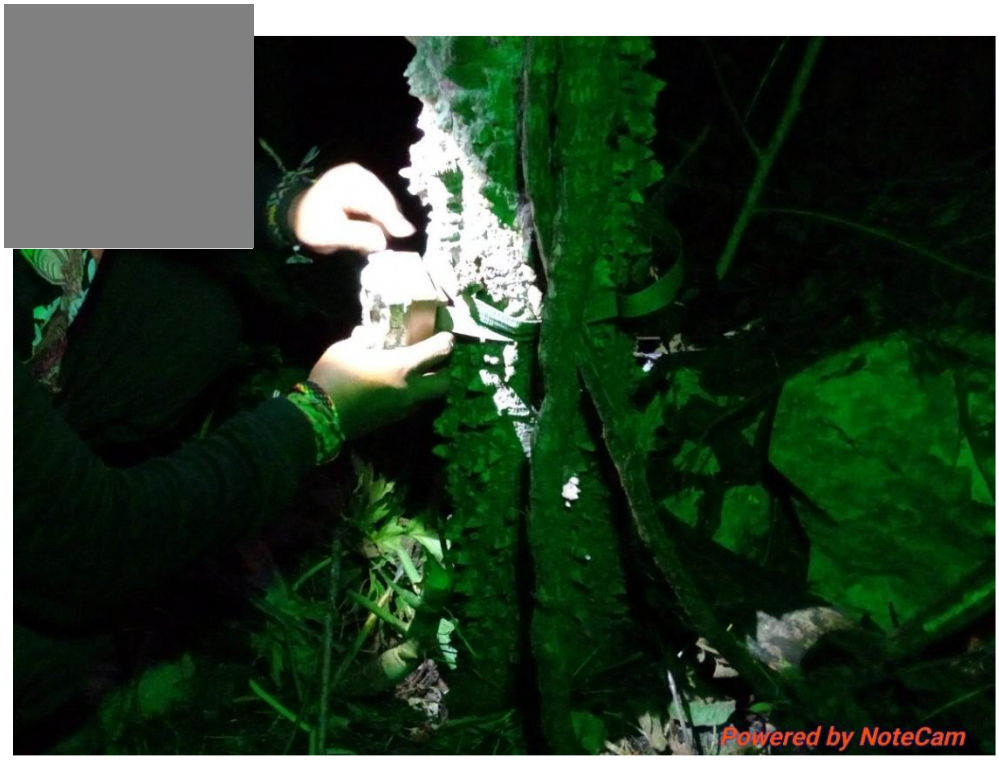


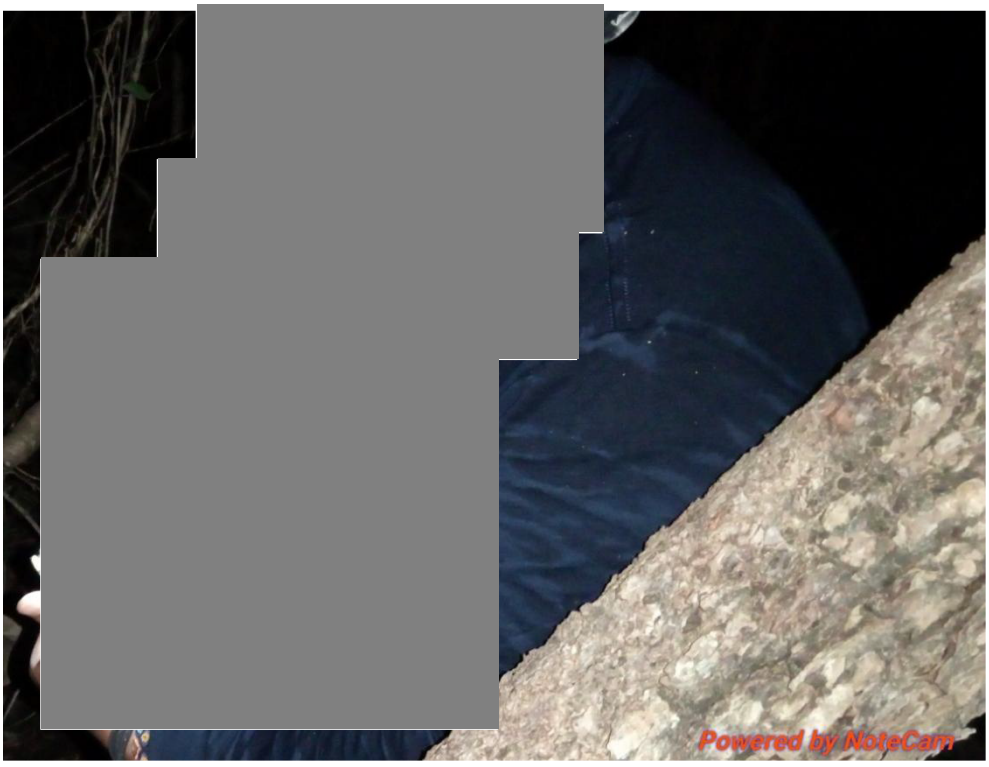
Medición de los individuos presentes en el muestreo de 200 m^2.





Colocación de redes.





Colocación y Toma de coordenadas de la ubicación de la Cámara Trampa.



Instalación de Trampa.



Ejemplar *Senticolis triaspis*.



Ejemplar *Rhinella horribilis*.



Ejemplar de *Artibeus jamaicensis* detectado en el Redeo.