



I. Nombre del área que clasifica.

Oficina de Representación en el Estado de Durango

II. Identificación del documento del que se elabora la versión pública.

SEMARNAT-04-002-A Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular tipo A No incluye Actividad Altamente Riesgosa 10/MP-0264/07/24

IX. Partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman.

Domicilio, teléfono, email, RFC. Páginas: 13

IV. Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) con base en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma.

La información señalada se clasifica como confidencial con fundamento en los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma del titular del área

Dr. Marco Antonio Ávila Chávez

VI. Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.

ACTA_25_2024_SIPOT_3T_2024_ART69 en sesión celebrada el 16 de octubre del 2024.

Disponible para su consulta en:
http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA_25_2024_SIPOT_3T_2024_ART69

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

Proyecto:

**Electrificación, línea de distribución eléctrica San José de la Laguna – Bánome
Otáez Durango**

SECTORES:

Eléctrico

Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)

Victoria de Durango

09 de julio de 2024

ASUNTO: Se solicita resolución en Materia de Impacto Ambiental del proyecto: **Electrificación, línea de distribución eléctrica San José de la Laguna – Bánome, Otáez Durango**

Victoria de Durango, Dgo.

09 de julio de 2024

Dr. Marco Antonio Ávila Chávez

Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial

Delegación Federal de SEMARNAT Durango.

PRESENTE

Adjunto al presente enviamos a Usted la documentación para solicitar la autorización en materia de Impacto Ambiental del proyecto: **Electrificación, línea de distribución eléctrica San José de La Laguna – Bánome, Otáez Durango**, con fundamento en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en sus artículos 4; 5 fracciones II, X, y XI; 15 fracciones II, IV, VI, XI y XII; 28 primer párrafo y fracción VII; 30 primer párrafo; 34 primer párrafo; 35 primer, segundo y último párrafo, así como la fracción II. Asimismo, con fundamento en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en sus artículos 2, 3 fracción I Ter; 4 fracciones I VI y VII; 5 incisos K) fracción III y O) fracción II; así como en el 12; 14; 17, 37, 38, 44, 45, 48, y 49. Por lo que anexamos la documentación siguiente:

- ✓ Copia simple de la identificación oficial y CURP del Promovente.
- ✓ Copia certificada del acta de asamblea del nombramiento de las autoridades ejidales (acta de elección de autoridades, credenciales otorgadas por RAN).
- ✓ Copia certificada por el RAN de las actas de anuencia por parte de los titulares del terreno donde se realizará el Cambio de Uso de Suelo.
- ✓ Carpeta básica de los núcleos agrarios que amparan la titularidad del terreno forestal.
- ✓ El Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad Particular impreso y en formato digital.
- ✓ Original y copias del pago de derechos fiscales.
- ✓ Un resumen ejecutivo impreso y en formato digital.

En espera de cumplir satisfactoriamente con lo establecido en la legislación ambiental vigente en la materia, le reiteramos nuestras consideraciones y con los señalamientos necesarios y sin otro particular por el momento, quedamos de Usted.

ATENTAMENTE

C. Domingo Núñez Ortiz
Presidente del Comisariado

C. Erasmo Rubio Herrera
Secretario del Comisariado

C. José Espinoza Díaz
Tesorero del Comisariado

Victoria de Durango, Dgo.

09 de julio de 2024

Dr. Marco Antonio Ávila Chávez
Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial
Delegación Federal de SEMARNAT Durango.
PRESENTE

Por medio de la presente declaro bajo protesta de decir verdad, que los resultados que se obtuvieron en el **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR (MIA-P)** del proyecto: **Electrificación, línea de distribución eléctrica San José de La Laguna – Bánome, Otáez Durango**, fue a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, así mismo las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales adversos sugeridas son las más efectivas para mantener el equilibrio ecológico en los ecosistemas del sistema ambiental regional.

Lo anterior lo firmo a mi leal saber y entender sobre la responsabilidad en que incurren las personas que declaran con falsedad ante autoridad distinta de la judicial, como lo establece el Artículo 420 Quater del Código Penal Federal.

PROTESTO LO NECESARIO

M.C. Sacramento Corral Rivas
Responsable de la elaboración del MIA-P

CONTENIDO

I.	DATOS GENERALES	10
I.1	Proyecto	10
I.1.1	Nombre	10
I.1.2	Ubicación y acceso	10
I.1.3	Vida útil	11
I.1.4	Presentación de la documentación legal	11
I.2	Promovente	12
I.2.1	Nombre o razón social	12
I.2.2	Registro Federal de Contribuyentes	12
I.2.3	Dirección	12
I.3	Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental	12
I.3.1	Registro federal de contribuyentes	12
I.3.2	Nombre del responsable técnico.	12
I.3.3	Profesión y número de cedula profesional	12
I.3.4	Dirección	12
II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	12
II.1	Información general	12
II.1.1	Naturaleza	12
II.1.1.1	Objetivos y usos del suelo forestal	13
II.1.1.2	Criterio del ordenamiento ecológico del territorio	13
II.1.1.3	Tipificación de la obra a desarrollar	14
II.1.2	Selección del sitio	14
II.1.3	Ubicación física y planos de localización	15
II.1.3.1	Infraestructura	15
II.1.3.2	Tipo de propiedad	16
II.1.3.3	Distribución de la infraestructura permanente, asociada y provisional	17
II.1.4	Inversión requerida	17
II.1.4.1	Capital requerido	17
II.1.4.2	Período de recuperación	18
II.1.4.3	Costos de las medidas de prevención y mitigación de impactos	18
II.1.5	Dimensiones	19
II.1.5.1	Superficie total	19
II.1.5.2	Superficie de CUSTF	19
II.1.5.3	Superficie de obras permanentes	20
II.1.6	Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua	20
II.1.6.1	Uso de suelo	20
II.1.6.2	Uso de los cuerpos de agua	21
II.1.6.3	Uso potencial	22
II.1.6.4	Zonas de atención prioritaria.	22
II.1.7	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	22
II.1.7.1	Políticas de crecimiento futuro	23
II.2	Características particulares	23
II.2.1	Programa general de trabajo	23
II.2.1.1	Estudio de campo y gabinete	25
II.2.1.1.1	Estudio técnico de diseño de la infraestructura	25
II.2.1.1.2	Vegetación que resulte afectada por el CUSTF	25
II.2.1.1.2.1	Muestreo	25

II.2.1.1.2.2	Volúmenes maderables a remover	26
II.2.1.1.2.3	Destino de los productos forestales	29
II.2.2	Etapa de preparación del sitio	29
II.2.2.1	Localización de los puntos de inflexión de la línea eléctrica	29
II.2.2.2	Delimitación los polígonos que requieren CUSTF y marcado de la vegetación a remover	29
II.2.2.3	Rescate y reubicación de especies de flora de bajo porte y fauna de lento desplazamiento	29
II.2.2.4	Desmorte de la vegetación	29
II.2.2.5	Retiro y limpieza de los residuos vegetales producto del desmorte	30
II.2.3	Descripción de obras y actividades provisionales	30
II.2.4	Etapa de construcción	30
II.2.4.1	Excavación para las estructuras de soporte (a cielo abierto)	30
II.2.4.2	Relleno y compactación	31
II.2.4.3	Montaje y armado de estructuras	31
II.2.4.4	Tendido y tensado del cable de guarda	31
II.2.4.5	Tendido y tensado de cables conductores	31
II.2.4.6	Insumos y materiales	31
II.2.4.7	Proceso constructivo	33
II.2.4.8	Abandono de los trabajos de construcción	34
II.2.4.8.1	Descripción de los posibles cambios como consecuencia del abandono de los trabajos de construcción	34
II.2.4.9	Utilización de explosivos	34
II.2.5	Descripción de las obras asociadas	34
II.2.6	Etapa de operación y mantenimiento	35
II.2.6.1	Conexión y suministro de energía eléctrica	35
II.2.6.2	Inspección y mantenimiento de las estructuras y cables	35
II.2.6.3	Chaponeo y poda de la vegetación establecida en el derecho de vía	35
II.2.6.4	Señalamientos	35
II.2.6.5	Detalles de las actividades de operación	36
II.2.6.5.1	Uso de sustancias peligrosas	36
II.2.6.5.2	Tecnologías que se utilizarán para el control de emisiones y residuos líquidos, sólidos o gaseosos	36
II.2.6.6	Detalles de las actividades de mantenimiento	36
II.2.6.6.1	Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, entre otros	36
II.2.6.6.2	Control de malezas o fauna nociva	36
II.2.7	Etapa de abandono del sitio	37
II.2.7.1	Retiro de estructuras y cables	37
II.2.7.2	Relleno de pozos y formación de terrazas	37
II.2.7.3	Programa de restauración del suelo	37
II.2.7.4	Programa de reforestación	38
II.2.7.5	Impactos ambientales como consecuencia del abandono del sitio (definitivo)	38
II.2.7.6	Actividades de restauración (abandono final)	38
II.2.8	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	39
II.2.8.1	Residuos no peligrosos	39
II.2.8.2	Residuos peligrosos	41
II.2.9	Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos	41
II.2.9.1	Manejo de los residuos sólidos urbanos	41
II.2.9.2	Residuos peligrosos	42
II.2.9.3	Residuos de manejo especial	42
II.2.9.4	Aguas residuales	42
II.2.9.5	Otras fuentes de daños	42

III. **VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y DE SUELO 42**

III.1	Planes de desarrollo en sus diferentes niveles	42
III.1.1	Plan nacional de desarrollo	42
III.1.2	Plan estatal de desarrollo	43
III.1.3	Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales	44
III.1.4	Programa de desarrollo municipal	44
III.2	Programa de ordenamiento ecológico territorial	44
III.2.1	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio [POEGT]	44
III.2.2	Programa de Ordenamiento Ecológico estatal [POE]	46
III.2.3	Programa de Ordenamiento Ecológico municipal [POEM]	51
III.3	Análisis de los instrumentos normativos	51
III.3.1	Leyes	51
III.3.2	Reglamentos	52
III.3.3	Normas oficiales mexicanas aplicables	53
III.4	Análisis de las regiones prioritarias para la conservación	55
III.4.1	Áreas naturales protegidas	55
III.4.2	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)	56
III.4.3	Sitios RAMSAR	56
III.4.4	Regiones Hidrológicas Prioritarias	57
III.4.5	Regiones Terrestres Prioritarias	57
IV.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	58
IV.1	Delimitación del área de influencia y su justificación	58
IV.1.1	Delimitación del sistema ambiental	59
IV.1.2	Delimitación a nivel sitio (predio)	59
IV.1.3	Representación gráfica	60
IV.2	Caracterización y análisis del sistema ambiental	61
IV.2.1	Aspectos abióticos	61
IV.2.1.1	Clima	61
IV.2.1.1.1	Normales climatológicas	62
IV.2.1.2	Geología	66
IV.2.1.2.1	Geología regional	66
IV.2.1.2.2	Geología local	67
IV.2.1.2.3	Geología del subsuelo	68
IV.2.1.2.4	Geología estructural	68
IV.2.1.3	Fisiografía	70
IV.2.1.3.1	Relieve	72
IV.2.1.4	Suelos	75
IV.2.1.4.1	Tipos de erosión presentes y las causas que las originan	82
IV.2.1.4.2	Estimación de la erosión hídrica	83
IV.2.1.4.2.1	Factor erosividad de la lluvia	84
IV.2.1.4.2.2	Factor de erodabilidad del suelo	85
IV.2.1.4.2.3	Factor topográfico	87
IV.2.1.4.2.4	Factor de manejo de cultivo y cobertura del suelo	88
IV.2.1.4.2.5	Factor de prácticas mecánicas de manejo del suelo	89
IV.2.1.4.2.6	Estimación de la erosión potencial	90
IV.2.1.4.2.7	Estimación de la erosión actual	90
IV.2.1.4.2.8	Erosión hídrica en el sitio de CUSTF	91
IV.2.1.4.3	Estimación de la erosión eólica	92
IV.2.1.4.3.1	Erosión eólica en el sitio de CUSTF	92

IV.2.1.5	Hidrología	94
IV.2.1.5.1	Hidrología superficial	94
IV.2.1.5.1.1	Corrientes superficiales	94
IV.2.1.5.2	Calidad del agua	95
IV.2.1.6	Hidrología subterránea	95
IV.2.1.6.1	Uso del Agua	96
IV.2.2	Aspectos bióticos	97
IV.2.2.1	Vegetación	97
IV.2.2.1.1	Caracterización de la vegetación	101
IV.2.2.1.2	Especies de importancia económica	102
IV.2.2.1.3	Especies en la NOM - 059	103
IV.2.2.1.4	Análisis de la diversidad de vegetación	103
IV.2.2.2	Fauna	105
IV.2.2.2.1	Inventario de especies de fauna silvestre reportadas o avistadas	105
IV.2.2.2.2	Muestreo de la diversidad y abundancia de especies de fauna silvestre	108
IV.2.2.2.3	Aves	109
IV.2.2.2.4	Anfibios y reptiles	109
IV.2.2.2.5	Mamíferos	109
IV.2.2.2.6	Diseño de muestreo	110
IV.2.2.2.7	Análisis de la distribución espacial y diversidad	111
IV.2.2.2.8	Especies de importancia económica	112
IV.2.2.2.9	Especies endémicas y/o en peligro de extinción	113
IV.2.3	Paisaje	113
IV.2.4	Medio socioeconómico	118
IV.2.4.1	Demografía	118
IV.2.5	Diagnóstico ambiental	120
IV.2.5.1	Integración del inventario ambiental	120
IV.2.5.2	Valoración del estado actual	121
IV.2.5.3	Síntesis	122

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. _____ 125

V.1	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	125
V.1.1	Indicadores de impacto	125
V.1.2	Lista de verificación de indicadores de impacto	126
V.1.3	Normalización de datos	127
V.1.4	Predicción del impacto (simulación)	131
V.1.5	Criterios y metodología de evaluación	134
V.1.5.1	Criterio	134
V.1.5.2	Caracterización y valoración de los impactos	134
V.1.5.3	Identificación y globalización de los impactos adversos	139
V.1.6	Valoración y caracterización de los impactos	140

V.2 Justificación de la metodología utilizada en la evaluación de los impactos ambientales __ 141

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES _____ 143

VI.1	Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas	143
VI.1.1	Clasificación de las medidas	143
VI.1.2	Medidas propuestas para cada componente ambiental	143
VI.1.3	Descripción de los programas de compensación y restauración	145
VI.1.3.1	Programa de rescate y reubicación de fauna	145
VI.1.3.1.1	Objetivos	145
VI.1.3.1.2	Metas	145
VI.1.3.1.3	Descripción de las especies de fauna	145

VI.1.3.1.4	Actividades	149
VI.1.3.1.4.1	Capacitación al personal	149
VI.1.3.1.4.2	Ahuyentamiento de la fauna	149
VI.1.3.1.4.3	Identificación	149
VI.1.3.1.4.4	Métodos para el manejo de las especies	150
VI.1.3.1.4.4.1	Anfibios	150
VI.1.3.1.4.4.2	Aves	150
VI.1.3.1.4.4.3	Reptiles	152
VI.1.3.1.4.4.4	Mamíferos	153
VI.1.3.1.4.5	Cronograma	154
VI.1.3.1.5	Seguimiento y evaluación	154
VI.1.3.2	Programa de conservación de suelos	154
VI.1.3.2.1	Descripción de las obras de restauración	154
VI.1.3.2.1.1	Acomodo de material vegetal	155
VI.1.3.2.1.2	Presas de control de azolves	156
VI.1.3.2.1.3	Resultados esperados del programa	157
VI.1.3.2.1.4	Ubicación de las obras	157
VI.1.3.3	Programa de reforestación	157
VI.1.3.3.1	Objetivos	158
VI.1.3.3.2	Meta	158
VI.1.3.3.3	Metodología	158
VI.1.3.3.3.1	Selección de la especie	158
VI.1.3.3.3.2	Densidad de plantación	158
VI.1.3.3.3.3	Estado físico y sanitario de la planta	158
VI.1.3.3.3.4	Diseño de la plantación	159
VI.1.3.3.3.5	Época de plantación	159
VI.1.3.3.3.6	Técnica de plantación	159
VI.1.3.3.4	Lugares de acopio	160
VI.1.3.3.5	Selección del sitio	160
VI.1.3.3.6	Indicadores de evaluación	161
VI.1.3.3.7	Mantenimiento y monitoreo de la sobrevivencia de los individuos reubicados	161
VI.1.3.3.8	Programa de actividades	161
VI.1.3.3.9	Evaluación del programa de reforestación	161
VI.1.3.3.10	Sobrevivencia mínima esperada y acciones emergentes	162
VI.1.3.3.11	Informe de avances y resultados	162
VI.1.4	Actividades de mitigación, restauración y compensación por etapa	162
VI.1.5	Justificación de las medidas de mitigación y prevención aplicadas	162
VI.2	Impactos residuales	165
VI.3	Impactos sinérgicos y acumulativos	167
VII.	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	168
VII.1	Pronóstico de escenario	168
VII.2	Programa de vigilancia ambiental	171
VII.2.1	Generalidades	171
VII.2.2	Objetivos	171
VII.2.3	Responsables	172
VII.2.4	Metodología	172
VII.2.5	Metas	172
VII.2.5.1	Medidas de prevención	173
VII.2.5.2	Medidas de mitigación	173
VII.2.5.3	Medidas de compensación	173

VII.2.5.4	Medidas de Restauración	174
VII.2.6	Indicadores de realización	174
VII.2.7	Indicadores de eficiencia	174
VII.2.8	Análisis, procesamiento de datos o interpretación de resultados	174
VII.2.9	Calendario de comprobación	175
VII.2.10	Procedimientos para el control de calidad	175
VII.2.11	Medida de urgente aplicación	175
VII.2.12	Formatos de apoyo	175
VII.2.13	Otras consideraciones	178
VIII.	Conclusiones	179
IX.	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA	180
IX.1	Formatos de presentación	180
IX.2	Planos	180
IX.3	Fotografías	181
IX.4	Videos	181
IX.5	Responsiva técnica de la elaboración del estudio	181
X.	Literatura consultada	182

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

En este glosario se presentan las principales abreviaturas y notaciones generales más utilizadas en el presente documento.

Término / Acrónimo	Significado
CEH	Calendario de Épocas Hábiles 2023 - 2024 (SEMARNAT)
CEHACO	Calendario de Épocas Hábiles de Aves Canoras y de Ornato 2023 – 2024 (SEMARNAT)
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CNSM	Comisión Nacional de Salarios Mínimos
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAPO	Comisión nacional de Población
CURP	Clave Única de Registro de Población
CUS	Cambio de Uso de Suelo
DV	Derecho de Vía
ETJ	Estudio Técnico Justificativo
G-MIA-CUS-P	Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental para proyectos que requieran de CUS, modalidad Particular.
IA	Impacto Ambiental
INE	Instituto Nacional Electoral
LDEE	Línea de Distribución de Energía Eléctrica
LGAPF	<i>Ley General de Administración Pública Federal</i>
LGDFS	<i>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable</i>
LGEEPA	<i>Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</i>
LGPGIR	<i>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>
NOM	Norma Oficial Mexicana
NOM-004	<i>NOM-004-STPS-1999: Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipos que se utilicen en los centros de trabajo.</i>
NOM-006	<i>NOM-006-STPS-2000: Manejo y almacenamiento de materiales, condiciones y procedimientos de seguridad.</i>
NOM-011	<i>NOM-011-STPS-1994: Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.</i>
NOM-017	<i>NOM-017-STPS-2001: Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de manejo.</i>
NOM-019	<i>NOM-019-STPS-1993: Constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.</i>
NOM-021	<i>NOM-021-STPS-1993: Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.</i>
NOM-025	<i>NOM-025-STPS-1999: Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.</i>
NOM-026	<i>NOM-026-STPS-1998: Colores y señales de seguridad, higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.</i>
NOM-027	<i>NOM-027-STPS-2000: Soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene.</i>
NOM-041	<i>NOM-041-SEMARNAT-2006: Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</i>
NOM-045	<i>NOM-045-SEMARNAT-2006: Establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.</i>
NOM-052	<i>NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</i>
NOM-053	<i>NOM-053-SEMARNAT-1993: Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para detectar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</i>
NOM-054	<i>NOM-054-SEMARNAT-1993: Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.</i>

NOM-059	<i>NOM-059-SEMARNAT-2010: Determina las especies y subespecies de flora y fauna terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establece las especificaciones para su protección.</i>
NOM-060	<i>NOM-060- SEMARNAT -1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.</i>
NOM-061	<i>NOM-061- SEMARNAT -1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.</i>
NOM-080	<i>NOM-080-SEMARNAT-1994: Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes de los escapes de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.</i>
NOM-080-STPS	<i>NOM-080-STPS-1993: Higiene industrial del medio ambiente laboral. Determina el nivel sonoro continuo equivalente al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo.</i>
NOM-081	<i>NOM-081-SEMARNAT-1994: Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</i>
NOM-083	<i>NOM-083-SERMANAT-2003, Que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial</i>
NOM-085	<i>NOM-085-SEMARNAT-2005: Contaminación atmosférica de fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera.</i>
NOM-086	<i>NOM-086-SEMARNAT-2005: Contaminación atmosférica. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles.</i>
NOM-100	<i>NOM-100-STPS-1994: Seguridad de extintores contra incendios a base de polvo químico seco con presión contenida.</i>
NOM-102	<i>NOM-102-STPS-1994: Seguridad de extintores contra incendios a base de bióxido de carbono.</i>
NOM-103	<i>NOM-103-STPS-1994: Seguridad de extintores contra incendios a base de agua con presión contenida.</i>
NOM-113	<i>NOM-113-STPS-1994: Calzado de protección.</i>
NRF-014	<i>NRF-014-CFE-2014, Que establece los criterios para determinar, obtener y conservar los Derechos de Vía para líneas aéreas.</i>
OED	<i>Ordenamiento Ecológico de Durango</i>
PMF	Programa Manejo Forestal
PRRF	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
PRRECR	Programa de Rescate y Reubicación de Especies en Categoría de Riesgo
RAN	Registro Agrario Nacional
RFC	Registro Federal de Contribuyentes
RFN	Registro Forestal Nacional
R-LGEEPA-EIA	<i>Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental</i>
RLGPGIR	<i>Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>
SDT*	Sólidos Disueltos Totales
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMO	Sierra Madre Occidental
UGA	Unidad de Gestión Ambiental

I. DATOS GENERALES

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre

Electrificación, línea de distribución eléctrica San José de La Laguna – Bánome, Otáez Durango.

I.1.2 Ubicación y acceso

El sitio se localiza en la región noroeste del estado de Durango, México, concretamente en los terrenos del Ejido Bánome, San Pedro de Azafranes y Comunidad de Bánome y Zapotes, municipio de Otáez Durango. El acceso se da por la carretera "Durango – Parral" donde se recorren 50 km, partiendo desde la ciudad de Durango hasta el Poblado

"La Granja"; para tomar la carretera "La Granja" – Guanaceví" hasta llegar a la ciudad de Santiago Papatziaro, con un recorrido de 122 km; se continua por la carretera Los Herrera - Otáez durante 107 km hasta llegar a la localidad de Bajío de Vacas. Posteriormente con una distancia de 57 km se llega al poblado de San José de la Laguna, lugar de inicio de la línea eléctrica. El croquis de localización y acceso se muestra en la figura siguiente.

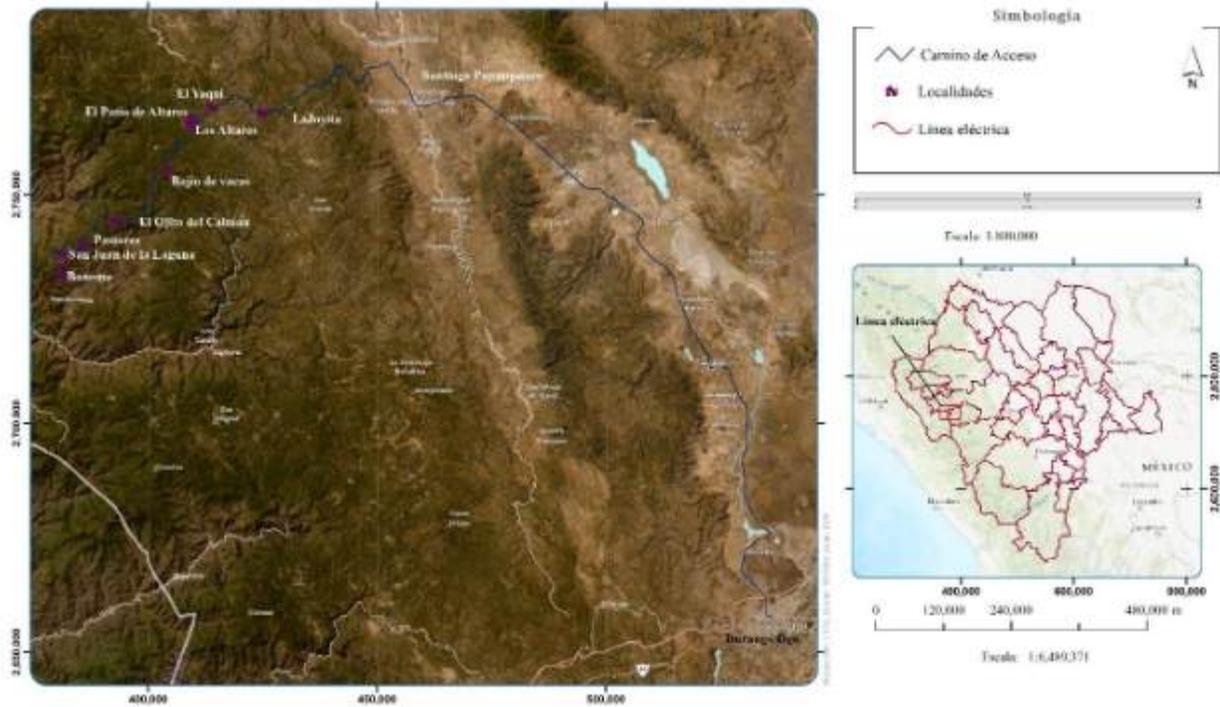


Figura I-1. Ubicación y acceso al sitio

El sitio no se encuentra en una zona de riesgo como; paredes de cañones, zonas de fallas geológicas, de deslizamientos e inundaciones y áreas identificadas en proceso de erosión. En el plano del **anexo 2.1** se ilustra gráficamente la localización y acceso al sitio de manera más detallada.

1.1.3 Vida útil

El tiempo estimado para la etapa de **preparación del sitio es de 3 años**, para la etapa de **construcción - operación es 20 años** y finalmente, **2 años** para la etapa de **abandono del sitio**. Entonces, la **vida útil** estimada para la obra es de **25 años**.

1.1.4 Presentación de la documentación legal

La documentación legal que acredita la personalidad del Promovente se presenta en el **Anexo 1** siendo la siguiente:

- ✓ Copia simple de la identificación oficial y CURP del Promovente.
- ✓ Copia certificada del acta de asamblea que acredita a los representantes ejidales (acta de elección de autoridades de la Comunidad Bánome y Zapotes, credenciales otorgadas por RAN).
- ✓ Actas de anuencia de los núcleos agrarios (Ejido Bánome, San Pedro de Azafranés y Comunidad de Bánome y Zapotes) para realizar el CUSTF.
- ✓ Constancia de situación fiscal los núcleos agrarios donde se realizará el CUSTF.
- ✓ Carpeta básica que acredita los terrenos de los núcleos agrarios donde se realizará el CUSTF.

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Comisariado de la Comunidad Bánome y Zapotes, municipio de Otáez Durango representada por:

Presidente: Domingo Núñez Ortiz,
Secretario: Erasmo Rubio Herrera
Tesorero: José Espinoza Díaz

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

I.2.3 Dirección

La dirección para oír y/o recibir notificaciones en la Ciudad de Victoria de Durango es:

Dirección: Blvd. Luis Donaldo Colosio # 603, Fracc. Haciendas Victoria de Durango, Dgo.

Teléfono: (+52) 674-101-6013

E-mail: sacra.corral@gmail.com

I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

M. C. SACRAMENTO CORRAL RIVAS

I.3.1 Registro federal de contribuyentes

I.3.2 Nombre del responsable técnico.

M.C. SACRAMENTO CORRAL RIVAS

RFC
CURP

I.3.3 Profesión y número de cedula profesional

- **Maestro en Ciencias Forestales**, por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León; cédula No. **3107384**.
- **Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción**, por el Instituto Tecnológico de El Salto, Durango; cédula No. **2642485**.
- Consulta: <http://www.cedulaprofesional.sep.gob.mx/cedula/>.

I.3.4 Dirección

Calle:
Fraccionamiento:
Ciudad:
C.P:
Correo
Celular

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general

II.1.1 Naturaleza

Durango se registró con un **grado de marginación medio**, según la CONAPO ocupando el lugar número 13 a nivel nacional, en la descripción del índice de marginación se estimó que el 2% de la población no cuentan con el servicio

de la energía eléctrica en sus viviendas. La comunidad de Bánome y Zapotes pertenece al municipio de Otáez, Durango, cuenta con alrededor de 266 habitantes en cerca de 50 viviendas. Ahora bien, por su ubicación geográfica (zona de las quebradas) esta comunidad está catalogada con un **alto grado de marginación** según el estudio a nivel estatal y a la falta de energía eléctrica, aunque existen excepciones en los cuales se accede a la energía eléctrica a través de generadores a base de gasolina o diésel y celdas solares, los cuales son poco eficientes. Actualmente en la comunidad de Bánome y Zapotes carece del servicio de energía eléctrica, y su suministro ayudaría a mejorar de la calidad de vida de sus habitantes (salud, educación, comunicación, etc.) y, para poder acceder a este servicio será necesario la construcción de una línea de distribución de energía eléctrica **LDEE** desde el poblado San José de La Laguna la cual tendrá una longitud de **6.1 km** con un ancho de derecho de vía de **10 metros**, es decir ocupará **6.1 hectáreas** de las cuales **2.4 ha sustentan vegetación forestal**, por tanto, será necesario realizar un Estudio Técnico Justificativo para el CUSTF.

Una de las múltiples actividades que se requieren para la operación de la LDEE, es contar con las autorizaciones en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo donde se establezcan los términos y condicionantes para realizar medidas tendientes a la prevención, mitigación, compensación y restauración de los impactos ambientales adversos sobre los elementos del medio ambiente.

Por otro lado, para la preparación del sitio de la LDEE será necesario solicitar autorización para remover la vegetación en **2.4 ha**, por lo que se deberá dar cumplimiento al **artículo 28 primer párrafo y fracción VII de la LGEEPA**; además, se ha considerado lo establecido en el **R-LGEEPA-EIA artículo 5 inciso O) fracción II; así como 14, que establece que cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.**

Finalmente, considerando las características de diseño, construcción y operación en este estudio se incluyen los contenidos de la Guía para la presentación de MIAP del sector Cambio de Uso de Suelo, debido a que se pretende remover vegetación forestal para el establecimiento de la línea de distribución de energía eléctrica que será operada por la CFE.

II.1.1.1 Objetivos y usos del suelo forestal

General

- Obtener la autorización respectiva al **cambio de utilización del terreno forestal a infraestructura eléctrica**, así como la presentación de una Manifestación al Impacto Ambiental en su modalidad particular.

Particulares

- Desde el punto de vista socioeconómico es lograr que los habitantes del poblado Bánome cuenten con el servicio de energía eléctrica para mejorar su calidad de vida y contribuir en el desarrollo regional.
- El uso que se le pretende dar al terreno forestal consiste en establecer un derecho de vía para que la CFE opere una línea de distribución de energía eléctrica de 34.5 KV.

II.1.1.2 Criterio del ordenamiento ecológico del territorio

De acuerdo al **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Durango**, el sitio se ubica en las **UGA 149 – Sierra Alta con Cañones 8 y 312 Superficie de Gran meseta 4**; teniendo una política de **conservación**. El único factor detectable que pudieran poner en riesgo el uso propuesto, es la existencia de conflictos con la tenencia de la tierra; lo cual puede considerarse nulo, ya que en esta región están bien definidos los límites entre los núcleos agrarios. El uso actual del terreno sujeto a CUSTF corresponde en su mayoría al tipo de vegetación de **Bosque de Pino, Bosque de Pino – Encino y Vegetación Secundaria de Bosque de Pino**, misma superficie que sustenta vegetación forestal maderable que está siendo aprovechada bajo un programa de manejo forestal sustentable para cada núcleo agrario.

II.1.1.3 Tipificación de la obra a desarrollar

La LDEE requiere el CUSTF a infraestructura eléctrica entendiendo esto como la remoción de la vegetación arbustiva y arborea en el derecho de vía. Los sectores que se vinculan con las obras y actividades son **cambio de uso de suelo y eléctrico**. Además, se incluyen en todas sus etapas medidas tendientes a prevenir, mitigar, compensar y restaurar los impactos ambientales en el área de influencia ambiental del sitio y sistema ambiental regional

II.1.2 Selección del sitio

Para la selección del sitio fue necesario considerar criterios técnicos, económicos y ambientales a fin de justificar sustentablemente las obras y actividades, siendo los siguientes:

CRITERIOS TÉCNICOS Y AMBIENTALES

El Promovente ha considerado una serie de criterios técnicos que se adoptan para el tipo de servicio a proporcionar y que se tomaron en cuenta para la elección del sitio.

- Cercanía a vías de comunicación transitables todo el año para evitar hacer obras adicionales o de servicio.
- La topografía del sitio son sierras y mesetas que no limitan la construcción y operación de la obra.
- En cuanto a las condiciones meteorológicas, no existen evidencias de fenómenos meteorológicos adversos en la región (huracanes, terremotos, tornados, etc.), que pudieran poner en riesgo la infraestructura.
- El uso de suelo es vegetación forestal con aptitud de aprovechamiento maderable.
- El sitio no se ubica en algún ANP establecida en el estado de Durango.
- Anuencia por parte de los propietarios del terreno forestal para realizar el CUSTF.

Adicionalmente, se han considerado algunos aspectos cuya aplicación se realiza cuando sea posible. De esta forma, en todos los casos el diseño consideró los criterios siguientes:

- La menor superficie forestal a impactar.
- Facilidad para su construcción y mantenimiento.
- Evitar en la medida de lo posible, bosques, huertas y sembradíos de alto valor.
- Evitar pasar por zonas turísticas en funciones o evidentemente potenciales, así como por zonas arqueológicas o de valor histórico.
- Cumplimiento de las leyes, reglamentos, normas técnicas y recomendaciones de la SEMARNAT, en materia de protección ambiental, así como aquellos que deriven de los demás Organismos Públicos Federales, Estatales y Municipales.

CRITERIOS SOCIOECONÓMICOS

Para llevar a cabo la construcción y operación de la infraestructura se contratarán obreros de las comunidades cercanas, permitiendo generar mayores fuentes de empleo, que traen consigo una derrama económica en la región. El impacto social y económico que se verá reflejado por la operación de la LDEE se reduce a los criterios siguientes:

- La calidad de vida de la población depende del acceso a los servicios básicos. La energía eléctrica, es de importancia fundamental mantener alimentos frescos, transformar materias primas, usar eficientemente los medios de comunicación y tener mejores equipos de respuesta a emergencias de salud.
- Los costos de vida en una comunidad que no cuenta con energía eléctrica de manera permanente son elevados, en comparación al servicio que presta la CFE.
- Las comunidades con el servicio de energía eléctrica constante pueden ser atractivos para actividades de recreación y ecoturismo.
- Adicionalmente, la construcción de esta obra tendrá beneficios en la generación de empleos de la población local y en la derrama económica por los insumos y materiales que se van a usar.

II.1.3 Ubicación física y planos de localización

II.1.3.1 Infraestructura

La infraestructura de la LDEE (puntos de inflexión) se localiza en las coordenadas geográficas en UTM referidas al Datum **WGS84** (Datum World Geografic System of 1984) siguientes:

Cuadro II-1. Coordenadas UTM de los puntos de inflexión de la LDEE.

Vértices	Infraestructura	Coordenadas geográficas UTM			
		X	Y	Latitud	Longitud
1	Línea eléctrica	381414	2736599	106° 10' 21.55	24° 44' 21.798
2	Línea eléctrica	381409	2736578	106° 10' 21.72	24° 44' 21.114
3	Línea eléctrica	381374	2736482	106° 10' 22.94	24° 44' 17.984
4	Línea eléctrica	381402	2736346	106° 10' 21.90	24° 44' 13.571
5	Línea eléctrica	381303	2735959	106° 10' 25.31	24° 44' 0.963"
6	Línea eléctrica	381259	2735891	106° 10' 26.85	24° 43' 58.741
7	Línea eléctrica	381199	2735509	106° 10' 28.87	24° 43' 46.307
8	Línea eléctrica	381100	2735280	106° 10' 32.32	24° 43' 38.835
9	Línea eléctrica	381062	2734936	106° 10' 33.57	24° 43' 27.639
10	Línea eléctrica	381390	2734442	106° 10' 21.73	24° 43' 11.685
11	Línea eléctrica	381319	2734206	106° 10' 24.20	24° 43' 3.984"
12	Línea eléctrica	381261	2734000	106° 10' 26.20	24° 42' 57.272
13	Línea eléctrica	381426	2733555	106° 10' 20.20	24° 42' 42.852
14	Línea eléctrica	381208	2734581	106° 10' 28.28	24° 43' 16.136
15	Línea eléctrica	381388	2733657	106° 10' 21.57	24° 42' 46.150
16	Línea eléctrica	381460	2733301	106° 10' 18.91	24° 42' 34.605
17	Línea eléctrica	381482	2733214	106° 10' 18.10	24° 42' 31.783
18	Línea eléctrica	381520	2732873	106° 10' 16.64	24° 42' 20.709
19	Línea eléctrica	381578	2732804	106° 10' 14.56	24° 42' 18.482
20	Línea eléctrica	381726	2732707	106° 10' 9.268	24° 42' 15.370
21	Línea eléctrica	383462	2732711	106° 9' 7.502"	24° 42' 15.992"
22	Línea eléctrica	383426	2732771	106° 9' 8.801"	24° 42' 17.926"
23	Línea eléctrica	383275	2732727	106° 9' 14.158"	24° 42' 16.452"
24	Línea eléctrica	383205	2732708	106° 9' 16.633"	24° 42' 15.822"
25	Línea eléctrica	383148	2732672	106° 9' 18.646"	24° 42' 14.623"
26	Línea eléctrica	383060	2732647	106° 9' 21.769"	24° 42' 13.804"
27	Línea eléctrica	382977	2732602	106° 9' 24.737"	24° 42' 12.302"
28	Línea eléctrica	382959	2732518	106° 9' 25.334"	24° 42' 9.558"
29	Línea eléctrica	382868	2732531	106° 9' 28.589"	24° 42' 9.963"
30	Línea eléctrica	382627	2732479	106° 9' 37.137"	24° 42' 8.198"
31	Línea eléctrica	382524	2732506	106° 9' 40.802"	24° 42' 9.060"
32	Línea eléctrica	382456	2732552	106° 9' 43.250"	24° 42' 10.51"
33	Línea eléctrica	382283	2732508	106° 9' 49.372"	24° 42' 9.059"
34	Línea eléctrica	382158	2732514	106° 9' 53.831"	24° 42' 9.20"
35	Línea eléctrica	382077	2732504	106° 9' 56.700"	24° 42' 8.871"
36	Línea eléctrica	381972	2732535	106° 10' 0.477"	24° 42' 9.861"
37	Línea eléctrica	381880	2732580	106° 10' 3.765"	24° 42' 11.28"
38	Línea eléctrica	381802	2732632	106° 10' 6.532"	24° 42' 12.94"
39	Línea eléctrica	381726	2732707	106° 10' 9.278"	24° 42' 15.35"

En el plano del **Anexo 2.2** se puede observar la ubicación de la infraestructura, las vías de acceso, hidrología local y, además, se presenta la imagen Googletm donde se pueden identificar claramente los rasgos fisiográficos y cubierta vegetal del sitio.

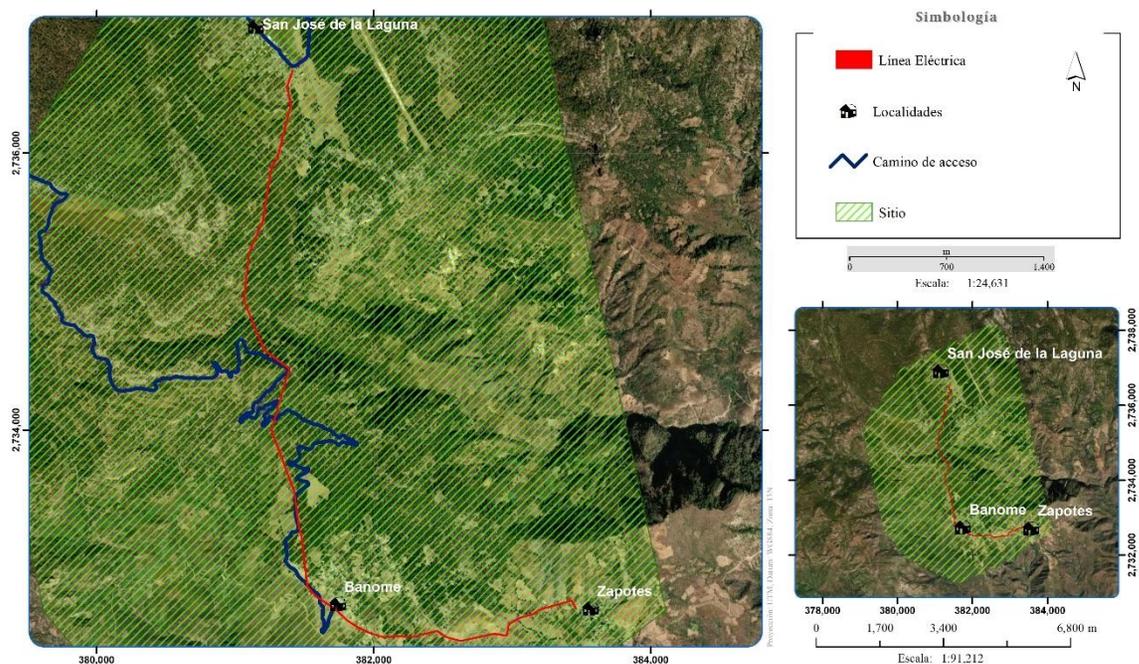


Figura II-1. Ubicación física de la infraestructura.

II.1.3.2 Tipo de propiedad

El sitio se localiza dentro de los terrenos que pertenecen al Ejido San Pedro de Azafranes, Comunidad Banome y Zapotes y Ejido Bánome todos pertenecientes al municipio de Otáez, Durango. Sin embargo, la superficie requerida para realizar el CUSTF solo contempla a los núcleos agrarios Ejido San Pedro de Azafranes y Comunidad Bánome y Zapotes. La distribución del área propuesta a CUSTF por tipo de propiedad es la siguiente.

Cuadro II-2. Superficie de CUSTF respecto a la superficie total de los núcleos agrarios.

Predio	Superficie total legal (ha)	Superficie sujeta a CUSTF (ha)	Porcentaje (%)
San Pedro de Azafranes	5,895.4	1.9	0.033
Comunidad Banome y Zapotes	9,129.2	0.5	0.006
Total	15,024.6	2.4	0.02

El derecho de vía de la LDEE requiere de **2.4 ha** que sustenta vegetación forestal, en donde será necesario remover la vegetación del estrato arbóreo y arbustivo únicamente. Lo ubicación del sitio respecto al tipo de propiedad se ilustra en la imagen siguiente.

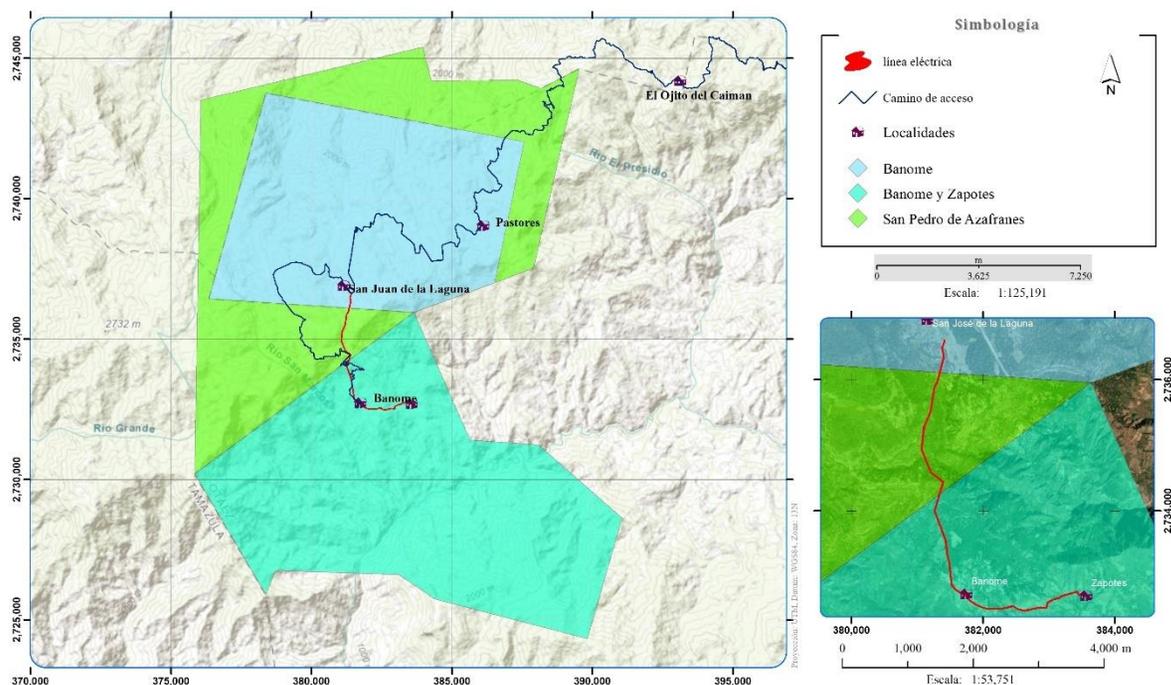


Figura II-2. Localización de la infraestructura respecto al tipo de propiedad.

II.1.3.3 Distribución de la infraestructura permanente, asociada y provisional

En cuanto a la distribución de la infraestructura disponible y necesaria para poner en operación la LDEE si se trata de obras permanentes, asociadas y/o provisionales se considera que el **100%** del derecho de vía será del tipo **permanente**. Considerando las dimensiones de la obra, sus características de diseño y su cercanía con el poblado de **San José de La Laguna** (en donde inicia) y al poblado de **Zapotes** (donde terminará la obra) no se requieren de campamentos, patios, almacenes, caminos nuevos, etc., como obras asociadas o provisionales ya que los materiales e insumos se irán suministrando conforme se vaya desarrollando la etapa de construcción.

II.1.4 Inversión requerida

II.1.4.1 Capital requerido

De acuerdo al análisis económico financiero realizado por la Promovente, el importe total estimado o capital total requerido (inversión de activos fijos) se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro II-3. Capital requerido.

Concepto	Costo (\$)
Infraestructura	
Total, de materiales y mano de obra	1,317,388.60
Indirectos y fletes	237,129.95
Impuesto 16% IVA	248,722.97
Subtotal	1,803,241.51
Pago por compensación ambiental ante el Fondo Forestal Mexicano	283,913.04
Pago por la evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular de acuerdo con los criterios de la tabla "A"	8,715.94
Pago por la solicitud de la autorización de Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales de 10 ha hasta 50 hectáreas	442.17
Costos por supervisión de obra de la CFE	7,246.38
Medidas de prevención, mitigación y restauración ambiental	200,000
Subtotal	500,317.54

Total**2,303,559.05****II.1.4.2 Período de recuperación**

La evaluación financiera consiste en asignar valores monetarios a las unidades físicas, para llegar a la determinación del flujo de ingresos y egresos en la proyección financiera. Los **Indicadores de la Rentabilidad Económica**, se definen por el incremento o disminución del bienestar que se derivaría del uso de recursos en alguna actividad específica, y a continuación se indica el dictamen para cada uno de los indicadores evaluados:

TREMA. La Tasa Mínima de Rendimiento Mínimo Aceptable (TREMA), es la tasa que representa una medida de rentabilidad, la mínima que se le exigirá al proyecto de tal manera que permita cubrir: la totalidad de la inversión inicial, los egresos de operación, los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con capital ajeno a los inversionistas, los impuestos, la rentabilidad que el inversionista exige a su propio capital invertido.

VAN. El Valor Actual Neto (VAN), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La VAN asciende a **\$9,166,152.53** y su dictamen es favorable.

TIR. La Tasa Interna de Retorno (TIR), es una medida utilizada en la evaluación de la inversión que está muy relacionada con el VAN. También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado. Dado que la TIR es mayor que la TREMA, por tanto, el proyecto es aceptable, entonces por cada peso invertido, el proyecto me regresa ese peso invertido, más un rendimiento de una tasa de **32.29%**.

R C/B. La relación Costo / Beneficio (C/B) toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso invertido. La relación B/C es de **1.1**, lo que significa que después del horizonte de planeación obtengo mi inversión más la TREMA más una utilidad igual al valor que excede la unidad (0.1 en este caso), por lo tanto, el proyecto es rentable.

RSI. El Retorno Sobre la Inversión (RSI) es una razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada, es decir, el rendimiento desde el punto de vista financiero. Para el proyecto es de **1.1**, lo que significa que por cada peso que se invertirá, se recuperará ese peso más una utilidad de 0.1 por lo tanto, el proyecto es rentable.

PRI. El período de recuperación de la inversión (PRI) es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Puede revelarnos con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial. La inversión de la obra será recuperable en **0.17** años, menor al tiempo pronosticado de la vida útil.

La evaluación financiera de la obra se presenta la memoria de cálculo correspondiente en el Anexo 7 y se resume en el cuadro siguiente.

Cuadro II-4. Indicadores financieros y su dictamen de viabilidad

INDICADOR	VALOR	REFERENCIA	ANÁLISIS	DICTAMEN
TREMA	15.8%	0	Tasas de interés cotizadas con diferentes fuentes de financiamiento.	ACEPTABLE
VAN	\$9,166,152.53	VAN>0	Después del horizonte del proyecto, obtengo mi inversión, más tasa referencia (TREMA), más la utilidad igual al valor de VAN.	ACEPTABLE
TIR	32.29%	TIR > TREMA	Por cada peso que invierto, el proyecto me regresa ese peso invertido, más un rendimiento igual al valor de TIR.	ACEPTABLE
R B/C	2.87	R B/C > 1	Después del horizonte del proyecto, obtengo mi inversión, más tasa de referencia (TREMA), más utilidad igual al valor del coeficiente que exceda la unidad (1.0)	ACEPTABLE
RSI	1.54	RSI > 1	Por cada peso que invierto, el proyecto me regresa ese peso invertido, más una utilidad igual al número que excede la unidad (1.0)	ACEPTABLE
PR	0.17	PR < HORIZONTE PROYECTO	El periodo de recuperación de la inversión a una tasa de referencia dada (TREMA), es menor al horizonte en años proyectado.	ACEPTABLE

II.1.4.3 Costos de las medidas de prevención y mitigación de impactos

Referente a las medidas de prevención y mitigación de posibles impactos ambientales adversos, los costos necesarios para realizar estas actividades estarán en el orden de **8.6%** del costo total estimado.

II.1.5 Dimensiones

II.1.5.1 Superficie total

La superficie que comprende el derecho de vía es de 4.3 ha, no se requiere de áreas para oficinas, caminos de acceso, patios de acopio, talleres, almacenes y bancos de materiales puesto que el sitio se localiza cercano a las comunidades de Bánome y Zapotes y San José de La Laguna, que cuenta con los servicios de hospedaje, alimentación y almacenes. La distribución de la superficie a ocupar por tipo de infraestructura es la siguiente.

II.1.5.2 Superficie de CUSTF

La superficie que será propuesta para realizar el CUSTF a infraestructura eléctrica será la siguiente.

Cuadro II-5: Superficie requerida para CUSTF.

Dimensiones	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Superficie total	6.19	
Superficie que requiere CUSTF	2.4	38.7

Las coordenadas geográficas UTM de los polígonos propuestos a CUSTF son las siguientes:

Cuadro II-6. Coordenadas geográficas UTM de los polígonos propuestos a CUSTF.

Polígono 1		
Vértice	UTM X	UTM Y
1	381296	2735957
2	381303	2735950
3	381264	2735889
4	381254	2735893
5	381255	2735894
6	381296	2735957

Polígono 2		
Vértice	UTM X	UTM Y
1	381264	2735889
2	381204	2735508
3	381194	2735510
4	381254	2735892
5	381254	2735892
6	381254	2735893
7	381264	2735889

Polígono 3		
Vértice	UTM X	UTM Y
1	381095	2735282
2	381105	2735279
3	381086	2735110
4	381067	2734937
5	381057	2734936
6	381095	2735281
7	381095	2735281
8	381095	2735282

Polígono 4		
Vértice	UTM X	UTM Y
1	381057	2734936
2	381067	2734937
3	381212	2734584
4	381204	2734578

5	381203	2734578
6	381203	2734579
7	381057	2734934
8	381057	2734935
9	381057	2734936
10	381057	2734936

Polígono 5		
Vértice	UTM X	UTM Y
1	381212	2734584
2	381393	2734446
3	381394	2734446
4	381395	2734445
5	381395	2734444
6	381385	2734440
7	381205	2734577
8	381204	2734577
9	381204	2734578
10	381212	2734584

Polígono 6		
Vértice	UTM X	UTM Y
1	381395	2734444
2	381395	2734443
3	381395	2734443
4	381395	2734442
5	381395	2734441
6	381324	2734205
7	381314	2734207
8	381385	2734440
9	381395	2734444

Polígono 7		
Vértice	UTM X	UTM Y
1	381314	2734207
2	381324	2734205
3	381266	2734000
4	381256	2733999

5	381256	2734000
6	381256	2734001
7	381256	2734001
8	381314	2734207

Polígono 8		
Vértice	UTM X	UTM Y
1	381256	2733999
2	381266	2734000
3	381359	2733750
4	381350	2733756
5	381347	2733753

6	381256	2733998
7	381256	2733999

Polígono 9		
Vértice	UTM X	UTM Y
1	381194	2735510
2	381204	2735508
3	381204	2735507
4	381204	2735507
5	381105	2735279
6	381095	2735282
7	381194	2735510

Cuadro II-7. Superficie sujeta a CUSTF.

Polígono	Superficie (ha)	(%)
1	0.07	3.1
2	0.39	16.2
3	0.35	14.5
4	0.38	16.1
5	0.23	9.6

Polígono	Superficie (ha)	(%)
6	0.25	10.3
7	0.21	9.0
8	0.26	11.0
9	0.25	10.4
Total	2.4	100

II.1.5.3 Superficie de obras permanentes

En cuanto a la distribución de la infraestructura que tendrá obras permanentes se considera que el **100%** del área a ocupar será del tipo **permanente** (2.4 ha). Tomando en cuenta las dimensiones, características de diseño de la línea y su ancho de derecho de vía, así como la infraestructura disponible al sitio (poblados cercanos, centros de insumos, etc.) no se requieren de campamentos, patios, almacenes, caminos nuevos, etc., como obras asociadas o provisionales ya que los materiales y servicios se irán suministrando conforme se vaya desarrollando la etapa de construcción.

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua

II.1.6.1 Uso de suelo

A nivel regional en el sistema montañoso de la **Sierra Madre Occidental**, el aprovechamiento forestal y la minería, resulta fundamental en la economía de las poblaciones, dado que la productividad de otras actividades se encuentra en un nivel bajo (fruticultura, ganadería, agricultura, etc.) por la aportación del **PIB** a nivel estatal. A nivel regional se desarrolla una agricultura tradicional de autoconsumo (maíz, avena, frijol y papa), con rendimientos bajos por el reducido nivel de mecanización y uso de fertilizantes, así como una deficiente asistencia técnica. Por su parte la ganadería es practicada a pequeña escala por la mayoría de los habitantes, que cuentan con algunas cabezas de ganado (bovino, equino) con el objetivo de producir carne y productos lácteos para el autoconsumo. También se realizan algunas actividades relacionadas a la fruticultura, ya que existen condiciones fisiográficas favorables para el arraigo de especies frutales de clima frío, templado y subtropical tales como; manzano, durazno, pera, chabacano, aguacate, limón, naranjo, lima y papayo; sin embargo, esta actividad suele ser de autoconsumo y sin el nivel de tecnificación o asistencia técnica. En general el uso de suelo prevaleciente en el **sitio** donde se realizará el **CUSTF** se puede describir de la manera siguiente.

a). Bosque de pino (BP)

La vegetación de bosques naturales de pino del área de influencia está formada por estructuras regulares e irregulares con una mezcla de especies. La composición comprende especies del género *Pinus* (*P. ayacahuite*, *P. chihuahuana*,

P. arizonica, *P. douglasiana*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. herrerae*, *P. leiophylla*, *P. lumholtzii*, *P. michoacana*, *P. oocarpa*, *P. teocote*), del género *Quercus* (*Q. candicans*, *Q. crassifolia*, *Q. durifolia*, *Q. eduardii*, *Q. scytophylla*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa*, *Q. sideroxila*) y de los géneros *Juniperus*, *Cupressus* y *Pseudotsuga* (JPSE 6, 2017). El elemento común en estas comunidades es la dominancia fisonómica de especies de *Pinus* (80% o más) y la estructura varía de simple, con una sola especie dominante, a veces con sólo un estrato arbóreo, uno herbáceo y otro rasante, hasta la estructura compleja de bosques de sitios con clima subhúmedo con varias especies de pino y a veces de otros géneros, dos estratos arbóreos además de arbustivo, herbáceo y rasante, con hemiparásitas y epífitas. Tanto en los bosques de pino, como en los de pino-encino, predominan en el estrato herbáceo especies de las familias *Asteraceae* y *Poaceae*. La principal actividad que se presenta en este tipo de vegetación es el aprovechamiento forestal maderable.

b). Bosque de pino – encino (BPQ)

En este tipo de asociaciones destacan árboles de los géneros *Pinus* y *Quercus* y dada la amplia diversidad de ambientes donde se presenta y al hecho de que muchas especies de esos géneros muestran preferencias ecológicas similares, estos bosques están representados por asociaciones muy diversas, en todos los grados intermedios entre el pinar puro y el encinar puro, razón por la cual muchos autores confunden en sus estudios a los bosques de *Pinus* y a los de *Quercus* (Rzedowski, 1978). La composición y las proporciones de las especies varían dependiendo de diversos factores ambientales y para el estrato arbóreo se registran desde dos hasta nueve especies (Márquez-Linares *et al.* 1999). Algunos ejemplos de bosque de pino-encino destacan especies de *P. arizonica* y *P. engelmannii* o, en sitios con mayor humedad ambiental, *P. strobiformis*; entre los encinos, son comunes *Q. rugosa* y *Q. gambelii* y en áreas de mayor humedad ambiental *P. durangensis* es muy abundante. La principal actividad que se presenta en este tipo de vegetación es el aprovechamiento forestal maderable.

c). Vegetación secundaria arbustiva de bosque pino (VSa/BP)

Vegetación arbustiva que se desarrolla transcurrido un tiempo después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general, estas comunidades están formadas por muchas especies, aunque en ciertas regiones pueden estar formadas por una sola especie. La principal actividad que se presenta en este tipo de vegetación es el aprovechamiento forestal maderable y en algunos sitios existen zonas destinadas a la ganadería en la temporada de lluvias.

d). Uso agrícola

La agricultura en esta zona se practica a un nivel muy reducido ya que la topografía y la orografía local limitan esta actividad socioeconómica; sin embargo, en algunas mesetas con pendientes menores al 15% o planicies son aprovechadas para destinar el uso de suelo a la siembra de maíz, papa y avena forrajera de autoconsumo. En la región la agricultura es de temporal. La superficie que tiene este uso en la temporada de mayor precipitación se dedica a la producción de avena forrajera y en la temporada de sequía es utilizada para alimentar y proteger el ganado bovino.

e). Uso pecuario

En cuanto al uso pecuario, en la región se practica la ganadería extensiva y la superficie dedicada a esta actividad converge con la superficie forestal y agrícola, dado que los habitantes de la región no cuentan con terrenos de agostadero bien delimitados y el ganado (*bovino* y *equino* principalmente) se encuentra libre en la región.

En el **Anexo 4.1** se muestran el plano de uso de suelo y vegetación nivel subcuenca, señalando la localización de las obras respecto al uso de suelo prevaleciente.

II.1.6.2 Uso de los cuerpos de agua

El área destinada para instalar la infraestructura propuesta se ubica dentro de la cuenca Río San Lorenzo; a nivel subcuenca se encuentra dentro de la denominada Río San Lorenzo; y a nivel microcuenca dentro de la San Pedro de Azafranes, en el plano el **Anexo 3.1** se puede identificar su ubicación en el contexto hidrológico. Los cuerpos de agua cercanos al sitio son el “**Río Presidio**”, que es una corriente perenne. El uso que se le da a los cuerpos de agua por los habitantes de la región está limitado únicamente para el mantenimiento del ganado y en muy baja escala para practicar la agricultura con parcelas de riego en zonas cercanas al cauce de este mismo río. En cuanto al agua utilizada

para el consumo humano esta es acarreada por gravedad de los manantiales que bajan de las partes altas de la sierra, dado que resulta muy costoso desarrollar infraestructura para potabilizar el agua de los escurrimientos superficiales.

II.1.6.3 Uso potencial

De acuerdo a la cartografía temática de uso de suelo y vegetación del INEGI, el uso potencial del suelo a nivel regional es para practicar la **silvicultura** intensiva en forma sustentable a través del aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables. Además, el sitio ofrece condiciones favorables para desarrollar el ecoturismo de montaña, aprovechamiento de algunas especies de fauna silvestre, generar proyectos de captura de carbono y conservación de la biodiversidad, proveer de servicios hidrológicos, etc. Los criterios técnicos que sustentan los posibles usos que pudiesen dársele al terreno son los siguientes.

Cuadro II-8. Uso potencial del sitio.

Actividad económica	Condición favorable	Fuente
Silvicultura	Aprovechamiento de recursos forestales maderables de las especies de los géneros de <i>Pinus</i> y <i>Quercus</i> .	Programa de Manejo Forestal Sustentable del Ejido San Pedro de Azafranes y la comunidad de Bánome y Zapotes.
Agricultura de temporal de autoconsumo	Terreno con pendientes menores a 10°; después de este rango, se vuelven zonas de restricción.	Continúo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0), INEGI
Ganadería de autoconsumo	Cría de animales por una familia para obtener productos como leche, carne o huevo para su alimentación en terrenos desprovistos de vegetación arbórea.	Programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango.
Servicios ambientales	Proveer de servicios ambientales tales como; captura de carbono, biodiversidad e hidrológicos.	Programa de ordenamiento ecológico del estado, Durango. Regiones prioritarias de la CONABIO.
Turismo de aventura	Aprovechar los bosques que poseen atributos de valor para la conservación mediante recorridos guiados (senderos) para apreciar la naturaleza de montaña.	Secretaría de turismo del estado de Durango.

II.1.6.4 Zonas de atención prioritaria.

Para identificar si existen ecosistemas frágiles y especies en alguna categoría de protección se consultaron las fuentes siguientes.

- Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) de la CONABIO.
- Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP de la CONABIO).
- Regiones Terrestres Prioritarias (RHP de la CONABIO).

En conclusión, el sitio donde se pretende realizar la infraestructura no se encuentra en sitios con atención prioritaria tales como;

- Zonas de anidación, refugio, reproducción, conservación de especies en alguna categoría de protección.
- Zonas de aprovechamiento restringido o de veda forestal y de fauna.
- Zonas consideradas como ecosistemas frágiles.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La disponibilidad de servicios para poder desarrollar la infraestructura de la línea eléctrica se encuentra al alcance, ya que el sitio se localiza en un lugar accesible durante todo el año, y se cuenta con los servicios necesarios para su construcción y operación.

a). Agua

En las etapas de preparación del sitio y construcción, se utilizará agua con fines de **consumo humano** para hidratar al personal que desarrollará las actividades de desmonte y apertura del DV principalmente, se sugiere que el suministro del vital líquido, sea a través de garrafones de agua purificada. En la etapa de operación no se contempla el uso de personal, por tanto, no se requiere de este servicio.

b). Hospedaje

Para evitar la instalación de campamentos, la mayor parte del personal que se contrate durante las etapas de preparación del sitio y construcción será de la misma región, de tal manera que pernocten en sus hogares; para el caso de los trabajadores foráneos se aprovecharán los servicios de hospedaje que se ofrecen en los poblados cercanos mediante la asistencia.

c). Alimentación

Para el personal que no sea de la región, se hará uso de los restaurantes o fondas establecidos en los poblados cercanos.

d). Combustible

Se requerirá únicamente gasolina y diésel para los vehículos y maquinaria que se utilicen durante la preparación del sitio y construcción. Éstos se adquirirán en las estaciones de servicio de la localidad de Otáez o a su vez en la ciudad de Santiago Papasquiaro, según se vaya necesitando para evitar almacenarlo en grandes cantidades, el mantenimiento de los vehículos se hará en los centros urbanos cercanos.

e). Mano de obra

Con respecto al personal que se ocupará en las diferentes etapas, se requerirá de mano de obra calificada tanto externa como regional, además del personal de apoyo (jornaleros) que en su mayoría se contratarán de las comunidades cercanas al sitio (Bánome y Zapotes y San José de La Laguna). Las necesidades de mano de obra se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro II-9. Necesidades de personal.

Etapas	Tipo de mano de obra	Procedencia		Tipo de empleo		Tiempo (días)
		Regional	Externo	Eventual	Permanente	
Preparación del sitio	Calificada	4	2	6	0	288 ⁽ⁱ⁾
	No calificada	10	2	12	0	
Construcción	Calificada	4	2	6	0	576 ⁽ⁱ⁾
	No calificada	15	5	20	0	
Operación y mantenimiento	Calificada	0	3	0	3	Indefinido
	No calificada	0	3	0	3	Indefinido
Total		33	17	44	6	

(i) estimado bajo el supuesto de 24 días laborables al mes, por los 12 meses que dura la etapa. Los turnos serán definidos por la contratista.

II.1.7.1 Políticas de crecimiento futuro

Esta obra únicamente requiere la apertura de la brecha necesaria para la instalación de una Línea de Distribución de Energía Eléctrica por única vez, por lo tanto, no es necesario ninguna ampliación a futuro, debido a que el ancho de derecho de vía será suficiente para ejecutar las etapas de construcción, operación y mantenimiento. Posteriormente sólo se le estará dando tratamiento a la vegetación que va creciendo (chaponeo y podas) en esta superficie o derecho de vía, para que no rebase los 5 metros de altura y que pueda causar daños a los cables aéreos.

II.2 Características particulares

II.2.1 Programa general de trabajo

La descripción del sitio y las características de la obra demuestran que con las técnicas empleadas en el proceso constructivo – operativo son viables, rentables (por la inversión) y amigables con el medio ambiente. Las actividades a desarrollar están divididas en etapas, destinándose **3 años para la etapa de preparación del sitio, 2 años para la etapa de construcción, 18 años para la etapa de operación y mantenimiento y 2 años para la etapa de abandono del sitio.** A partir de la etapa de preparación del sitio se llevarán a cabo medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, en tanto que la etapa de abandono del sitio será cuando se llegue a la vida útil. El programa general de actividades se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro II-10. Programa general de trabajo.

Etapas	Año
--------	-----

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Preparación del sitio																										
Construcción																										
Operación y mantenimiento																										
Abandono del sitio																										

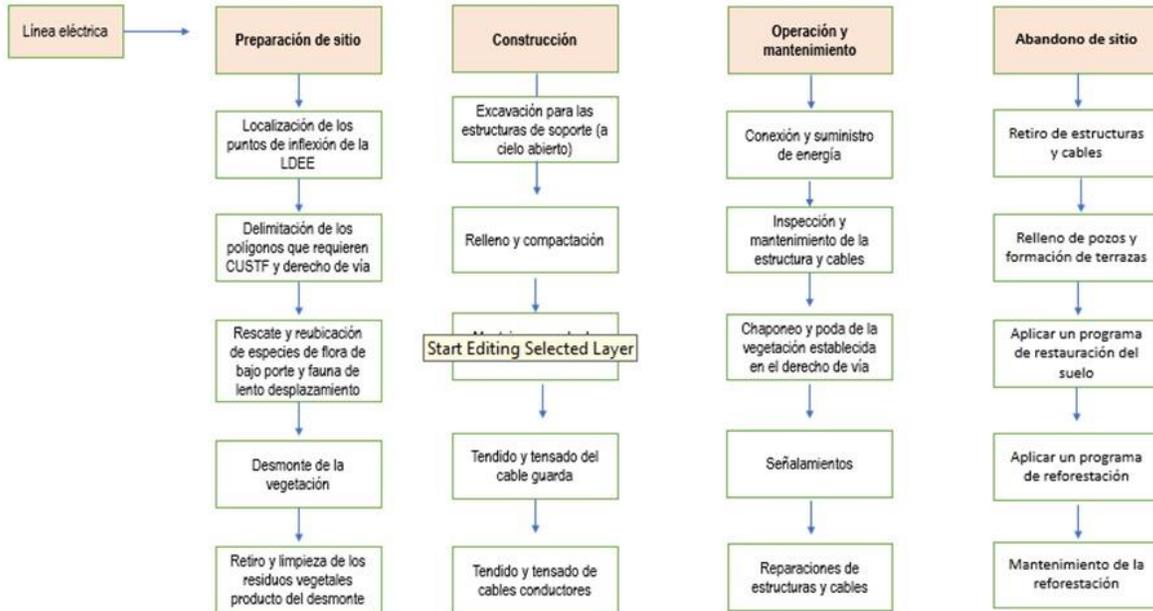


Figura 3. Diagrama de flujo de las obras y actividades por etapa.

El programa general de actividades y el tiempo estimado para su ejecución dentro de cada etapa se muestran a continuación.

Cuadro II-11. Cronograma de actividades por etapa.

Etapa / Actividad	AÑO																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
PREPARACIÓN DEL SITIO																										
Localización de los puntos de inflexión de la línea eléctrica																										
Delimitación de los polígonos que requieren CUSTF y marcado de la vegetación a remover																										
Rescate y reubicación de especies de flora de bajo porte y fauna de lento desplazamiento																										
Desmonte de la vegetación																										
Retiro y limpieza de los residuos vegetales producto del desmonte																										
CONSTRUCCIÓN																										
Excavación para las estructuras de soporte (a cielo abierto)																										
Relleno y compactación																										
Montaje y armado de estructuras																										
Tendido y tensado del cable guarda																										
Tendido y tensado de cables conductores																										

Etapa / Actividad	AÑO																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																										
Conexión y suministro de energía																										
Inspección y mantenimiento de la estructura y cables																										
Chaponeo y poda de la vegetación establecida en el derecho de vía																										
Señalamientos																										
Reparaciones de estructuras y cables																										
ABANDONO DEL SITIO																										
Retiro de estructuras y cables																										
Relleno de pozos y formación de terrazas																										
Aplicar un programa de restauración del suelo																										
Aplicar un programa de reforestación																										
Mantenimiento de la reforestación	Se dará mantenimiento anual a la reforestación en los 5 primeros años a partir de su establecimiento																									

II.2.1.1 Estudio de campo y gabinete

II.2.1.1.1 Estudio técnico de diseño de la infraestructura

El diseño de la infraestructura (trazo) está fundamentado en un levantamiento topográfico a detalle de terreno. El estudio topográfico se realizó con aparatos de precisión como lo es una estación total (teodolito que cuenta con un distanciómetro integrado, capaz de medir ángulos y distancias de forma simultánea) y GPS basado en el posicionamiento satelital de un punto determinado. A partir de este estudio fue posible identificar todas las características naturales y artificiales del relieve. Para ello se establecieron puntos de control y se generó un sistema de curvas de nivel equidistantes a 0.5 metros y, con ello fue posible establecer el trazo definitivo y la ubicación de las estructuras de la LDEE. El diseño considera los requerimientos técnicos de la CFE siguientes:

- La menor distancia posible entre los poblados.
- Todas las estructuras tienen acceso terrestre (camino de acceso).
- Los tirantes (catenaria) tendrán una altura mínima de 15 metros del suelo.
- El trazo cumple con la norma de la CFE: Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión.
- El trazo cumple NOM-114- SEMARNAT-1998, Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y de subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas, publicadas 23 de noviembre de 1998.

En el Anexo 1, se presenta el plano definitivo que tiene la aprobación técnica de la CFE, así como los documentos que hacen viable la construcción y operación de la LDEE por parte de la CFE.

II.2.1.1.2 Vegetación que resulte afectada por el CUSTF

El trabajo para estimar los productos forestales resultantes del CUSTF, inició con un recorrido previo de los polígonos, enseguida, se realizó la ubicación de los vértices que delimitan las superficies y, finalmente en gabinete se realizaron actividades de planeación, destacando el análisis de los sistemas de muestreo a utilizar. En cada sitio de muestreo se registraron datos generales del ambiente **físico** (altitud, pendiente, exposición, materia orgánica, compactación, fisiografía, material predominante, materia orgánica, grados de erosión, daños a la infraestructura, ubicación geográfica y pedregosidad), **biótico** (fisonomía, estructura y composición de especies de las comunidades) y **dasométricos** de las especies (diámetro normal, cobertura, altura total, diámetro de copas, dominancia y especie).

II.2.1.1.2.1 Muestreo

La toma de información de campo fue a través de un inventario forestal utilizando el muestreo **aleatorio** sin reemplazo con el esquema del cuadro siguiente.

Cuadro II-12: Esquema de muestreo de la superficie propuesta a CUSTF.

Característica	Valor	Unidad
Superficie de CUSTF	2.4	ha
Número de sitios de muestreo	20	
Tamaño de la muestra	500	m ²
Superficie de muestreo	1.0	ha
Intensidad de muestreo	38.77	%

Las coordenadas geográficas UTM de los sitios de muestreo se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro II-13: Coordenadas geográficas UTM de los sitios de muestreo.

Sitio	UTM X	UTM Y	Sitio	UTM X	UTM Y
			10	381350	2736142
1	380221	2735712	11	381277	2734055
2	380614	2736354	12	381376	2736474
3	380254	2737394	13	381400	2736357
4	378717	2736921	14	381493	2733112
5	381095	2735233	15	381899	2735823
6	381076	2735059	16	380288	2737374
7	381208	2734581	17	381590	2733878
8	381249	2735830	18	381358	2733993
9	381390	2734442	19	382122	2736341
			20	382447	2732607

II.2.1.1.2.2 Volúmenes maderables a remover

La base de datos se dividió en dos partes; i) individuos con talla mayor a 10 cm de diámetros normal y de la base (arbóreo y arbustivo) y, ii) individuos con talla menor a 10 cm de su cobertura (incluyendo arbustos pequeños o regeneración). Las variables estimadas para cada estrato fueron las siguientes.

- Número de árboles por hectárea (**densidad**).

$$N = \sum \frac{10000 * n}{S * NS}$$

donde; *n* es el número de individuos en el sitio, *S* es la superficie del sitio y *NS* es el total de sitios de muestreo.

- Área basal (**cobertura**). Esta variable se estimó con el diámetro normal para los árboles de talla mayor, diámetro de la base para los árboles de talla menor.

$$Cob = \frac{\sum \frac{\pi}{40000} * Dn^2 * \frac{10000}{S}}{NS}$$

donde; *Dn* es el diámetro normal, de la base o cobertura, *S* es la superficie del sitio y *NS* total de sitios de muestreo.

- Volumen Total Árbol (**VTA**, m³). Para cubicar el volumen de las especies maderables se utilizaron las ecuaciones desarrolladas en el sistema biométrico que pueden ser utilizadas de manera general para el estado de Durango (CONAFOR, 2012) para las especies del género *Pinus*, *Quercus*, *Juniperus*, *Pseudotsuga*, *Arbutus* y Otras hojosas.

$$VTA = \beta_0 * d^{\beta_1} * h^{\beta_2} + \beta_3 * d^2$$

donde; *VTA* es el volumen rollo total árbol (m³), *d* es el diámetro normal (cm) y, *h* es la altura total del árbol (m)

Los valores de los parámetros de la ecuación de volumen por especie y género se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro II-14. Valores de los parámetros de la ecuación de volumen del sistema biométrico para la UMAFOR 1005.

Especie	β_0	β_1	β_2	β_3
<i>Pinus cooperi</i>	0.000058	1.934384	0.986875	0.000059
<i>Pinus durangensis</i>	0.000059	1.972774	0.927753	0.00002

Especie	β_0	β_1	β_2	β_3
<i>Pinus cooperi</i>	0.000058	1.934384	0.986875	0.000059
<i>Pinus arizonica</i>	0.000057	1.973787	0.830552	0.00001
<i>Pinus leiophylla</i>	0.000057	2.062959	0.830552	0.00007
<i>Pinus teocote</i>	0.000061	1.925661	0.969399	0.00002
<i>Pinus engelmannii</i>	0.000072	1.952954	0.871816	0.00006
<i>Pinus lumholtzii</i>	0.000078	1.998967	0.771730	0.00008
<i>Pinus ayacahuite</i>	0.000065	1.873233	0.963289	0.00004
<i>Pinus oocarpa</i>	0.000064	1.928238	0.938843	0.00010
<i>Pinus douglasiana</i>	0.000063	1.989893	0.872121	0.00005
<i>Pinus michoacana</i>	0.000062	1.929795	0.947798	0.00003
<i>Juniperus deppeana</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Juniperus spp</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus durifolia</i>	0.00003	1.964724	1.101723	0.000168
<i>Quercus sideroxyla</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus coccolobifolia</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus eduardii</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus crassifolia</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus viminea</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus castanea</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus arizonica</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus rugosa</i>	0.000058	1.944291	0.907405	0.00008
<i>Arbutus xalapensis</i>	0.000098	1.931044	0.652275	0.00006
Otras hojosas	0.000059	2.001483	0.888594	0.00001

El volumen maderable y número de individuos a remover por tipo de propiedad, tipo de vegetación, estrato y, especie se presentan en los cuadros siguientes.

Cuadro II-15. Estimación del VTA a remover por estrato, especie, ecosistema y predio para individuos de talla menor (Db <10 cm).

Comunidad	Estrato	Especie	Densidad (árboles/ha)	Área basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Densidad	Área basal (m ²)	VTA (m ³)
Bánome y Zapotes	Arbustivo	<i>Quercus sideroxyla</i>	15.0	0.07	0.2	36.0	0.2	0.4
	Arbustivo	<i>Prosopis laevigata</i>	10.0	0.05	0.1	24.0	0.1	0.3
	Arbustivo	<i>Pinus Durangensis</i>	35.0	0.16	0.9	84.0	0.4	2.1
Total			60.0	0.3	1.2	144.0	0.7	2.8
San Pedro de Azafranes	Arbustivo	<i>Juniperus deppeana</i>	16.7	0.09	0.3	40.0	0.2	0.7
	Arbustivo	<i>Quercus sideroxyla</i>	26.7	0.14	0.5	64.0	0.3	1.2
	Arbustivo	<i>Pinus Cooperi</i>	23.3	0.13	0.5	56.0	0.3	1.2
	Arbustivo	<i>Quercus Arizonica</i>	13.3	0.08	0.3	32.0	0.2	0.7
	Arbustivo	<i>Pinus strobiformis</i>	16.7	0.10	0.3	40.0	0.2	0.7
	Arbustivo	<i>Arbutus xalapensis</i>	16.7	0.08	0.2	40.0	0.2	0.6
	Arbustivo	<i>Quercus crassifolia</i>	13.3	0.08	0.3	32.0	0.2	0.8
	Arbustivo	<i>Pinus Michoacana</i>	4.0	0.01	0.2	9.6	0.0	0.4
	Arbustivo	<i>Pinus Durangensis</i>	60.0	0.33	1.2	144.0	0.8	2.8
Arbustivo	<i>Pinus lumholtzii</i>	4.0	0.03	0.1	9.6	0.1	0.3	
Total			194.7	1.1	3.9	467.2	2.6	9.4

Cuadro II-16. Estimación del VTA a remover por estrato, especie, ecosistema y predio para individuos de talla mayor (Db >10 cm).

Comunidad	Estrato	Especie	Densidad (árboles/ha)	Área basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Densidad	Área basal (m ²)	VTA (m ³)
Banome y Zapotes	Arbóreo	<i>Pinus oocarpa</i>	15.0	3.4	40.2	36.0	8.3	96.4
	Arbóreo	<i>Pinus michoacana</i>	70.0	7.5	56.5	168.0	18.0	135.5
	Arbóreo	<i>Pinus lumholtzii</i>	45.0	4.9	33.4	108.0	11.6	80.3
	Arbóreo	<i>Huizache</i>	10.0	0.3	1.0	24.0	0.6	2.4
	Arbóreo	<i>Pinus strobiformis</i>	10.0	0.2	1.8	24.0	0.4	4.3
	Arbóreo	<i>Pinus durangensis</i>	145.0	3.7	32.3	348.0	8.9	77.5
	Arbóreo	<i>Quercus viminea</i>	5.0	0.1	0.9	12.0	0.3	2.2
	Arbóreo	<i>Quercus arizonica</i>	20.0	1.4	8.2	48.0	3.3	19.8
Total			320.0	21.4	174.2	768.0	51.4	418.2
San Pedro de Azafranes	Arbóreo	<i>Pinus cooperi</i>	117.1	8.4	78.5	281.1	20.1	188.5
	Arbóreo	<i>Quercus sideroxila</i>	180.0	7.2	45.4	432.0	17.3	109.0
	Arbóreo	<i>Quercus arizonica</i>	60.0	2.6	16.0	144.0	6.3	38.5
	Arbóreo	<i>Pinus strobiformis</i>	62.9	4.2	32.6	150.9	10.0	78.1
	Arbóreo	<i>Arbutus xalapensis</i>	11.4	0.4	1.5	27.4	0.8	3.7
	Arbóreo	<i>Pinus michoacana</i>	14.3	0.8	4.8	34.3	2.0	11.6
	Arbóreo	<i>Pinus Durangensis</i>	200.0	13.7	142.4	480.0	32.8	341.8
	Arbóreo	<i>Juniperus deppeana</i>	37.1	1.5	8.5	89.1	3.7	20.4
	Arbóreo	<i>Pinus arizonica</i>	11.4	0.5	3.0	27.4	1.3	7.2
	Arbóreo	<i>Quercus crassifolia</i>	22.9	1.7	14.3	54.9	4.2	34.3
	Arbóreo	<i>Pinus lumholtzii</i>	31.4	1.6	12.2	75.4	3.9	29.2
	Arbóreo	<i>Quercus viminea</i>	5.7	0.3	1.3	13.7	0.8	3.2
	Total			754.3	43.0	360.7	1810.3	103.1

Finalmente, el volumen resultante por propietario, tipo de vegetación y especie estimado en la superficie propuesta para CUSTF se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro II-17. Número de individuos y volumen maderable a remover por especie.

Predio	Tipo de vegetación	Especie	No. Individuos	VTA (m ³)
Bánome y Zapotes	Vegetación de bosque de pino y bosque de pino encino	<i>Quercus sideroxila</i>	36	0.4
		<i>Quercus arizonica</i>	48	19.8
		<i>Pinus strobiformis</i>	24	4.3
		<i>Pinus michoacana</i>	168	135.5
		<i>Pinus durangensis</i>	432	79.6
		<i>Pinus lumholtzii</i>	108	80.3
		<i>Quercus viminea</i>	12	2.2
		<i>Pinus oocarpa</i>	36	96.4
		<i>Prosopis laevigata</i>	48	2.7
Predio	Tipo de vegetación	Especie	No. Individuos	VTA (m ³)
San Pedro de Azafranes	Vegetación de bosque de pino y bosque de pino encino	<i>Pinus cooperi</i>	337	189.7
		<i>Quercus sideroxila</i>	496	110.2
		<i>Quercus arizonica</i>	176	39.2
		<i>Pinus strobiformis</i>	191	78.8
		<i>Arbutus xalapensis</i>	67	4.3
		<i>Pinus michoacana</i>	44	12.0

<i>Pinus durangensis</i>	624	344.6
<i>Juniperus deppeana</i>	129	21.1
<i>Pinus arizonica</i>	27	7.2
<i>Quercus crassifolia</i>	87	35.1
<i>Pinus lumholtzii</i>	85	29.5
<i>Quercus viminea</i>	14	3.2

II.2.1.1.2.3 Destino de los productos forestales

El objetivo del CUSTF no es la explotación forestal; sin embargo, el destino final de los productos será la comercialización de los individuos que tengan las dimensiones que requiere la industria; en cuanto a los individuos de menor porte que sean maderables y no maderables serán picados e incorporados a los suelos desnudos en las actividades de restauración propuestas a fin de incrementar la materia orgánica del suelo a través de la descomposición *in situ* para incrementar la infiltración de la lluvia, mejorar la fertilidad y parámetros físicos y químicos del suelo.

II.2.2 Etapa de preparación del sitio

II.2.2.1 Localización de los puntos de inflexión de la línea eléctrica

Esta actividad se realizará con apoyo del plano topográfico de la infraestructura, señalizando los puntos de inflexión o el centro donde se establecerá cada estructura (postes) de la línea eléctrica, de tal manera que sean visibles por los contratistas y sus trabajadores, así como de las autoridades ambientales para su localización física. Para tal efecto, se utilizará un navegador GPS, utilizando el Datum de referencia WGS84. La señalización de los vértices en el sitio se realizará con listones fosforescentes (flagelas) pegados a banderolas con visibilidad desde los puntos más altos del terreno, respecto a los puntos de inflexión en cada uno se colocará una estaca de madera, la cual será identificada con su número correspondiente. En el plano del **Anexo 2.3** se observa la localización física de la infraestructura propuesta.

II.2.2.2 Delimitación los polígonos que requieren CUSTF y marqueo de la vegetación a remover

Esta actividad consistirá en delimitar la superficie del derecho de vía de la línea eléctrica utilizando cintas fosforescentes para evitar cortar árboles que estén fuera de la superficie autorizada. Se identificarán y marcarán los árboles de cualquier categoría diamétrica que serán removidos señalándolos con pintura roja y amarilla, no será necesario el uso de martillo marcador del responsable técnico, ya que las especies arbóreas a remover no serán comercializadas. También se señalarán aquellas especies de plantas que serán rescatadas y reubicadas a otros sitios (especies cactáceas principalmente, además de las especies arbóreas y arbustivas que tengan las dimensiones adecuadas para su reubicación), estas especies se identificarán con flagelas fosforescentes.

II.2.2.3 Rescate y reubicación de especies de flora de bajo porte y fauna de lento desplazamiento

Las especies vegetales presentes en el derecho de vía, son típicas de la región, por lo que se considera que el CUSTF no modificará significativamente la diversidad y abundancia de las especies vegetales presentes en el sitio. Sin embargo, se realizará el rescate de individuos que por sus dimensiones sean susceptibles a reubicación y en caso de encontrarse cactáceas que no fueron identificadas en el muestreo y que puedan resultar dañadas durante la remoción de la vegetación y con las actividades de construcción, estas se removerán del derecho de vía y se colocarán en un lugar similar y próximo para asegurar su sobrevivencia. Por otra parte, se tomarán las medidas referentes al ahuyentamiento de los individuos de fauna y su rescate y reubicación de aquellas especies de lento desplazamiento. Estas actividades se desarrollarán previo a los trabajos de desmonte o remoción de la vegetación. En el capítulo de las medidas de mitigación se describe con detalle los programas de rescate y reubicación de las especies de flora y fauna silvestre.

II.2.2.4 Desmonte de la vegetación

El desmonte de la vegetación consistirá en derribar el estrato arbóreo y arbustivo en una franja de 10 metros sin afectar los estratos herbáceo y cactáceo; los objetivos son: i) permitir las maniobras para las actividades de la etapa de

construcción, **ii)** proteger estructuras y conductores contra la caída de árboles o ramas que puedan ocasionar daños o fallas en la línea, **iii)** permitir el tendido y tensado de cables conductores y guardas; y **iv)** permitir el acceso a la LDEE para su mantenimiento.

El desmonte de la vegetación arbustiva y arbórea consistirá en derribar todos los árboles y especies vegetales a **matarrasa** en los polígonos señalizados y delimitados para realizar el CUSTF. Las actividades de desmonte se realizarán de forma gradual y unidireccional con herramientas manuales, tales como la motosierra, hachas y machetes. Cabe mencionar que, aunque las especies arbóreas y arbustivas a remover son maderables, el objetivo del CUSTF no será el aprovechamiento forestal, por lo que el material vegetal que no tenga las dimensiones comerciales se usará en las actividades de restauración, específicamente en el acomodo de material vegetal muerto para reducir la erosión hídrica y retener los sedimentos de suelo.

II.2.2.5 Retiro y limpieza de los residuos vegetales producto del desmonte

Todos los residuos vegetales de grandes dimensiones producto del desmonte como troncos serán cortados y dimensionados en productos comerciales y, aquellos que no tengan las dimensiones comerciales serán picados y acomodados siguiendo las curvas de nivel con la finalidad de que estos se desintegren e incorporen como materia orgánica en el suelo, además de retener sedimentos por los escurrimientos superficiales en el derecho de vía y con ello se propicie el establecimiento de vegetación herbácea. Esta actividad se realizará manual con motosierras, hachas y machetes y el retiro de los productos maderables comerciales será en camiones rabones.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales

Las obras y actividades propuestas no requieren de la construcción de obras asociadas y provisionales, pues se cuenta con la disponibilidad de los servicios siguientes.

Cuadro II-18: Disponibilidad de obras asociadas y provisionales.

Servicio	Observación
Caminos de acceso y vialidades	No se requiere la construcción de nuevos caminos de acceso, se utilizarán las brechas disponibles para el acarreo de los materiales e insumos, solo se estará dando mantenimiento preventivo y correctivo cuando se requiera.
Servicio médico y respuesta a emergencias	Se cuenta con los servicios de salud en las comunidades cercanas.
Almacenes, recipientes, bodegas y talleres.	En estos sitios se guardará únicamente el equipo, herramienta y maquinaria necesaria durante la preparación del sitio y construcción. Los almacenes y bodegas requeridos serán en trailas móviles que se dispondrán en áreas desprovistas de vegetación (terrenos agrícolas) donde no se afectará vegetación forestal para su acondicionamiento e instalación.
Campamentos, dormitorios, comedores.	Estos servicios se encuentran disponibles en las comunidades cercanas al sitio.
Bancos de material	Por naturaleza de las obras y actividades no se requiere
Helipuertos, aeropistas u otras vías de comunicación.	Solo se requiere del mantenimiento de los caminos de acceso para desarrollar las obras y actividades propuestas.

II.2.4 Etapa de construcción

II.2.4.1 Excavación para las estructuras de soporte (a cielo abierto)

Esta actividad consiste en realizar pozos a cielo abierto con una profundidad del 10% de la altura del poste más 50 cm y un diámetro promedio 35 cm para empotrar las estructuras de soporte de los cables aéreos. El material sobrante residual (el material que no sea compactible) se dispersará en el sitio cuando las partículas que lo formen sean pequeñas; en caso contrario se trasladarán a lugares adecuados para su posterior utilización. Se tomarán las medidas necesarias para evitar que las excavaciones puedan originar accidentes a personas, animales y vehículos, cercando su perímetro con una base de alambre y colocándoles señales informativas, durante la excavación hasta su relleno y compactación.

II.2.4.2 Relleno y compactación

Antes de montar el cuerpo superior de la estructura de soporte (postes), personal de la CFE revisará la profundidad y nivelación de las excavaciones y, una vez aprobada, se procederá a rellenar la excavación con el material que se extrajo de la misma excavación y se compacta. El material sobrante se dispondrá en forma de terrazas siguiendo el contorno de las curvas de nivel. Para el caso de laderas y zonas muy lluviosas se prevé la construcción de drenajes superficiales para encauzar el agua hacia los sitios donde no afecte la erosión a la estructura ni al terreno en general.

II.2.4.3 Montaje y armado de estructuras

El material para armar las estructuras de soporte se concentra y distribuye en los almacenes y bodegas provisionales de los poblados más cercanos, desde donde se traslada a las áreas de armado. Una vez concluida la cimentación, se arman las diferentes partes y se montan con el procedimiento de montaje con una pluma flotante montada sobre un vehículo de tres toneladas. En esta etapa se colocan las estructuras de soporte de los herrajes, aisladores y accesorios en general, también se colocarán los aisladores sintéticos y de porcelana. Posteriormente se colocará el **cable guarda**, mediante una maniobra sencilla sosteniéndolo con un montacargas y tenazas especiales para sostener dicho cable.

II.2.4.4 Tendido y tensado del cable de guarda

Esta actividad consiste en colocar el cable conductor de cobre calibre ACSR 3/0, sin fibra óptica y los herrajes correspondientes y accesorios necesarios a fin de sujetarlos de las cadenas de aisladores, la instalación de separadores cuando se necesiten y, en general, la ejecución de empalme en tramos de cable conductor, la instalación de puentes y remates en los postes, y tensar el cable para que tenga la tensión requerida y quede a una altura determinada del suelo. La maniobra de tensado consiste en elaborar un programa de tendido para optimizar el kilometraje de cada carrete. Se coloca una máquina tensionadora en el claro de un poste o en las áreas de maniobras para el tendido del cable; por el otro lado del poste se instala una máquina pilotoera, que liberará poco a poco el cable piloto que guiará al cable de acero y, posteriormente el cable guarda. Una vez tendido el tramo programado se procede a tensionarlo y rematarlo con los herrajes correspondientes. También se requerirá del apoyo de equipo de comunicación portátil y una cuadrilla de personal consistente en un sobrestante con experiencia en este tipo de trabajo.

II.2.4.5 Tendido y tensado de cables conductores

Aquí se incluyen las actividades relacionadas con el tendido, tensionado, enclumado e instalación del sistema de amortiguamiento necesario para evitar vibraciones en los cables conductores que pudieran llegar a dañarlos, o dañar la estructura y la instalación de los dispositivos necesarios para mantener los subconductores del haz de conductores múltiple separado entre sí a distancias seguras. Este concepto incluye el tendido y tensionado de cable conductor, la colocación definitiva de los herrajes correspondientes y sus accesorios para sujetarlos a las cadenas de aisladores; la instalación de separadores (cuando sean necesarios) y amortiguadores, la ejecución de los empalmes de tramos de cable conductor, y la instalación de puentes y remates en las torres que se requieran. Además, se instalará un sistema de tierras (para rayos) como protección para sobre corrientes (descargas eléctricas atmosféricas) y como descarga de cables energizados en corto circuito será conformado de la manera siguiente:

- a) Cable de acero AG 5/16 como hilo de guarda.
- b) Conducción calibre 4.
- c) Electrodo de tierra, varilla Cooperwell de 3 m bañada en cobre.

II.2.4.6 Insumos y materiales

Durante el proceso constructivo se requerirán los materiales propios de la obra, tales como se indican en el cuadro siguiente.

Cuadro II-19. Listado de materiales utilizados en la obra.

Material	Cantidad	Unidad
ABRAZADERA DE 4 VIAS AB4-1	12	PZA
AISLADOR 33-PD LINE POST	66	PZA

Material	Cantidad	Unidad
AISLADOR ASUS 35 KV	214	PZA
AISLADOR CARRETE H METALICO	30	PZA
AISLADOR PIÑA 3R	25	PZA
AISLADOR PIÑA 4R	97	PZA
ALAMBRE DE ALUMINIO SUAVE CAL. 4 ASA4	22	KGS
ALAMBRE DE COBRE DESNUDO CAL.4	115	KGS
ANCLA A-1	97	PZA
ANCLA A-2	16	PZA
APARTARRAYO TIPO ALEA 33 KV	3	PZA
BASTIDOR B-1	36	PZA
CABLE ACSR CAL. 1/0	680	KGS
CABLE ACSR CAL. 3/0	9254	KGS
CABLE DE ACERO AG 3/8 (AG 9)	1834	KGS
CABLE DE ACERO AG 5/16 (AG 8)	5612	KGS
CLEMA GRAPA DE SUSPENSIÓN 3/0 SAL 13	35	PZA
CONECTOR BIPARTIDO DERIVADOR AC	45	PZA
CONECTOR ESTRIBO	9	PZA
CONECTOR P/VARILLA DE TIERRA	43	PZA
CONECTOR PERICO LINEA VIVA	9	PZA
CONECTOR TUBULAR TENSION MEDIA P/ACSR CAL 1/0	15	PZA
CONECTOR TUBULAR TENSION MEDIA P/ACSR CAL 3/0	71	PZA
CORTACIRCUITO CCF 3 DISP. 38 100 200	5	PZA
CORTACIRCUITO CCF 38-100-200-2000	4	PZA
CRUCETA A4R 6MTS.	43	PZA
CRUCETA C4S 6MTS.	10	PZA
CRUCETA PR-200	15	PZA
CRUCETA PT-250	16	PZA
CRUCETA PV 75	12	PZA
CUCHILLA COGC 200A - 38 KV OPERACIÓN CON CARGA	1	PZA
GRAPA PARALELA GP1	33	PZA
GRAPA PARALELA GP2	196	PZA
GRILLETE GA1	45	PZA
GRILLETE GA2	167	PZA
GUARDACABO 3/8 G2	277	PZA
GUARDACABO 5/8 G3	41	PZA
GUARDALINEA ACSR CAL 1/0	7	PZA
GUARDALINEA ACSR CAL 3/0	48	PZA
HORQUILLA CON GUARDACABO	178	PZA
NUMERO DE ESTRUCTURA LAMINA GALVANIZADA 16mm	51	PZA
OJO RE	78	PZA
PERNO 1PO	107	PZA
PERNO ANCLA 1PA	16	PZA
PERNO ANCLA 2PA	97	PZA
PERNO DOBLE ROSCA	30	PZA
PIJA 13	60	PZA

Material	Cantidad	Unidad
PLACA O ARANDELA 1PC	225	PZA
PLACA O ARANDELA 2PC	130	PZA
PLACA H1A	64	PZA
POSTE DE MAD. CREOS. DE 40" PMC 12 - CLASE 4	75	PZA
POSTE DE MAD. CREOS. DE 45" PMC 14 - CLASE 4	12	PZA
PROTECCIONES ANTI AVES DE PVC DE 4" BLANCO	51	PZA
PROTECTOR P/B DE TIERRA DE MADERA TS-P	43	PZA
PROTECTOR PARA RETENIDA R1	113	PZA
REMATE P/ACSR CAL 1/0	43	PZA
REMATE P/ACSR CAL 3/0	147	PZA
REMATE P/CABLE DE ACERO 5/16 (AG 8)	108	PZA
TIRANTE CV1	73	PZA
TIRANTE ESLABON EA	46	PZA
TIRANTE H1	109	PZA
TIRANTE H2	50	PZA
TORNILLO MAQ. 3/4 X 14"	100	PZA
TORNILLO MAQ. 3/4 X 16"	136	PZA
TORNILLO MAQ. 3/4 X 3"	237	PZA
TORNILLO MAQ. 5/8 X 14"	76	PZA
TORNILLO MAQ. 5/8 X 3"	57	PZA
VARILLA ELECTRODO P/TIERRA COPPER W. C/PROTOD	43	PZA

II.2.4.7 Proceso constructivo

El proceso constructivo de la obra es el siguiente.

- a. **Trazo y localización de estructuras.** Es una etapa previa a comenzar con la construcción de la línea eléctrica con la ayuda de un GPS o herramienta digital se localizarán físicamente los sitios de las estructuras donde se comenzará a trabajar.
- b. **Excavación de cepas para postes y retenidas.** Las excavaciones de los postes tienen unas dimensiones de alrededor del 1.5 m de profundidad en consideración de la altura del tensado del cable, esta profundidad ayuda a garantizar la estabilidad del poste y la seguridad de la línea eléctrica según las especificaciones de CFE.
- c. **Parado de postes de madera.** Se coloca el poste en el hoyo y se asegura que esté vertical utilizando un nivel. Posteriormente se añade grava u otro material de drenaje en la parte inferior del hoyo y es rellenado con concreto o tierra compactada alrededor del poste para proporcionar estabilidad adicional.
- d. **Instalación de herrajes p/vestido de estructuras.** Es un proceso crucial para garantizar la seguridad y la eficiencia del tendido eléctrico, esto puede implicar el uso de pernos, tuercas y arandelas proporcionados con los herrajes, una vez que los herrajes estén montados son fijados a las estructuras de soporte (postes) utilizando los métodos de fijación elegidos por el técnico o especialista de forma que queden ajustados y alineados para garantizar la correcta distribución de la carga de la energía eléctrica.
- e. **Instalación de anclas y retenidas.** La instalación de anclas y retenidas es crucial en la construcción y mantenimiento de líneas eléctricas para garantizar su estabilidad y seguridad, para anclas de tierra, se utilizan equipos especializados como taladros o martillos neumáticos para perforar el suelo y colocar las anclas a la profundidad adecuada según las especificaciones del diseño. En el caso de llegar a utilizar anclas de hormigón, se realizarán vertiendo y fijando el hormigón en el lugar correcto para posteriormente comenzar con el tensado de cable.
- f. **Tendido y tensionado de conductores media y baja tensión.** Una vez instaladas, ajustadas y tensionadas las retenidas según las especificaciones del diseño se garantiza una sujeción adecuada y la correcta

alineación de las estructuras, el tendido y tensionado de conductores de media y baja tensión en una línea eléctrica es un proceso importante que requiere cuidado y precisión para garantizar la seguridad y la eficiencia del sistema eléctrico, antes de comenzar con el tendido y tensionado de los conductores, se debe de asegurar que el sitio esté limpio y despejado de obstrucciones. Verifica que todas las estructuras de soporte, como postes o torres, estén en buenas condiciones y sean capaces de soportar la carga de los conductores. Con la ayuda de equipos especializados como grúas, poleas, lleva a cabo el tendido de los conductores a lo largo de la ruta de la línea eléctrica.

- g. **Instalación de transformadores y muretes y acometidas.** La instalación de transformadores y muretes, así como la realización de acometidas, es un proceso esencial en la construcción de sistemas eléctricos para proporcionar energía a hogares, negocios y otras instalaciones.
- h. **Acabado detallado de la línea.** Antes de realizar el acabado, lleva a cabo una inspección final de toda la línea eléctrica para verificar que todos los componentes estén instalados correctamente y funcionando adecuadamente. Esto incluye conductores, aisladores, herrajes, transformadores, muretes y cualquier otro elemento de la línea.

II.2.4.8 Abandono de los trabajos de construcción

Una vez que se den por finalizadas todas las actividades de la etapa de construcción, se deberá realizar un recorrido por el sitio, de tal manera que se pueda identificar la presencia de desechos sólidos o cualquier otra índole que pudiese afectar el medio ambiente o su entorno y, una vez identificados estos desechos serán retirados a un confinamiento *expofeso* sobre todo para algunos materiales como vidrios y/o elementos como botes de aceites y grasas, metales, plásticos, estructuras, cables conductores, pedazos de mangueras, tuberías de acero, herrajes, etc. Todos los residuos sólidos que se encuentren, se cargarán a un camión de volteo para llevarlos a un lugar de acopio en la ciudad de Santiago Papasquiaro ya sea para su reciclado o para su confinamiento de acuerdo a como se consideren las características de dichos residuos, aquellos residuos de madera y concreto que resulten serán utilizados en las labores de restauración de suelos a fin de retener los suelos desnudos de la acción de la erosión hídrica y eólica.

II.2.4.8.1 Descripción de los posibles cambios como consecuencia del abandono de los trabajos de construcción

Es importante considerar dos momentos relacionados al abandono del sitio; el primero, relacionado a los trabajos que tendrán que realizarse una vez concluida la etapa de construcción; y el segundo cuando ocurra el abandono definitivo de la obra, una vez concluida su vida útil. Los cambios que se tendrán como consecuencia al terminó de la etapa de construcción y considerando que se realizará un “abandono” del sitio (refiriéndose a dejar la infraestructura en operación), pueden pronosticarse de la manera siguiente:

- Deslave y pérdida de suelo lo que provoca sedimentos
- Inicia la erosión más allá de la superficie desmontada (derecho de vía)
- Pérdida de suelo vegetal por los efectos de la erosión (pérdida de fertilidad)
- Pérdida de algunos hábitats de la fauna menor (roedores principalmente)

Para los impactos ambientales identificados se establecen las medidas de prevención y mitigación más adecuadas, las cuales se abordarán a detalle en el capítulo subsecuentes.

II.2.4.9 Utilización de explosivos

Para el desarrollo de las obras y actividades **no es necesario el uso de explosivos**, puesto que la excavación de las estructuras se realizará de manera manual.

II.2.5 Descripción de las obras asociadas

No se requiere de construir **obras asociadas o complementarias**, se aprovechará la infraestructura disponible en las poblaciones cercanas, donde se ubicarán los albergues para hospedaje y alimentación, patios de maniobras y de servicios, almacenes, etc., lo cual vendrá a minimizar o reducir los impactos negativos al ambiente.

II.2.6 Etapa de operación y mantenimiento

II.2.6.1 Conexión y suministro de energía eléctrica

Una vez obtenidas las autorizaciones en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo, se realizará el trámite relativo, para que la línea sea energizada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), por lo que la operación de la infraestructura y suministro del servicio de energía eléctrica de uso doméstico estará a su cargo. La conexión se realizará con la instalación de un transformador en el punto de conexión en el poblado de **San José de La Laguna**. Los transformadores de distribución permiten cambiar la tensión recibida de los circuitos de media tensión al nivel de utilización en baja tensión para distribuir la energía eléctrica a estos servicios ya sea a través de una red de baja tensión o directamente conectados a sus terminales.

II.2.6.2 Inspección y mantenimiento de las estructuras y cables

El mantenimiento a las estructuras y cables consiste en realizar un conjunto de acciones y operaciones destinadas a conservar o restablecer el óptimo estado de funcionamiento de los sistemas eléctricos de transmisión y distribución pasando desde la inspección y evaluación del estado de las líneas mediante la presentación de informes hasta el cambio de equipos y componentes que aseguren y den confiabilidad al sistema. Para ello la CFE integra la ejecución de acciones predictivas, preventivas y correctivas, orientadas a la protección y cuidado del sistema contemplando el cambio de componentes o implementación de mejoras para alargar la vida útil de la LDEE. El servicio se realiza aplicando los procedimientos de trabajo seguro, contando con el personal altamente especializado y capacitado, equipado con los implementos de protección y seguridad personal, quienes estarán al mando de un supervisor que desde un inicio hasta finalizar el servicio estará en constante coordinación con la supervisión la gerencia regional. Las actividades que se manejan en el servicio de mantenimiento de líneas de transmisión y distribución son:

- Inspección e informe de evaluación de líneas de transmisión.
- Cambio de amortiguadores de la línea.
- Mantenimiento de pozos a tierra y contrapesos.
- Restitución del cable de Cu de bajada para tierra.
- Pintado y/o montaje de señalización de postes y torres.
- Pintado de bases para protección de postes y torres.
- Cambio de aisladores, grapas de anclaje y suspensión.

II.2.6.3 Chaponeo y poda de la vegetación establecida en el derecho de vía

El mantenimiento a la vegetación dentro del derecho de vía será mediante podas selectivas, se conservará la cubierta arbustiva, cactácea, herbácea y de sotobosque para evitar la erosión, estas actividades serán realizadas en los tramos en donde sea requerido por la altura de la vegetación. En el derecho de vía, no deben existir obstáculos ni construcciones civiles que pongan en riesgo la línea de distribución eléctrica.

II.2.6.4 Señalamientos

Las señales informativas de CFE proporcionan una advertencia clara a las personas que entran en una zona donde exista infraestructura de la empresa paraestatal, para que sean conscientes de cualquier peligro potencial y puedan tomar las precauciones adecuadas. Generalmente son señales de peligro de alta tensión colocadas en líneas eléctricas activas, pero también representan peligro de caída u otro riesgo potencial. Los beneficios de instalar una adecuada señalización de infraestructura de la CFE son.

– ALERTAN EL PELIGRO ELECTRICO – Las instalaciones de distribución eléctrica, como las subestaciones, pueden ser peligrosas si no se conocen los riesgos. Estas señales informativas de la CFE le ayudarán a advertirle de los peligros y a mantenerse a salvo.

– MANTIENEN UN PERIMETRO SEGURO – Estas señales también son ideales para demarcar áreas o secciones donde se extienden las líneas de alta tensión subterráneas. Esto ayudará a mantener a las personas alejadas del

peligro y a entender qué partes se pueden manipular sin riesgo de muerte ya que los trabajadores deben realizar mantenimiento a las instalaciones de forma segura.

– FÁCIL DE ENTENDER – Los símbolos y el texto de estas señales son fáciles de entender, incluso para aquellos que no saben español. Esto facilitará que todos se mantengan seguros en las zonas potencialmente peligrosas.

II.2.6.5 Detalles de las actividades de operación

II.2.6.5.1 Uso de sustancias peligrosas

Durante la etapa de operación no se requerirá de sustancias peligrosas con características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, biológicas infecciosas, que representen un peligro para el equilibrio ecológico o un daño a los componentes del ambiente. Los aceites, lubricantes y las grasas que se generen por la reparación y mantenimiento de la infraestructura, después de ser almacenados se enviarán a depósitos autorizados para su reciclaje o confinamiento definitivo.

II.2.6.5.2 Tecnologías que se utilizarán para el control de emisiones y residuos líquidos, sólidos o gaseosos

Las tecnologías que se usarán en las diferentes etapas van a ser aquellas que están incluidas en los vehículos automotores que se utilizarán; es decir las obras y actividades en sí no involucra el uso de nuevas tecnologías, sino que los elementos usados son los que en algunos casos involucran nuevos aditamentos para la disminución de emisiones tóxicas a la atmósfera. El manejo de los residuos y emisiones de los contaminantes será como a continuación se describe:

Emisiones a la atmósfera. Los humos generados por los vehículos en la etapa de operación no son cuantificables, pero se mantendrán en óptimo estado para reducirlos al mínimo con los mantenimientos preventivos.

Descargas de agua residuales. En la etapa de operación no se prevé se generen descargas residuales.

Residuos sólidos que puedan ser generados. Los residuos de manejo especial que se generen en esta etapa son mínimos y se tratan de aquellos que resulten de cambio de herrajes, anclas y cable, los cuales serán acopiados en los patios de la CFE en Santiago Papasquiari.

Emisiones de ruido. Los ocasionados por la maquinaria, camiones, motosierras y los trabajadores. No son cuantificables, pero se mantendrán los vehículos en óptimo estado para reducirlos al mínimo con el uso de silenciadores.

II.2.6.6 Detalles de las actividades de mantenimiento

II.2.6.6.1 Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, entre otros

Las reparaciones a la infraestructura, serán preferentemente de tipo preventivo, esto para evitar su emisión de líquidos o sólidos que puedan derramarse y causar daños al medio ambiente. Los vehículos y maquinaria de combustión interna que se utilicen en esta etapa se sujetarán a un mantenimiento periódico tipo preventivo, para evitar emisiones a la atmósfera de compuestos contaminantes fuera de los límites permitidos por las normas en la materia. Las fechas de servicio para los vehículos y maquinaria se registrarán en una bitácora. No se permitirá la circulación de maquinaria y equipo fuera de las rutas y de las áreas de trabajo preestablecidas. No se permitirá la formación de “atajos” entre los caminos ya establecidos para la circulación de maquinaria y vehículos. Toda reparación mayor de la maquinaria, equipo y vehículos deberá efectuarse en áreas de servicio localizadas en la ciudad de Santiago Papasquiari, Durango.

II.2.6.6.2 Control de malezas o fauna nociva

Durante la operación y mantenimiento de la infraestructura se permitirá el establecimiento de vegetación arbustiva en el derecho de vía de la línea eléctrica, únicamente vegetación de porte menor, así mismo no será un hábitat adecuado para cualquier tipo de fauna. Por tanto, **no se considera control de malezas o fauna.**

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

El destino que se le dará a la superficie ocupada por la infraestructura al terminar la vida útil será para uso forestal (bosque de pino), dado que es el uso potencial de este tipo de ecosistemas. El programa de abandono del sitio consistirá en una serie de actividades de restauración tendientes a devolver el sitio lo más posible a su estado inicial. En esta etapa se aplicarán los programas de restauración siguientes.

Programa de control de azolves. Consiste en actividades tendientes a rehabilitar el suelo desnudo expuesto a la acción de la erosión, con presas filtrantes de material vegetal o piedras mismas que impedirán el paso de sedimentos y ocasionalmente una pérdida mayor del suelo.

Programa de reforestación. Consiste en plantar árboles de especies locales en toda la superficie del derecho de vía, donde se removió la vegetación forestal. Este programa tendrá el objetivo de cubrir con vegetación nativa la superficie ocupada lo más pronto posible al terminar la etapa de operación.

II.2.7.1 Retiro de estructuras y cables

Se removerá toda la infraestructura de la LDEE (estructuras, anclas, cables, etc.) y será almacenada en los patios de la CFE en la ciudad de Santiago Papasquiaro. Los residuos que resulten se podrán vender para su reciclado o reúso (pedacería de acero, cables, postes, etc.). Sin embargo, aquellos residuos de madera y concreto que resulten serán utilizados en las labores de restauración y conservación de suelos a fin de proteger los suelos desnudos de la acción de la erosión hídrica y eólica.

II.2.7.2 Relleno de pozos y formación de terrazas

Los pozos donde se encuentren empotradas las estructuras serán rellenos con tierra natural y piedras que se encuentren cercanas a las estructuras, es posible, que se pueda regresar el material que fue extraído en la etapa de construcción, sin embargo, puede que ya se encuentre estabilizado, por tanto, será recomendable buscar sitios donde no se encuentre vegetación (herbáceas) establecida. En caso de realizar cortes para rellenar los pozos, estos se realizan en forma de terrazas, para asegurar que no se formarán canales que propicien una cárcava y se pierda suelo por el escurrimiento superficial. Los pozos deberán ser rellenos con suelo mineral o piedras y se compactará para evitar hundimientos y posibles accidentes con las especies de fauna silvestre y doméstica.

II.2.7.3 Programa de restauración del suelo

En la etapa de abandono del sitio se propone un programa de restauración del suelo con presas filtrantes de piedra acomodada y cordones de piedra y maderas muertas arrastradas por el escurrimiento del cauce siguiendo las curvas de nivel del terreno. Estas obras proporcionan protección al suelo evitando la erosión hídrica y disminuir el escurrimiento superficial; favoreciendo el incremento del contenido de humedad en el suelo y con ello la regeneración natural. Estas obras se construirán en toda el área del desmonte para evitar el arrastre de los azolves acumulados. Las características que tendrán las obras de conservación de suelos serán las siguientes:

- **Presas filtrantes de piedra acomodada**

Es una estructura construida con piedras acomodadas, que se coloca transversalmente a la dirección del flujo de la corriente y se utiliza para el control de la erosión en cárcavas. Las dimensiones de las obras serán: 0.9 m de alto, 0.70 m de grosor y una longitud de 1 m, pudiéndose modificar las dimensiones según la necesidad de la cárcava, pero no el número total, una vez instaladas, cada año posterior deberán tener mantenimiento para garantizar su funcionalidad.

- **Acomodo de piedra y material vegetal muerto**

Consiste en formar cordones con material vegetal muerto resultante del aprovechamiento forestal y que es arrastrado y acumulado en el vaso de almacenamiento, así como piedras con un máximo 30 cm de diámetro. 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. Las dimensiones consideradas para estas obras son: 0.25 m de alto, 0.30 m de grosor, se ha considerado una longitud mínima de 10 m

y la máxima de 50 m, toda vez que los cordones deberán ser colocados de acuerdo a la pendiente predominante del terreno, y ésta a su vez varía significativamente a lo largo de toda la superficie. Los detalles del programa se presentan en el Capítulo VI del presente estudio.

II.2.7.4 Programa de reforestación

La reforestación tiene como objeto principal recuperar la cobertura vegetal del estrato arbóreo en el derecho de vía, las especies seleccionadas para la reforestación corresponden a las que originalmente fueron removidas por ser de importancia ecológica y económica a nivel regional. Las especies seleccionadas en el programa de reforestación son el *Pinus durangensis* y *Pinus engelmannii* con una densidad de 1,100 árboles por hectárea. Es recomendable utilizar el sistema de plantación al voleo con las especies herbáceas y respecto a las arbóreas, los individuos se comprarán en los viveros de la región o se coleccionará semilla para su reproducción en vivero; se buscará que se mantenga la densidad original del sitio. Se recomienda que el esparcimiento de la semilla se realice a finales del mes abril; se recomienda dar riegos de auxilio hasta el establecimiento de la temporada de lluvias. La reforestación de las especies arbóreas deberá ser en los meses de julio y agosto. En los cinco años siguientes al establecimiento inicial se deberá dar mantenimiento a la vegetación establecida. Los detalles del programa se presentan en el Capítulo VI del presente estudio.

II.2.7.5 Impactos ambientales como consecuencia del abandono del sitio (definitivo)

En la etapa de abandono del sitio, en muchas ocasiones se dejan abandonados restos de construcciones deterioradas o escombros producto de la demolición y no se procede a la limpieza y restauración del paisaje natural mediante la siembra de vegetación u otros procedimientos de restauración y rehabilitación del terreno. Los componentes ambientales que se consideraron susceptibles de ser afectados por el abandono del sitio son los siguientes:

Aire

- Emisión de ruido (maquinaria).
- Emisión de sustancias contaminantes gases, polvos y humos al dejar descubierto el suelo natural.

Agua

- Modificación de la calidad del agua y balance hidrológico local.
- Depósito de sedimentos en corrientes superficiales debido a procesos erosivos en sus áreas de captación.

Suelo

- Compactación del suelo.
- Erosión eólica e hídrica del suelo.
- Disminución de las propiedades físicas y químicas del suelo.

Fauna

- Perturbación de procesos biológicos, migración, reproducción.
- Pérdida de hábitat.
- Aumento en el riesgo de muertes por cacería.

Flora

- Modificación de la abundancia y diversidad.
- Disminución en la capacidad de regeneración.

II.2.7.6 Actividades de restauración (abandono final)

Una vez concluido el desmantelamiento se realizarán actividades de restauración encaminadas a proteger los suelos desnudos:

a). **Programa de restauración.** Los beneficios esperados con este programa serán:

- Incrementar la cubierta vegetal
- Favorecer la diversidad de especies de flora y fauna
- Evitar el azolve de cuerpos de agua y reducir la velocidad de los escurrimientos para favorecer la infiltración
- Evitar la pérdida del suelo y permitir el establecimiento de la vegetación

Es importante señalar que la superficie a compensar y restaurar será la misma a la afectada por el CUSTF, mientras que las acciones y estrategias serán descritas en los capítulos subsecuentes.

II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

La generación de los residuos sólidos, líquidos, así como las emisiones a la atmósfera, estará determinada en función de la presencia o ausencia de trabajadores en las diferentes etapas; identificándose una mayor presencia de personal durante las etapas de preparación del sitio y construcción, siendo eventual la presencia humana durante la etapa de operación y mantenimiento. La infraestructura para la disposición final de los residuos, no se encuentra presente en la región, por lo que los residuos generados serán trasladados hasta la cabecera municipal de **Otáez, Santiago Papasquiaro y/o Durango**, donde se cuenta con la infraestructura suficiente y necesaria para su tratamiento y confinamiento final. A continuación, se indican los residuos que se pronostica serán generados en las diferentes etapas.

II.2.8.1 Residuos no peligrosos

➤ Residuos sólidos

Los principales residuos sólidos a generar son; el suelo mineral y los residuos o restos vegetales producto del desmonte. Una parte del material vegetal desmontado que cuente con las características para su aprovechamiento comercial se le dará este fin, el material restante (generalmente puntas y brazuelo) serán utilizados para proteger de la erosión el derecho de vía acomodándolos de forma horizontal en las pendientes siguiendo el contorno de las curvas de nivel. Otros residuos que se considera se generarán en el transcurso de la obra son: papel, cartón, residuos orgánicos, latas y vidrio. En la etapa de preparación del sitio y construcción se tendrá mayor concentración de personas y por lo tanto mayor será la generación de estos residuos. El cálculo de los residuos generados está basado en la concentración de los trabajadores para estas dos etapas, los cuales podrán generar hasta 0.50 kg de basura por día por persona. El volumen estimado se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro II-20. Residuos sólidos domésticos generados.

Tipo de residuo	PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN			Total (ton)
	Cantidad generada ¹ (kg /día/ trabajador)	Cantidad generada (kg/mes ²)	Total, anual ³ (ton)	Cantidad generada ¹ (kg/ día/ trabajador)	Cantidad generada (kg/mes ²)	Total, anual ⁴ (ton)	
Residuos de comida	0.15	39.6	1.43	0.15	50.4	1.21	2.64
Papel	0.05	13.2	0.48	0.05	16.8	0.40	0.88
Cartón	0.05	13.2	0.48	0.05	16.8	0.40	0.88
Plásticos (varios)	0.10	26.4	0.95	0.1	33.6	0.81	1.76
Vidrio	0.10	26.4	0.95	0.1	33.6	0.81	1.76
Otros	0.05	13.2	0.48	0.05	16.8	0.40	0.88
Total	0.50	132	4.75	0.5	168	4.03	8.78

¹Fuente: Bitácoras de entrega recepción de los residuos sólidos al relleno sanitario del municipio de Otáez, Dgo.

²Mes = 24 días y considerando 11 trabajadores (promedio de trabajadores).

³Año = 288 días.

⁴Mes = 24 días y considerando 14 trabajadores (promedio de trabajadores).

Los restos vegetales producto del desmonte, será el principal residuo generado durante la etapa de preparación del sitio; una parte del material vegetal desmontado, será aprovechado comercialmente, el cual deberá tener características para este fin (especie, diámetro normal, altura, uso), el material restante (generalmente puntas y brazuelo) será utilizado para proteger de la erosión las zonas en el sitio, acomodándolos de forma horizontal en las

pendientes. Otro material identificado en la etapa de construcción de la LDEE es el material pétreo sobrante producto de las excavaciones, principalmente se utilizará para el relleno de las mismas para empotrar las estructuras, el resto será acomodado en lugares de poca pendiente.

➤ Residuos líquidos

Para desarrollar las obras y actividades no se requiere de grandes cantidades de agua, solo la necesaria para hidratar a los trabajadores en las diferentes etapas, la cual será proporcionada en garrafones desde los poblados cercanos. Las aguas residuales de las letrinas portátil, éstas serán descargados en los biodigestores disponibles en la ciudad de Santiago Papasquiario y los responsables de su confinamiento serán las empresas prestadoras de este servicio.

➤ Emisiones a la atmósfera

En los caminos de acceso se generará polvo por el tránsito de vehículos, el cual será minimizado con el rocío y humedecimiento del cuerpo carretero de una a dos veces por día mediante un camión cisterna de 5 mil litros de agua. Las emisiones de CO₂ a la atmósfera serán aquellas que se generen con la maquinaria y vehículos utilizado durante las etapas de construcción y operación. Considerando la calculadora de emisiones de CO₂ disponible en <https://planetacarbononeutral.org/calculadoras-de-huella-de-carbono/#top> las emisiones estimadas por año en las etapas de preparación del sitio y construcción se desglosan con la metodología de cálculo del cuadro siguiente.

Cuadro II-21. Estimación de emisiones de CO₂ por año en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Vehículo / Maquinaria	Cantidad	Kilómetros / año	Huella (CO ₂ / km)	Emisiones CO ₂ (Ton)
Revolvedora de cemento	2	45	0.0008	0.072
Pick Up	2	250	0.0002	0.25
Camión volteo	3	150	0.0008	0.6
Camión grúa hidráulica	1	25	0.0008	0.06
Total				0.98

➤ Emisiones de ruido

Los vehículos y principalmente la maquinaria involucrada la construcción deberán ajustarse a la normatividad vigente (**NOM-080-SEMARNAT-1994**), los niveles sonoros emitidos serán medidos en decibeles como se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro II-22. Límites máximos permisibles en decibeles para vehículos y maquinaria.

Peso bruto vehicular (Kg)	Límite máximo permisibles Db
Hasta 3,000	79
Más de 3,000 y hasta 10,000	81
Más de 10,000	84

a). Intensidad en decibeles (Db) y duración del ruido en cada una de las etapas

La principal fuente de emisiones de ruido a la atmósfera será la maquinaria utilizada el retiro de la vegetación o madera producto del desmonte, para su estimación se consideró una jornada de trabajo de 8 horas de exposición, con protección auditiva y solo en la etapa de preparación del sitio y construcción. La relación de áreas y niveles de ruido se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro II-23. Relación de áreas y ruidos.

FUENTE	SIN PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)	REDUCCIÓN CON EQUIPO DE PROTECCIÓN (Db)	CON PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)
Derribo de la vegetación	85	17.7	67.3
Acarreo de Postes y maquinaria	88	14.0	74.0
Montaje de estructuras (grúas)	85	6.0	79.0
Revolvedora de cemento	85	12	73

En general todos los equipos cuentan con silenciadores para minimizar el ruido que este se produce cuando están en operación. La maquinaria pesada produce un nivel sonoro máximo de 85 Db, para reducir este es necesario aplicar los mantenimientos preventivos, así como el uso de silenciadores. Por su parte el equipo de transporte en general genera un nivel máximo de 60 Db.

b) Fuentes principales emisoras de ruido

Las principales fuentes emisoras de ruido serán las siguientes:

- Motosierras durante la remoción de la vegetación.
- Grúas para el arrastre de la vegetación.
- Caminos para el transporte de la vegetación y materiales de insumos
- Camionetas tipo Pick Up. Cuenta con silenciadores de fábrica.

Finalmente es necesario mencionar que el sitio se localiza en una zona despoblada y, por tanto, los impactos por la generación de ruido a la población local serán nulos, dado que no existen núcleos de población en un radio máximo de 2 kilómetros.

II.2.8.2 Residuos peligrosos

En la etapa de construcción se genera la mayor cantidad de residuos peligrosos debido al desgaste y mantenimiento de la maquinaria utilizada. La recolección principalmente será en los **talleres** de la ciudad de **Santiago Papasquiaro** (cambio de refracciones y mantenimiento menor). En caso de presentarse fallas *in situ* el manejo y disposición será a través de contenedores metálicos de 200 litros de capacidad y transportados a la ciudad de **Santiago Papasquiaro** para su confinamiento final por empresas prestadoras de este servicio. Durante todas las etapas se evitará que los residuos entren en contacto directo con el suelo, por lo que durante el mantenimiento del equipo y maquinaria se utilizarán lonas o trapos absorbentes, con lo que se evita que estos residuos sean filtrados al suelo y contaminen el agua, en caso de que se presentes derrames, se removerá el suelo contaminado y se resguardará en un almacén temporal en los poblados cercanos para enviarlo a una empresa especializada y autorizada para su tratamiento o confinamiento final. La cantidad para cada tipo de residuo fue estimada considerando la maquinaria que se utilizará como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro II-24. Residuos peligrosos generados en las etapas de construcción.

Descripción del residuo	Código de peligrosidad						Cantidad mensual	Unidad
	C	R	E	T	I	B		
Aceites gastados (lubricantes)				x	x		200	Litros
Aceites gastados (hidráulicos)				x	x		70	Litros
Acumuladores usados	x			x			5	Unidades
Materiales sólidos impregnados con hidrocarburos:								
Filtros de aceite, trapos y estopas				x	x		15	Kg
Hules, mangueras, tapas, plásticos y cubetas				x	x		30	Kg
Envases vacíos de anticongelante y aceite de frenos	x			x	x		30	Kg
Cartón, papel, bolsas, polietileno				x	x		50	Kg
Lodos aceitosos				x	x		60	Kg
Contenedores metálicos vacíos impregnados con hidrocarburos				x	x		150	Kg

II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

II.2.9.1 Manejo de los residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos serán recolectados en los frentes de trabajo, donde serán trasladados semanalmente al relleno sanitario de la ciudad de **Santiago Papasquiaro**. Se utilizará el sistema de separación de los residuos orgánicos e inorgánicos con contenedores dispuestos en diferentes sitios estratégicos que tendrán las características que se muestran en la figura siguiente.



Figura II-4: Ejemplo de contenedores para los residuos sólidos generados.

II.2.9.2 Residuos peligrosos

Todos los residuos peligrosos que se generen en el sitio serán recolectados en recipientes adecuados, para posteriormente ser transportados hasta los centros de acopio en la ciudad de **Santiago Papasquiaro**. Se llevará un registro de control por medio de bitácoras y posteriormente serán enviados para su confinamiento final por las empresas debidamente autorizadas para su transporte.

II.2.9.3 Residuos de manejo especial

Los residuos de manejo especial tales como; pedazos de madera, piezas de acero, concreto, cables, llantas usadas, etc., generados en las diferentes etapas serán dispuestos en un patio temporal desprovisto de vegetación para su posterior reciclado o reutilización en los centros de acopio de la CFE en Santiago Papasquiaro. Los residuos serán recolectados mensualmente y serán enviados a los centros de acopio por prestadores de servicios debidamente autorizados por la SRNyMA del gobierno del estado de Durango.

II.2.9.4 Aguas residuales

La mayor parte de estos residuos serán generados en los poblados que cuentan con el servicio de hospedaje con fosas para el tratamiento de las aguas residuales. El tratamiento de las aguas negras que se generan en las letrinas portátiles, éstas son enviadas a fosas sépticas que tienen instalado un sistema de tratamiento llamado BIO-REACTOR ANAEROBIO INTEGRADO. En los frentes de trabajo se instalarán sanitarios portátiles y el mantenimiento será por empresas debidamente registradas para prestar este servicio por las autoridades ambientales en el estado de Durango.

II.2.9.5 Otras fuentes de daños

Considerando las obras y actividades a desarrollar en el programa de trabajo no se ha identificado daños por contaminación térmica, radiactiva, o lumínica al ambiente. Puesto que no se utilizarán equipos, herramientas y/o aparatos que pudieran causar esos tipos de contaminación. Los probables accidentes son la interrupción de la energía eléctrica por caídas de árboles.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y DE SUELO

III.1 Planes de desarrollo en sus diferentes niveles

III.1.1 Plan nacional de desarrollo

En lo que respecta al **desarrollo sostenible**, el gobierno está comprometido a impulsarlo, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este

paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de todo tipo en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

Las obras son congruentes con el *Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024*, que permitirá el desarrollo sustentable con mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno. Lo anterior se logrará con diferentes programas entre los que destaca **sembrando vida** es un programa dirigido a las y los sujetos agrarios para impulsar su participación efectiva en el desarrollo rural integral. Con este programa se contribuye a generar empleos, se incentiva la autosuficiencia alimentaria, se mejorarán los ingresos de las y los pobladores y se recuperará la cobertura forestal de un millón de hectáreas en el país. Además, con el programa **desarrollo urbano y vivienda** pretende mejorar las condiciones de vida de los habitantes de las ciudades y pueblos mejorando la infraestructura de los servicios básicos para garantizar la salud. Entonces, las obras y actividades se vinculan directamente en alcanzar las metas del Plan Nacional de Desarrollo siguientes; i) salud para toda la población, ii) derecho a la educación y, iii) desarrollo sostenible. Sin duda estas metas no se podrán lograr sin contar con los servicios básico en las comunidades como lo es el acceso a la **energía eléctrica**. La línea eléctrica dotara de energía en la región de las quebradas, que sin duda sus habitantes mejorarán sus condiciones de salud y bienestar. Por otro lado, no se estará desarrollando infraestructura en áreas naturales protegidas, ecosistemas que satisfacen las necesidades de las comunidades originarias, sitios con valor histórico y este a su vez generará un importante beneficio social, lo que traerá como consecuencia una mejor calidad de vida y un aprovechamiento sustentable del recurso a corto, mediano y largo plazo.

III.1.2 Plan estatal de desarrollo

El *Plan Estatal de Desarrollo 2023 - 2028 (PED)* en el *cuarto Eje, Durango Sostenible, Ordenado y con Calidad de Vida*, pretende lograr un desarrollo económico compatible con la *protección del ecosistema y la conservación de nuestros recursos naturales*. Con un enfoque en el cuidado del medio ambiente pretende consolidar el ordenamiento ecológico del territorio que nos permitirá una planificación adecuada del uso del suelo y los recursos naturales, asegurando su aprovechamiento de manera sostenible; preservando las áreas naturales y sus ecosistemas se garantiza la protección de la biodiversidad y la conservación de recursos naturales de importancia económica como el agua y la madera. Por su parte, en el *quinto Eje, Durango Integrado, con Infraestructura y Servicios de Calidad*, es esencial para la salud y el bienestar de la población el desarrollo urbano sustentable, con acceso a servicios de **energía eléctrica**, además del equipamiento necesario para lograr un Durango con acceso y oportunidades.

Derivado del análisis de los lineamientos del PED se lograron identificar las temáticas y acciones prioritarias para el desarrollo regional, marcando como prioridades la educación, impulso al empleo, salud, recursos naturales, turismo, **infraestructura básica**, arte y cultura. Algunas de las estrategias y líneas de acción vinculables con las obras y actividades son:

- Generar acuerdos de conciliación con los dueños del suelo para su utilización como reserva territorial o para proyectos habitacionales.
- Garantizar el acceso a los servicios de salud, de manera oportuna, eficiente y con calidad.
- Las obras y actividades sin duda se vinculan directamente con las estrategias del PED para modernizar la infraestructura básica y proporcionar a los habitantes el servicio de **energía eléctrica** y oportunidades de empleos para mejorar su calidad de vida.

III.1.3 Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales

Las obras y actividades propuestas son compatibles con las políticas y estrategias establecidas en el *Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales para el estado de Durango*, donde se establece que la importancia de un verdadero desarrollo radica en la protección y la conservación del medio ambiente porque el cuidado del patrimonio natural es una responsabilidad compartida con la humanidad y, ante todo, un compromiso con la sociedad actual y futura. La correcta utilización de las riquezas naturales es en sí misma una vía de desarrollo gracias a las innumerables oportunidades productivas que se abren con el aprovechamiento sustentable de recursos renovables y no renovables, del patrimonio biológico, el ecoturismo y muchas otras actividades compatibles entre propósitos ambientales y sociales. En este contexto si el objetivo de este programa es el cuidado del medio ambiente, es por tanto, imprescindible aplicar medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración durante las diferentes etapas del desarrollo de las obras y actividades para cumplir con los objetivos de este programa.

III.1.4 Programa de desarrollo municipal

La política para el desarrollo del municipio de **Otáez** pretende crear las condiciones para impulsar las actividades productivas en la región de las quebradas y, con ello fortalecer las relaciones comerciales y de servicios para sus habitantes a través del apoyo en la creación de la infraestructura básica (caminos, electricidad, servicios urbanos, educación, etc.). Por su parte el *Programa de Desarrollo Municipal* pretende propiciar el desarrollo económico del municipio; administrar los recursos naturales renovables y no renovables existentes, con base en una adecuada y oportuna planeación; instrumentar y operar adecuadamente el desarrollo sustentable con la participación coordinada de los sectores públicos y privados de la sociedad. Además, dentro del tema **desarrollo urbano e infraestructura** se ha establecido las líneas de acción siguientes.

- Construcción de nuevos espacios públicos en las colonias y comunidades
- Impulsar esquemas de coordinación con los diferentes órdenes de gobierno para el mejoramiento de los caminos rurales del municipio
- Ampliar la cobertura de calles y banquetas pavimentadas
- Ampliación de red eléctrica
- Instalación de red de agua
- Construcción de parques infantiles
- Ampliar la red de drenaje
- Promover la instalación de señalética vial y de información turística
- Reglamentación de construcciones en zonas de riesgo
- Construcción de banquetas aptas para personas discapacitadas

Las obras y actividades se vinculan directamente con el compromiso de facilitar las condiciones para que todas las comunidades cuenten con el servicio de energía eléctrica de manera interrumpida.

III.2 Programa de ordenamiento ecológico territorial

El ordenamiento ecológico, de acuerdo con la LGEEPA, es un instrumento de política ambiental dirigido a regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos (LGEEPA, artículo 3. frac. XXIII).

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio [POEGT]

A nivel nacional se cuenta con el POEGT realizado en el año 2000 por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, que está a cargo de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental del Instituto Nacional de Ecología, que es un instrumento de la política ambiental que regula las normalidades de uso de suelo y orienta el emplazamiento de las actividades productivas, en el marco de la política de desarrollo regional y a partir de procesos de planeación participativa. Su objetivo es lograr la conservación y el aprovechamiento sustentable

de los recursos naturales, minimizando su deterioro a través de sistemas productivos adecuados, tiene una escala de aplicación de 1: 4,000. El sustento jurídico se basa en la LGEEPA (Título Primero, Capítulo IV, Sección II, artículos 19 al 20 Bis 7), se concibe al Ordenamiento Ecológico del Territorio como el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso de suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.

El sitio se ubica en la **Región Ecológica 9.19** que abarca la Unidad Biofísica Ambiental (UBA) 93 denominada **Cañones Duranguenses Norte**. Cuya política ambiental es el Aprovechamiento Sustentable, con baja prioridad de atención, mantiene como coadyuvantes del desarrollo la preservación de la flora y fauna; se asocia con la agricultura, desarrollo social, ganadería y poblacional; otros sectores de interés son los pueblos indígenas; el estado actual del medio ambiente se puede definir como **medianamente estable a inestable** por presentar las características siguientes:

- No presenta superficie de ANP's.
- Media degradación de los suelos.
- Media degradación de la vegetación.
- Baja degradación por desertificación.
- La modificación antropogénica es muy baja.
- Longitud de carreteras (km): Baja.
- Porcentaje de zonas urbanas: Muy baja.
- Porcentaje de cuerpos de agua: Sin información.
- Densidad de población (hab/km²): Baja.
- El uso de suelo es forestal.
- Con disponibilidad de agua superficial.
- Con disponibilidad de agua subterránea.
- Porcentaje de zona funcional alta: 96.7.
- Muy baja marginación social.
- Alto índice medio de educación.
- Alto índice medio de salud.
- Bajo hacinamiento en la vivienda.
- Medio indicador de consolidación de la vivienda.
- Bajo indicador de capitalización industrial.
- Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal.
- Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios.
- Actividad agrícola con fines comerciales.
- Media importancia de la actividad minera.
- Alta importancia de la actividad ganadera.

Presenta un escenario para el año 2033 de medianamente estable a inestable y establece las estrategias sectoriales relacionadas al Grupo II que están dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana siguientes.

Cuadro III-1. Estrategias sectoriales del POEGT.

GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO	
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> 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
	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.
GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA	
	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. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso 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 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. Asegurara 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

En conclusión, las obras y actividades con vinculantes con el POEGT en las estrategias del grupo II dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, específicamente en incrementar los servicios de energía eléctrica.

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico estatal [POE]

De acuerdo con la actualización del *POE del estado de Durango (DOF, 2016)*, pretende establecer y orientar la política de uso del suelo en función del impacto ambiental que generan las actividades productivas en regiones consideradas prioritarias o estratégicas asignando usos o actividades a las *unidades de gestión ambiental (UGA)*, siguiendo criterios que permitan distribuir las actividades económicas y de conservación de forma balanceada, sin favorecer o afectar a un sector en particular. Debe entenderse como una herramienta para orientar los programas y planes de la administración pública, para fomentar cada uno de los sectores que participan en el proceso. No debe entenderse como un medio para prohibir o permitir las actividades de los sectores participantes. De acuerdo al POE el sitio se

encuentra en las UGA's **149 Sierra con Cañones 8** y **312 Superficie con Gran Meseta 4** con los lineamientos siguientes.

UGA:

- 1- **149 Sierra con Cañones 8**
- 2- **312 superficie con Gran Meseta 4**

Política ambiental:

- 1- Conservación
- 2- Conservación

Usos que promover:

- 1- Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria de Caprinos; Aprovechamiento Forestal Maderable; Minería.
- 2- Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria de Caprinos; Aprovechamiento Forestal Maderable; Minería

Lineamiento ambiental:

- 1- Se mantiene el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal maderable sustentable, manteniendo la cubierta de vegetación natural descrita en la UGA.
- 2- Se mantiene el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal maderable sustentable, manteniendo la cubierta de vegetación natural descrita en la UGA.

Criterios de regulación ecológica:

- 1- BIO01; GAN01; GAN02; GAN05; GAN06; GAN07; GAN08; GAN09; FORM01; FORM02; FORM03; FORM04; FORM05; FORM06; MIN01; MIN02; MIN03; MIN04; URB09; URB11; URB12; URB13; URB14; URB15; URB16
- 2- BIO01; GAN01; GAN02; GAN05; GAN06; GAN07; GAN08; GAN09; FORM01; FORM02; FORM03; FORM04; FORM05; FORM06; MIN01; MIN02; MIN03; MIN04; URB09

Cuadro III-2. Descripción del criterio de regulación ecológica del POE para la UGA número 149.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN
FORM01	Los aprovechamientos forestales deberán buscar la permanencia de corredores faunísticos.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se tomarán medidas de protección a la fauna.
FORM02	Se deberán fomentar viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se propone que las especies a reforestar correspondan a especies nativas.
FORM03	Para el óptimo desarrollo de aprovechamientos forestales es necesario prevenir los incendios mediante la apertura de guardarrayas entre predios colindantes, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se prohíbe el uso de fuego para la realización del CUSTF.
FORM04	En las zonas sujetas a aprovechamiento forestal se promoverá realizar labores de conservación de suelos.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se aplicarán medidas de conservación de suelos.
FORM05	En la apertura de caminos, durante los aprovechamientos forestales es necesario evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se buscará afectar lo menos posible el flujo natural de los cauces presentes en el sitio.
FORM06	En áreas con aptitud para recursos forestales y ganadería extensiva se deben establecer sistemas silvopastoriles (SSP), disminuyendo la carga animal para favorecer la regeneración y mantenimiento de la vegetación natural	No se consideran actividades de ganaderías extensiva para asociación de sistemas silvopastoriles.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	El desplazamiento de la fauna será temporal, únicamente en el proceso de construcción de la obra y preparación de sitio. Y se aplicará un programa de rescate y reubicación de flora y fauna.
GAN01	Se deberá evitar el pastoreo en áreas que hayan estado sujetas a aprovechamiento forestal y que se encuentren en regeneración de acuerdo con el programa de manejo autorizado.	No se incluyen actividades ganaderas.
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua.	No se incluyen actividades ganaderas.
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (<i>exóticas africanas Eragrostis curvula, E. lehmanniana, E. superba, Melinum repens y Panicum coloratum</i>).	No se incluyen actividades ganaderas.
GAN06	La ganadería extensiva realizada en áreas forestales compatibles con la conservación o el mantenimiento de los servicios ambientales deberá implementar sistemas de manejo holístico o pastoreo con rotación de potreros y períodos de descanso que permitan el mantenimiento y recuperación de la estructura natural de la vegetación.	No se incluyen actividades ganaderas.
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.	No se incluyen actividades ganaderas.
GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera en bebederos o comederos de plástico con pequeñas aperturas según el tamaño del ganado y subir el nivel altura de acuerdo al tamaño del ganado pastando).	No se incluyen actividades ganaderas.
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir el libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior.	No se incluyen actividades ganaderas.
MIN01	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad ambiente.	No se realizarán actividades mineras
MIN02	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores en circulación que usen gas licuado del petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	No se realizarán actividades mineras
MIN03	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	No se realizarán actividades mineras
MIN04	En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	No se realizarán actividades mineras

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN
URB09	Las poblaciones con menos de 1000 habitantes deberán contar, al menos, con sistemas de fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales y/o letrinas para el manejo de excretas.	Las poblaciones de la MHF no tienen más de 1000 habitantes, sin embargo, cuentan con letrinas de uso.
URB11	En el área urbana deberá contemplarse espacios verdes en una relación de superficie mínima de 9.0 m ² /habitante.	La obra no se considera como obra urbana.
URB12	Se recomienda la utilización de fertilizantes orgánicos tales como estiércol, humus de lombriz, turba, composta, entre otros para su incorporación a las áreas verdes de parques, camellones y jardines urbanos.	La obra no se considera como obra urbana.
URB13	Los camellones, banquetas y áreas verdes públicas deberán contar preferentemente con vegetación nativa de la región, y considerando la biología y fenología de las especies para su correcta ubicación en áreas públicas.	La obra no se considera como obra urbana.
URB14	Se deberá de respetar la vegetación arbustiva y arbórea que existe en los cauces, márgenes y zona federal de los ríos y arroyos que existan dentro de las áreas urbanas y asentamientos humanos.	El área sujeta a cambio de uso de suelo, no interfiere con alguna corriente superficial perenne.
URB15	Se deberá proteger, restaurar y mantener la infraestructura asociada a las corrientes de agua que circulan en los asentamientos urbanos, de acuerdo a las necesidades de la misma.	El área sujeta a cambio de uso de suelo, no interfiere con alguna corriente superficial intermitente.
URB16.	En todos los asentamientos humanos deberán contarse con equipamiento e infraestructura adecuados a las condiciones topográficas y de accesibilidad a la zona para la recolección, acopio y manejo de los residuos sólidos urbanos que sean generados.	La obra no se considera como obra urbana

Cuadro III-3. Descripción del criterio de regulación ecológica del POE para la UGA número 312.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN
FORM01	Los aprovechamientos forestales deberán buscar la permanencia de corredores faunísticos.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se tomarán medidas de protección a la fauna.
FORM02	Se deberán fomentar viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se propone que las especies a reforestar correspondan a especies nativas.
FORM03	Para el óptimo desarrollo de aprovechamientos forestales es necesario prevenir los incendios mediante la apertura de guardarrayas entre predios colindantes, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se prohíbe el uso de fuego para la realización del CUSTF.
FORM04	En las zonas sujetas a aprovechamiento forestal se promoverá realizar labores de conservación de suelos.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se aplicarán medidas de conservación de suelos.
FORM05	En la apertura de caminos, durante los aprovechamientos forestales es necesario evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se buscará afectar lo menos posible el flujo natural de los cauces presentes en el sitio.
FORM06	En áreas con aptitud para recursos forestales y ganadería extensiva se deben establecer sistemas silvopastoriles (SSP), disminuyendo la carga animal para favorecer la regeneración y mantenimiento de la vegetación natural	No se consideran actividades de ganaderías extensiva para asociación de sistemas silvopastoriles.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	El desplazamiento de la fauna será temporal, únicamente en el proceso de construcción de la obra y preparación de sitio, y se plantea un programa de rescate y reubicación de fauna y flora-
GAN01	Se deberá evitar el pastoreo en áreas que hayan estado sujetas a aprovechamiento forestal y que se encuentren en regeneración de acuerdo con el programa de manejo autorizado.	No se realizará ningún tipo de pastoreo.
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua.	No se realizarán actividades ganaderas
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (<i>exóticas africanas Eragrostis curvula, E. lehmanniana, E. superba, Melinum repens y Panicum coloratum</i>).	No se realizará introducción de cultivos
GAN06	La ganadería extensiva realizada en áreas forestales compatibles con la conservación o el mantenimiento de los servicios ambientales deberá implementar sistemas de manejo holístico o pastoreo con rotación de potreros y períodos de descanso que permitan el mantenimiento y recuperación de la estructura natural de la vegetación.	No se realizarán actividades ganaderas
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.	No se realizarán actividades ganaderas
GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera en bebederos o comederos de plástico con pequeñas aperturas según el tamaño del ganado y subir el nivel altura de acuerdo al tamaño del ganado pastando).	No se realizarán actividades ganaderas
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir el libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior.	No se realizarán actividades ganaderas
MIN01	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad ambiente.	No se realizarán actividades mineras
MIN02	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores en circulación que usen gas licuado del petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	No se realizarán actividades mineras
MIN03	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	No se realizarán actividades mineras
MIN04	En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	No se realizarán actividades mineras

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN
URB09	Las poblaciones con menos de 1000 habitantes deberán contar, al menos, con sistemas de fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales y/o letrinas para el manejo de excretas.	Las poblaciones de la MHF no tienen más de 1000 habitantes, sin embargo, cuentan con letrinas de uso.

III.2.3 Programa de Ordenamiento Ecológico municipal [POEM]

El municipio de Otáez Durango no cuenta con un instrumento de planeación ecológica de su territorio.

III.3 Análisis de los instrumentos normativos

La LGEEPA en su artículo 5º fracción II otorga atribuciones a la Federación para la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal, como lo es el caso de los cambios de uso de suelo en terrenos forestales. Asimismo, la Ley General de la Administración Pública Federal en su artículo 32 bis, fracción XI atribuye a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales evaluar y dictaminar las manifestaciones de impacto ambiental. De esta forma, y aplicando lo establecido en los artículos 4; 5 fracciones II, X, y XI; 15 fracciones II, IV, VI, XI y XII; 28 primer párrafo y fracción I y VII; 30 primer párrafo; 34 primer párrafo y 35 primer, segundo y último párrafo de la fracción II de la LGEEPA y en los artículos 2; 3 fracción I Ter; 4 fracciones I y II; 5 inciso O) fracción II; 12; 14; 17; 37; 38; 44; 45; 48 y 49 de su reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Además, dado que para el establecimiento de la infraestructura implica la remoción de la cubierta vegetal natural del sitio es aplicable la LGDFS de acuerdo a los artículos 10 fracción XXX, 14 fracción XI, 68 fracción I, 93, 97 y 100 en materia de cambio de uso de suelo y los artículos 139, 141, 143, 144 y 152 de su reglamento.

III.3.1 Leyes

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

El artículo 28 de la LGEEPA menciona que *la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*

(...)

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

La política ambiental debe buscar la corrección de aquellos factores que deterioren la calidad de vida de la población y, a la vez, prever las tendencias de crecimiento de los asentamientos humanos, para mantener una relación suficiente entre la base de los recursos disponibles y la población, y cuidar de los factores ecológicos y ambientales que son parte integrante de la calidad de la vida; en coordinación con las autoridades municipales se ven detalles como abastecimiento de **energía eléctrica**, manejo de residuos sólidos urbanos y manejo de aguas residuales, así mismo, se han considerado actividades de compensación ambiental y restauración para mitigar los impactos ambientales que se presenten.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Por la afectación de recursos forestales maderables y no maderables con las obras y actividades será necesario realizar el **CUSTF** en cumplimiento a lo establecido en los artículos *10 fracción XXX, 14 fracción XI, 68 fracción I, 93, 97 y 100 de la LGDFS*. El cambio de uso de suelo se define como "La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales" (SEMARNAT, 2008). En forma precisa, el cambio del suelo se refiere a la ocupación del sitio que sustenta vegetación forestal por el derecho de vía de la LDEE. La vinculación de las obras y actividades con la LGDFS está orientada a cumplir los objetivos siguientes.

- Justificar y gestionar ante la SEMARNAT el aprovechamiento forestal único por concepto del CUSTF.
- Establecer las medidas de prevención, protección, mitigación y restauración de los impactos ambientales identificados durante las diferentes etapas de la obra.
- Realizar un programa de compensación ambiental de la vegetación a remover.
- Caracterizar y evaluar los servicios ambientales que pueden resultar afectados durante el desarrollo de las obras y actividades.
- Caracterizar y evaluar la vegetación forestal a remover para permitir la construcción y operación de la obra.
- Participar en el desarrollo socioeconómico de la región con la creación de fuentes de empleo que permita elevar la calidad de vida de los habitantes.
- Diseño y aplicación de un plan de manejo ambiental para las medidas preventivas, de restauración, protección y mitigación de los impactos ambientales adversos identificados.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La LGPGIR tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En la construcción y operación de la obra, se producirán residuos de diversas características, como: residuos vegetales, padecería de concreto, papel, cartón, vidrio, metal, colillas de soldadura, residuos de pintura, material impregnado con grasas y aceites, etc. Por tanto, es vinculante la LGPGIR para el manejo y correcta disposición de todos los residuos sólidos generados y, además, se deberá contratar a una empresa prestadora de este servicio para su confinamiento y/o su posible reciclaje. Las obras y actividades darán cumplimiento a los [artículos 18, 19 y 20](#), para clasificar los residuos sólidos urbanos, y con el objeto de prevenir y reducir riesgos a la salud y al ambiente, se deberán de considerar algunos de los factores enmarcados en el [artículo 21](#) respecto a los residuos peligrosos. Por otro lado, para dar cumplimiento a lo establecido en el [artículo 100](#) queda prohibido verter residuos en la vía pública, predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado, cableado eléctrico o telefónico, de gas; en cuerpos de agua; cavidades subterráneas; áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica; zonas rurales y lugares no autorizados por la legislación aplicable, incinerar residuos a cielo abierto y abrir nuevos tiraderos a cielo abierto.

Ley General de la Vida Silvestre

El objeto de la LGVS es establecer la concurrencia entre los tres niveles de gobierno, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la **conservación** y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat. El [artículo 60](#) menciona que la Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, a través de programas de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados. Es vinculante el cumplimiento de esta ley, dado que a nivel regional se encuentran especies de fauna silvestre que se encuentran en alguna categoría de riesgo, por tanto, se deberán establecer medidas para asegurar su protección, tal es el caso de los programas de rescate de especies de fauna de lento desplazamiento que pudiesen encontrar en el sitio.

III.3.2 Reglamentos

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

De acuerdo con el reglamento de la LGEEPA, en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en su [Capítulo II, Artículo 5, inciso O](#)), menciona: CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por

ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más de veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas.

Por lo anterior, es vinculante este artículo por la naturaleza de las obras y actividades que implican la remoción de la vegetación natural.

Reglamento de la LGDFS.

Las obras y actividades están vinculadas con el [artículo 139](#) del reglamento de la LGDFS, que establece lo siguiente:

Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente: (...)

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo.

III.3.3 Normas oficiales mexicanas aplicables

La vinculación del CUSTF con las NOM aplicables se realiza en el cuadro siguiente.

Cuadro III-4. Vinculación de las obras y actividades con las NOM aplicables.

NOM	Contenido	Cumplimiento
Para la emisión de gases contaminantes producidos por vehículos automotores y fuentes fija		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Se deberá realizar un mantenimiento periódico de la vehículos, maquinaria y equipo a emplear. También se deberán vigilar los niveles de emisiones por la maquinaria empleada, así como las plantas de energía que empleen gasolina como combustible durante todas las etapas.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	
NOM-085-SEMARNAT-2005	Contaminación atmosférica-fuentes fijas. Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.	La utilización de sistemas de generación de energía eléctrica que funcionan como motores de combustión interna, y por tanto se producirán emisiones a la atmósfera. La observación a esta norma se realizará mediante la certificación de los equipos utilizados, en los momentos siguientes: previamente a su puesta en marcha y verificación de su estado mínimo cada 6 meses a partir de su operación hasta que el equipo sea dado de baja.
NOM-086-SEMARNAT-2005	Contaminación atmosférica. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles.	Se utilizará, maquinaria y vehículos de combustión interna a base de combustibles fósiles, se deberán tener un programa de mantenimiento preventivo.
Para la emisión de ruido por vehículos y fuentes fijas		
NOM-011-STPS-1994	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Se trabajará con maquinaria pesada, la cual emite niveles sonoros, estos deben estar determinados a lo que establece la norma, para preservar la salud contra el daño auditivo del trabajador.
NOM-080-STPS-1993	Higiene industrial-Medio ambiente laboral. Determina el nivel sonoro continuo equivalente al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo.	Se trabajará con maquinaria pesada, la cual emite niveles sonoros, estos deben estar determinados por la norma, para preservar la salud contra el daño auditivo del trabajador.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes de los escapes de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Se dará mantenimiento periódico de la maquinaria y el equipo utilizados, así como dotar al personal que labore, de equipo de protección contra el ruido.

NOM	Contenido	Cumplimiento
<i>NOM-081-SEMARNAT-1994</i>	<i>Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</i>	
Para la protección del personal		
<i>NOM-004-STPS-1999</i>	<i>Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipos que se utilicen en los centros de trabajo.</i>	Los trabajadores deberán usar el equipo necesario para proteger y prevenir riesgos dentro de la obra.
<i>NOM-006-STPS-2000</i>	<i>Manejo y almacenamiento de materiales, condiciones y procedimientos de seguridad.</i>	Se deberán identificar los riesgos potenciales de sustancias químicas peligrosas presentes en la obra. Se deberá proceder un manual para el manejo, transporte y almacenamiento seguro de sustancias químicas peligrosas, en las cuales se debe incluir la identificación de recipientes.
<i>NOM-017-STPS-2001</i>	<i>Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de manejo.</i>	Los trabajadores deberán usar el equipo necesario para proteger y prevenir riesgos en los centros de trabajo
<i>NOM-019-STPS-1993</i>	<i>Constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.</i>	Se deberá tener brigadas de atención a emergencias, por parte de la Promovente y la Contratista.
<i>NOM-021-STPS-1993</i>	<i>Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.</i>	Incluir en las bitácoras de control del personal lo relativo a los riesgos de trabajo.
<i>NOM-025-STPS-1999</i>	<i>Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.</i>	Se deberán establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.
<i>NOM-026-STPS-1998</i>	<i>Colores y señales de seguridad, higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.</i>	Se deberán ubicar señalamientos adecuados de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observados e interpretados por los trabajadores.
<i>NOM-027-STPS-2000</i>	<i>Soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene.</i>	Al trabajar con maquinaria pesada se podría fracturar algún metal constituyente de la máquina, el cual pudiera ser pegado por medio de la soldadura, el mantenimiento debe darse en lugares exprofeso.
<i>NOM-100-STPS-1994</i>	<i>Seguridad-extintores contra incendios a base de polvo químico seco con presión contenida.</i>	Al manejar gasolina y diésel, el primero que es de alta volatilidad se pudiera generar un incendio, por lo que se deberá considerar la seguridad de los extintores a base de polvo químico. Se deberá garantizarse el mantenimiento adecuado a los extintores y su facilitar su disposición.
<i>NOM-102-STPS-1994</i>	<i>Seguridad-extintores contra incendios a base de bióxido de carbono.</i>	
<i>NOM-103-STPS-1994</i>	<i>Seguridad-extintores contra incendios a base de agua con presión contenida.</i>	
<i>NOM-113-STPS-1994</i>	<i>Calzado de protección.</i>	El personal deberá contar con el calzado adecuado para las actividades que realice.
Para el control, manejo y transporte de residuos peligrosos generados		
<i>NOM-052-SEMARNAT-2005</i>	<i>Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hace a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</i>	Los vehículos y maquinarias a utilizarse pueden generar residuos peligrosos derivados del aceites, grasas, gasolina y diésel, por lo que deberá caracterizarse los residuos peligrosos a generarse.
<i>NOM-054-SEMARNAT-1993</i>	<i>Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.</i>	El manejo de los residuos peligrosos deberá estar basado en la incompatibilidad de éstos, para evitar reacciones no deseadas o contaminación al ambiente.
Protección a la flora y a la fauna		
<i>NOM-059-SEMARNAT-2010</i>	<i>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.</i>	No se deberá permitir la remoción o captura, cacería o comercialización de especies de flora y fauna de la zona. Se establecerá un programa de rescate y reforestación de especies de flora.

NOM	Contenido	Cumplimiento
NOM-060-SEMARNAT-1994	Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.	El Promovente vigilará que se realice la remoción necesaria dentro los polígonos solicitados.
NOM-061-SEMARNAT-1994	Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna por el aprovechamiento forestal y Especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la Biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios.	El Promovente deberá realizar acciones de prevención y mitigación, para disminuir los efectos adversos flora y fauna aplicando su rescate.

III.4 Análisis de las regiones prioritarias para la conservación

III.4.1 Áreas naturales protegidas

Para el estado de Durango se han decretado 4 ANP de competencia federal con las características siguientes.

Cuadro III-5. Áreas Naturales Protegidas de competencia federal en el estado de Durango.

NOMBRE	CATEGORÍA	FECHA DE DECRETO	SUPERFICIE (ha)	UBICACIÓN
Mapimí	Reserva de la biósfera	27-11-00	342,388	Durango, Chihuahua y Coahuila
La Michilía	Reserva de la biósfera	18-07-79	9,325	Durango
Cuenca Alimentadora Distrito Nacional de Riego 043	Área de protección de recursos naturales	03 de agosto de 1949, recategorización 07 de noviembre de 2002.	2,329,026.76	Aguascalientes, Durango, Jalisco, Nayarit y Zacatecas
Ríos y montañas de la comarca lagunera	Área de protección de recursos naturales	08-01-2024	199,387. 67	Durango

Fuente: <https://descubreanp.conanp.gob.mx/swb/conanp/ANP?suri=46> y <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/>

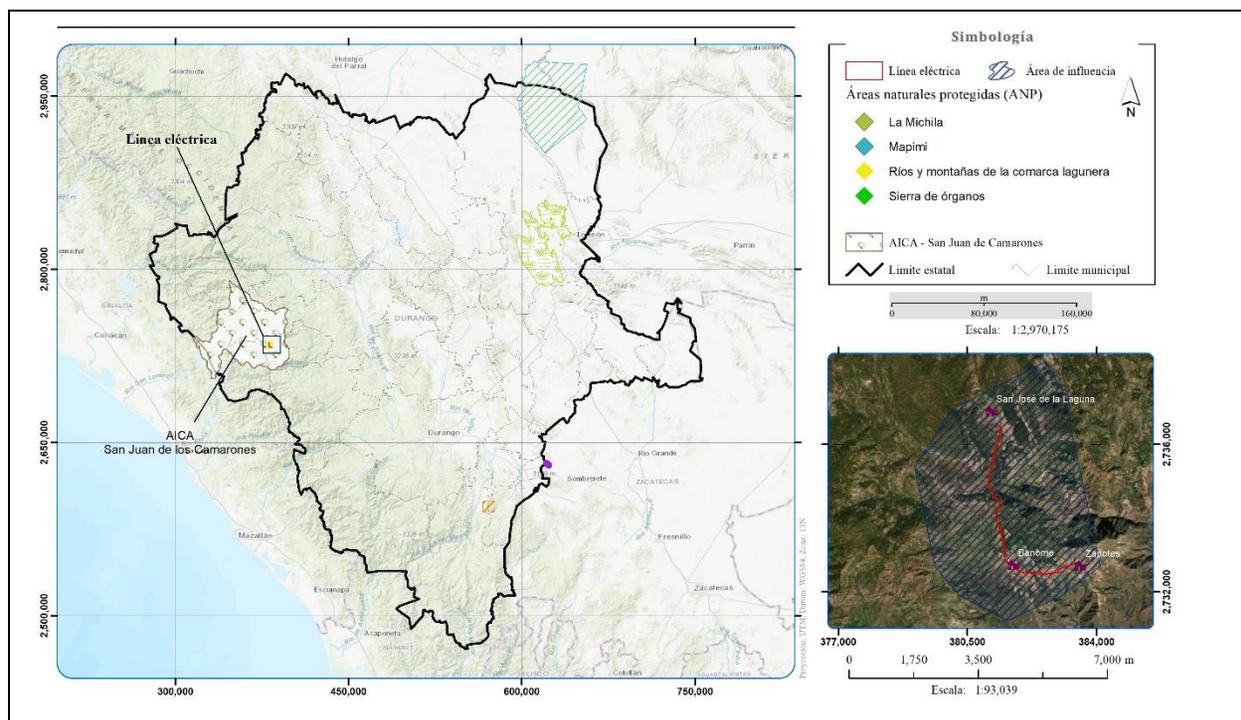


Figura III-1. Ubicación del sitio respecto a las ANP de competencia federal.

Como se puede observar en la figura anterior el sitio no se encuentra dentro las ANP de competencia federal, por tanto, las obras y actividades no modificarán las relaciones y procesos de los componentes ambientales.

III.4.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves (CONABIO, AICAS). El sitio se ubica en las **AICA No. 74 San Juan de Camarones**.

La línea eléctrica al estar presente en el tramo correspondiente a la AICA San Juan de los Camarones deberá de obedecer los estándares normativos y de seguridad correspondientes para evitar daños de electrocución de aves por lo que estará en constante supervisión meticulosa, mantenimiento y reparación de ser el caso.

III.4.3 Sitios RAMSAR

Los humedales de importancia internacional, mejor conocidos como sitios Ramsar (*The Convention on Wetlands*), son áreas que han sido reconocidas internacionalmente como hábitat de aves acuáticas. Esta convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971. El estado de Durango cuenta con dos sitios RAMSAR con las características siguientes.

Cuadro III-6. Sitios Ramsar en el estado de Durango.

NOMBRE	MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	DECLARACIÓN
Cañón de Fernández	Lerdo	17,001.48	02/02/2008
Laguna de Santiaguillo	Nuevo Ideal	24,016	02/02/2012

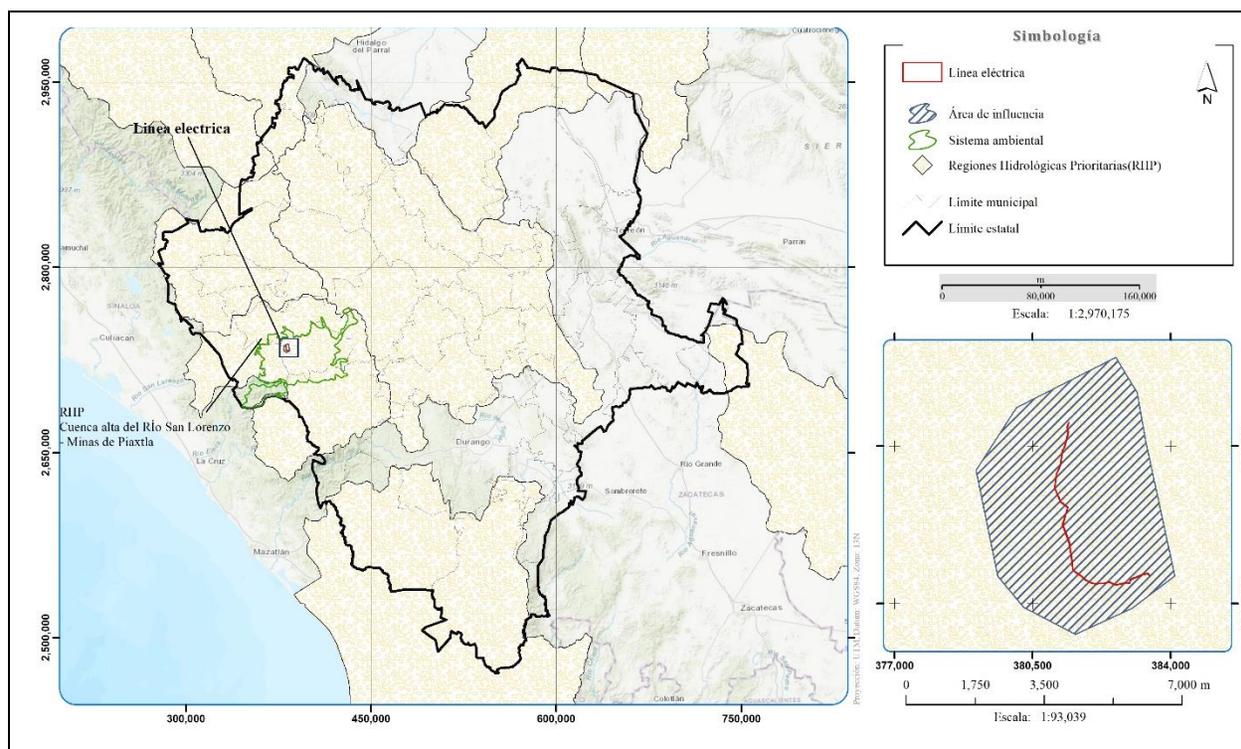
El sitio donde se establecerá la infraestructura se encuentra muy alejado de estos sitios Ramsar establecidos en el estado de Durango.

III.4.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la CONABIO inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. El sitio, se ubica dentro de la RHP establecida en el estado de Durango de la manera siguiente.

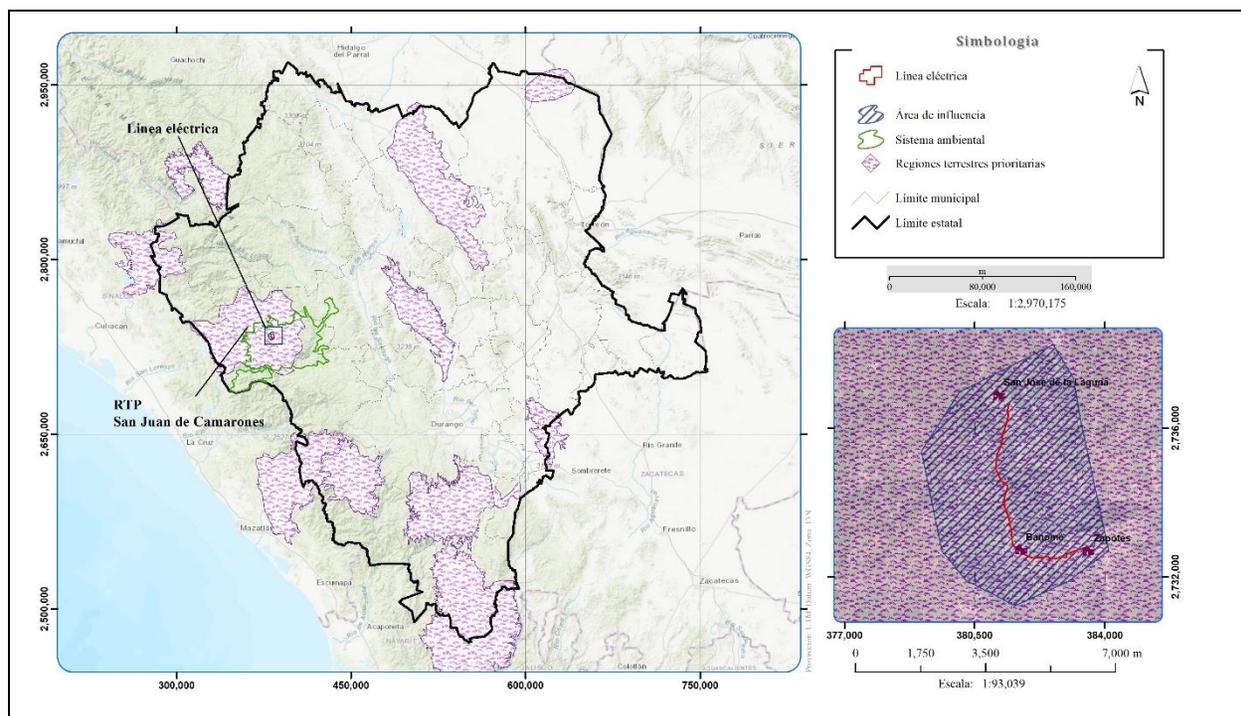
1. **CUENCA ALTA DE RIO SAN LORENZO – MINAS DE PIAXTLA (Número 21).** Tiene una extensión de 14,287.23 km² con afluentes a los ríos San Lorenzo, Piaxtla, Elota, Hábitos y Los Remedios, así como a ríos temporales y arroyos.

La localización del sitio referente a las RHP se muestra en el plano del **Anexo 5.2**.



III.4.5 Regiones Terrestres Prioritarias

Las RTP tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. En este contexto, el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. La LDEE se encuentra dentro del área delimitada para la **RTP No. 23 San Juan de Camarones**, esta región prioritaria se distingue por presentar una gran diversidad de hábitats, ya que se trata de un valle muy profundo. Incluye un gradiente de altitud que corre de oeste a este, desde selvas bajas caducifolias hasta bosques de encinos y de bosques de pino. La ubicación del sistema ambiental referente anterior RTP se muestra en el **Anexo 5.3**.



IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

IV.1 Delimitación del área de influencia y su justificación

El criterio fundamental para definir el área de influencia de las obras y actividades que requieren ser evaluadas en materia de impacto ambiental, es la identificación de los componentes ambientales y sociales que tendrán impactos relevantes durante en sus diferentes etapas. Con el propósito de caracterizar de manera más objetiva los impactos positivos y negativos entre las obras y actividades con los componentes ambientales, se delimitó el espacio físico - geográfico donde se podrá presentar de manera directa o indirecta alguna interacción entre la acción antrópica y algún componente del medio ambiente. Una superficie mayor no evidencia esta relación de forma tan estrecha y evidente, por lo que se considera que el **área de influencia** será la unidad adecuada para definir los impactos que se verán reflejados tanto a nivel regional (**sistema ambiental**) y sitio (**Predio**), puesto que, es dentro de esta área donde ocurren interacciones individuales entre las obras y actividades con aspectos sociales, económicos y ambientales. En general para definir del **área de influencia** directa e indirecta de la **línea eléctrica** se consideró los aspectos siguientes:

- Ubicación y dimensiones de las diferentes obras y actividades en el contexto hidrográfico (dimensiones físicas).
- Se identificaron todos los componentes ambientales y sociales que tienen alguna interacción directa e indirecta con las obras y actividades.
- Se identificación y evaluación de manera preliminar de los impactos ambientales (rango de manifestación y alcance de los impactos significativos). La revisión de estudios de caso similares es de gran ayuda para identificar los impactos ambientales preliminares.
- Se alinearon las obras y actividades con los instrumentos normativos sobre el ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes niveles.

En conclusión, el **área de influencia** de entre las obras y actividades y los componentes ambientales se analizaron en dos niveles; i) regional también referido como el Sistema Ambiental (**SA**) y, ii) local o sitio (**Predio**).

IV.1.1 Delimitación del sistema ambiental

El reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamientos Ecológico establece, en su artículo 3, que una unidad de gestión ambiental (UGA) es la unidad mínima del territorio a la que se le asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas; en este contexto, la delimitación de la UGA es una tarea que ha integrado la heterogeneidad ambiental, la aptitud del territorio para realizar actividades productivas, la calidad de los ecosistemas y las áreas sujetas a regímenes previamente establecidos. Por tanto, la delimitación del área de influencia ambiental de las obras y actividades se realizó con base a los objetivos y su localización en el entorno ecológico y social, además, se consideró el uso de suelo prevaleciente respecto a las aptitudes del ordenamiento ecológico estatal. Finalmente, en la delimitación del área de influencia se consideró la regionalización establecida por las UGA's del **ordenamiento ecológico estatal** integrado por las UGA's (149) "**Sierra alta con cañones 8**" y **312 Superficie de gran meseta 4**, respectivamente. El **SA** o área de influencia tiene las características y ventajas siguientes.

- a) Se incluye el sitio que tendrá mayor interacción directa con las obras y actividades.
- b) Incluye a las comunidades (población objetivo) que tendrán interacciones socio - económicas de manera directa e indirecta.
- c) Incluye una diversidad de climas, tipos de vegetación y relieve que hacen posible realizar una evaluación ambiental más exhaustiva entre las interacciones de las obras y actividades con las especies de flora y fauna silvestre.
- d) Al ubicar las obras a desarrollar (línea eléctrica) en el contexto social y ecológico se puede caracterizar con detalle los alcances de las interacciones e impactos que se esperan con los factores ambientales, por tanto, cualquier cambio dentro de este espacio físico geográfico afecta directa e indirectamente a los factores abióticos y bióticos.
- e) La superficie total del SA que delimita el área de influencia es de **29,6391.2 ha**.

IV.1.2 Delimitación a nivel sitio (predio)

Para este nivel se incluye sólo la superficie que tendrá mayor presencia con las actividades antropogénicas en las etapas de *preparación del sitio* y *construcción – operación*, en donde se describen básicamente las características taxonómicas, de diversidad y abundancia de la vegetación y los posibles impactos directos (de carácter significativo) que pudiesen presentarse al suelo, agua, aire, flora y fauna. Además, en este espacio se realizó una completa caracterización en términos de los estudios campo y gabinete. La justificación para la delimitación del sitio (**Predio**) se fundamentó en los aspectos siguientes.

a) Dimensiones

El sitio tiene una superficie de **2,397.86 ha**, que comprende el área ocupada y de influencia directa con factores bióticos y abióticos (zona donde se realizarán actividades de desmonte, restauración, y compensación), sin embargo, el derecho de vía de la LDEE corresponde tiene **6.19 ha** que es el área donde se ocupará físicamente el terreno por la infraestructura y, además, será el sitio donde se removerá la vegetación (2.4 ha) por el CUSTF.

b) Distribución espacial de las obras

La infraestructura que se pretende desarrollar será **continua** y no se establecerán barreras físicas que impidan el desplazamiento de la fauna silvestre y doméstica debido a que los cables de conducción de la energía eléctrica serán **aéreos** y, por tanto, no se establecerán barreras físicas entre los ecosistemas presentes. Por su parte el sitio se localiza apartado de los centros de población más importantes del estado de Durango en una zona considerada como rural, pues los poblados más cercanos no rebasan los mil habitantes, por lo anterior, las obras y/o infraestructura no interfieren en las actividades productivas, usos y costumbres de los habitantes de los poblados más cercanos. En los planos anexos se puede observar su distribución respecto a los rasgos fisiográficos más sobresalientes en la región.

c) Actividades a desarrollar

Las obras a desarrollar consisten en la excavación de las cepas para el empotrado de postes, armado de estructuras y tendido de los cables de conducción (hilos). De acuerdo a las obras se delimitó el área de estudio de tal manera que las interacciones que se darán entre las actividades principales y los componentes ambientales más importantes sea a **nivel puntual** que incluye sólo a la superficie que tendrá mayor presencia con las actividades antropogénicas en la etapa de *operación*, en donde se describen básicamente las características taxonómicas y dasométricas de la vegetación que resultará afectada por el cambio de uso de suelo y los posibles impactos que pudiesen presentarse al suelo, agua, vegetación y fauna.

d) Radios de afectación

Las obras y actividades tendrán una afectación muy localizada (puntual), principalmente en la zona donde se realizará el CUSTF ocasionada por la apertura del derecho de vía (brecha), probablemente a mediano plazo se tenga alguna pérdida de suelo por la disposición inadecuada de los suelos desnudos producto de la apertura de las cepas para empotrar los postes, lo cual afectaría a los cauces intermitentes de la zona y tal vez llegue hasta los afluentes permanentes más cercanos. El radio estimado de afectación por los posibles derrames y/o arrastre de sedimentos no será no mayor a los 2,000 metros considerando la evaluación ambiental en cuanto a pendientes, tipo de residuos a generar e infraestructura para su manejo y disposición, por tanto, los focos de contaminación previstos serán muy puntuales.

e) Ubicación y características de obras y actividades complementarias

En todas las etapas no se tiene contemplado realizar obras y/o actividades complementarias, todos los procesos se llevarán en sitios donde ya existe la infraestructura necesaria (localidades cercanas), desde la recepción de las materias primas hasta la etapa de operación, los desechos generados serán reciclados y dispuestos conforme a la normatividad ambiental vigente. No se requiere de otro tipo de servicios, tales como, servicios de transporte de personal, hotelería, alimentación, comunicación, etc.

f) Factores sociales (poblados cercanos)

Los habitantes que se verán directamente beneficiados con el servicio de energía eléctrica son de la población de Bánome y Zapotes, sin embargo, de manera indirecta en la generación de empleos durante las etapas de preparación del sitio y construcción también se verán beneficiados los habitantes de la comunidad de San José de La Laguna, pues la mayoría de sus habitantes mantienen relaciones directas e indirectas entre ellos mismos por las actividades productivas que ahí se desarrollan.

IV.1.3 Representación gráfica

Tomando en cuenta la delimitación del SA y Predio (sitio) es posible caracterizar y evaluar los impactos relevantes que se pueden presentar entre las obras y actividades con los elementos bióticos y abióticos (agua, suelo, flora, fauna y paisaje). Las representaciones gráficas del área de influencia se pueden observar en los planos anexos sobre la descripción de las características físicas y bióticas. La delimitación del área de influencia ambiental se ilustra en la figura siguiente.

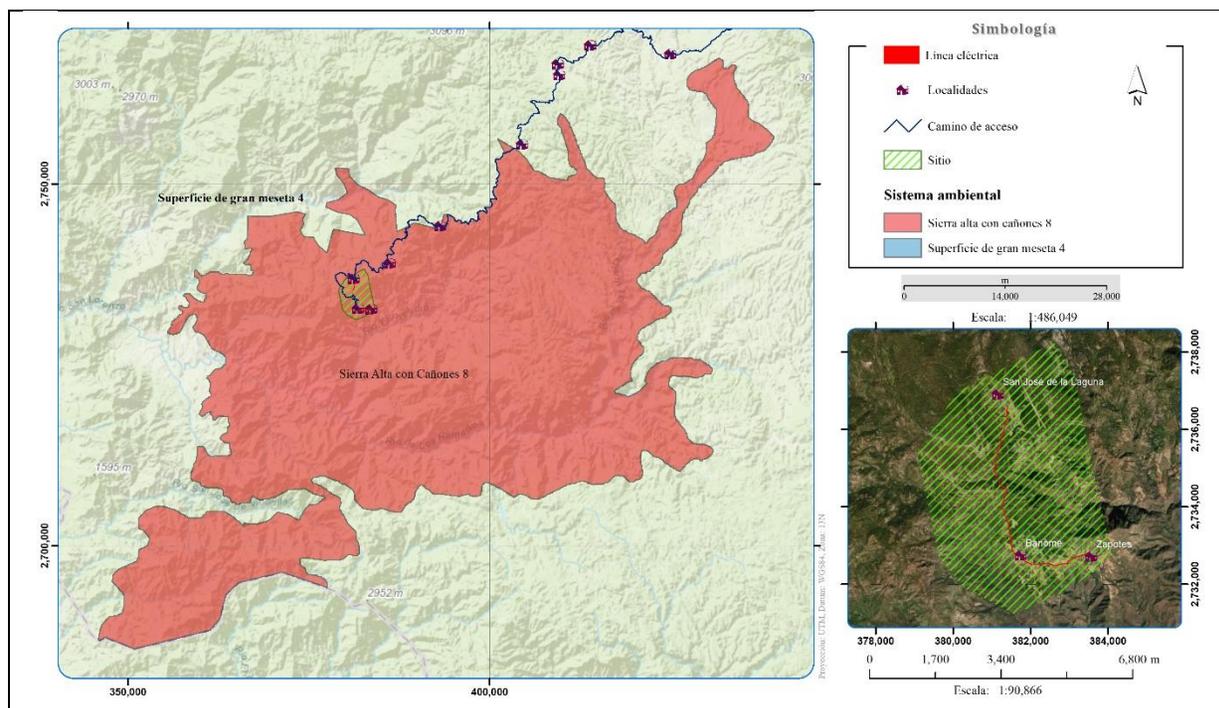


Figura IV-1. Delimitación del área de influencia.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1 Aspectos abióticos

IV.2.1.1 Clima

Por las condiciones fisiográficas de la región se presentan distintos tipos climáticos dentro del sistema ambiental que van desde semicálidos templados subhúmedos en las partes más bajas (zona de las quebradas), hasta los semifríos templados de las partes más altas de la Sierra Madre Occidental. Los tipos de clima del **SA** de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (2004) se presentan en el cuadro siguiente (INEGI, 2000).

Cuadro IV-1. Tipos de clima del Sistema ambiental.

Clave	Tipo-subtipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
Cb'(w2)x'	Templado, semifrío con verano fresco largo, subhúmedo con lluvias de verano mayores al 10.2% anual	26041.2	8.8
Awo	Cálido subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	21832.7	7.4
Aw1	Cálido subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	11181.8	3.8
(A)C(w2)	Semicálido, templado subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	22902.6	7.7
C(w2)	Templado, subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	50706.9	17.1
Cb'(w2)	Templado, semifrío, con verano fresco largo, subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	1310.9	0.4
C(wo)	Templado, subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	7632.6	2.6
C(w1)	Templado, subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	77310.6	26.1
(A)C(w1)	Semicálido, templado subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	50987.0	17.2
(A)C(wo)	Semicálido, templado subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	26485.0	8.9
Total		296391.2	100.0

Fuente: Diccionario de datos climáticos, escalas 1: 250,000 (INEGI, 2000).

En cuanto al clima local del sitio se pueden identificar dos tipos de clima; correspondiente a C(w2) al inicio de la línea eléctrica y a C(w1) en el final de la misma, en el plano del **Anexo 3.8** se presenta el tipo de clima a nivel local y regional.

Cuadro IV-2. Tipos de clima en el Predio.

Clave	Tipo-subtipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
C(w2)	Templado, subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	1388.6	58

C(w1)	Templado, subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	1009.2	42
TOTAL		2397.9	100.0

Otras variables que describen al clima de la región son:

IV.2.1.1.1 Normales climatológicas

La normal climatológica o valor normal (promedio), se utiliza para definir y comparar el clima y generalmente representa el valor promedio de una serie continua de mediciones de una variable climatológica durante un periodo de datos considerables (mínimo 20 años) (Díaz, 2016). A razón de tener datos representativos Ruiz *et al.* (2006) proponen utilizar los parámetros estadísticos meteorológicos siguientes:

- La temperatura máxima mensual, es el valor normal o promedio histórico de la temperatura máxima por mes.
- La temperatura mínima mensual, es el valor normal o promedio histórico de temperatura mínima por mes.
- La temperatura promedio mensual, constituye el valor normal o promedio histórico de temperatura media.
- La precipitación mensual, es el valor normal de la precipitación acumulada promedio en un mes.

Para representar las variables climáticas anteriores se consultaron los registros de las estaciones meteorológicas que tienen influencia en el SA (SMN, 2010). Las coordenadas geográficas de la localización de las estaciones climatológicas se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-3. Localización de estaciones climatológicas.

Clave	Nombre	Coordenadas (UTM)		Altitud (msnm)
		X	Y	
10077	Santiago Papasquiaro	454609	2770560	1740
10121	Los Altares	410008	2764015	2,490
10160	Agua Blanca	420431	2703599	2500
10031	Huahuapan	403594	2712442	1170
10122	San Diego	386799	2753721	1640
10018	El Cantil	372871	2759380	2240
10148	El Real	343862	2733927	300
25047	Jocuxtitla	373101	2682474	1272
25036	Guadalupe de los Reyes	345740	2684839	696
25181	Nuestra Señora	336424	2699254	402

a). Temperatura

Las temperaturas máximas, mínimas y promedio de las estaciones climatológicas presentan registros de más de 20 años y los valores se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-4. Normales climatológicas del sitio (Temperatura).

Estación	Temperatura mínima mensual (°C)												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
10077	1.2	2.7	4.8	6.7	9.6	13.2	14	13.4	11.7	7.5	3.4	1.7	7.50
10121	-5.7	-5.4	-4.2	-2.3	0.6	6.2	8.8	8.6	7.5	1.8	-3.5	-4.8	0.60
10160	-5	-6.1	-4.5	-1.9	1	5.6	7.5	7.4	6.3	2.1	-4.1	-4.7	0.30
10031	5.6	6.1	7.7	10.4	13.7	17.2	17	16.5	15.9	12.1	8.2	6	11.40
10122	7.4	7.7	8.6	11	13.4	15.1	14.8	14.6	14.3	12.6	10.2	8.6	11.50
10018	6.5	6.6	7.8	10	11.9	13.7	13.3	13.5	13.4	11.9	9.3	7.3	10.40
10148	13.6	14	15.7	18.7	21.3	23.9	23	22.7	22.6	20.6	16.3	13.7	18.80
25047	12.5	12.8	13.8	16	17.9	19.3	19.3	19.1	19	17.4	14.6	13.5	16.30
25036	13.3	13.1	14.3	16.8	19	19.5	19.4	19.3	19.3	18.5	16.8	14.5	17.00
25181	11.4	11.4	12.4	14.6	18	21.5	21	20.6	20.3	17.9	13.8	11.6	16.2
Estación	Temperatura máxima mensual (°C)												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
10077	22.2	23.5	25.5	27.7	30.5	32.1	29.8	29	28	27	24.7	22.2	26.9
10121	15.2	16.5	18.8	21.2	23.2	24.9	22.9	22.4	22.1	21.1	18.4	16	20.2

10160	16.9	17.7	19.8	21.9	23.9	24.6	22.3	22.4	22.1	21.2	20	17.5	20.9
10031	24.4	26.5	29.1	31.7	34.1	34.2	30.6	30.5	30.3	29.9	27.4	24.3	29.4
10122	19.2	20.5	22.5	25.7	28.3	28.8	25.2	24.9	25.3	25.8	23.1	20.2	24.1
10018	15.7	16.6	19.2	21.9	24	24.3	21.2	21.5	21.7	21.4	19.3	16.4	20.3
10148	28.5	30.1	33	36.7	37.5	38	34.8	33.8	33.1	33.3	31.3	28.8	33.2
25047	24.1	25.5	26.9	29.4	30.7	30.4	28.3	28.3	28.3	28.4	26.9	24.9	27.7
25036	26.8	27.6	29.4	31.7	33.8	32.7	30.6	29.7	29.3	29.5	28.4	26.6	29.7
25181	30.6	31.4	32.9	35.3	37	36.9	33.6	33.4	33.7	34.4	32.8	30.2	33.5
Temperatura media mensual (°C)													
10077	11.7	13.1	15.1	17.2	20.1	22.6	21.9	21.2	19.9	17.3	14.1	11.9	17.2
10121	4.8	5.5	7.3	9.4	11.9	15.5	15.8	15.5	14.8	11.4	7.5	5.6	10.4
10160	5.9	5.8	7.7	10.0	12.4	15.1	14.9	14.9	14.2	11.6	8.0	6.4	10.6
10031	15	16.3	18.4	21.0	23.9	25.7	23.8	23.5	23.1	21.0	17.8	15.1	20.4
10122	13.3	14.1	15.5	18.4	20.9	21.9	20.0	19.8	19.8	19.2	16.6	14.4	17.8
10018	11.1	11.6	13.5	16.0	17.9	19.0	17.2	17.5	17.6	16.6	14.3	11.9	15.4
10148	21.1	22.0	24.3	27.7	29.4	31.0	28.9	28.3	27.9	27.0	23.8	21.3	26.1
25047	18.3	19.1	20.3	22.7	24.3	24.9	23.8	23.7	23.7	22.9	20.8	19.2	22.0
25036	20.1	20.4	21.9	24.2	26.4	26.1	25	24.5	24.3	24	22.6	20.5	23.3
25181	21	21.4	22.7	25	27.5	29.2	27.3	27	27	26.1	23.3	20.9	24.9

La **temperatura media del SA**, fue estimada mediante el método de los **polígonos de Thiessen** en **ArcGIS** con la herramienta [Analysis Tools/Proximity/Create Thiessen Polygons]. Los resultados se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-5. Temperaturas ponderadas anuales del SA.

Clave	Nombre	Superficie (ha)	Temperatura mínima anual (°C)	Temperatura media anual (°C)	Temperatura máxima anual (°C)
10077	Santiago Papasquiario	3685.2	7.50	26.9	17.2
10121	Los Altares	32256.6	0.60	20.2	10.4
10160	Agua Blanca	16467.5	0.30	20.9	10.6
10031	Huahuapan	110041.3	11.40	29.4	20.4
10122	San Diego	50479.0	11.50	24.1	17.8
10018	El Cantil	9492.0	10.40	20.3	15.4
10148	El Real	23705.7	18.80	33.2	26.1
25047	Jocuixtita	30093.1	16.30	27.7	22.0
25036	Guadalupe de los Reyes	17846.8	17.00	29.7	23.3
25181	Nuestra Señora	2323.9	16.20	33.5	24.9
Promedio ponderado		296,391.23	11.0	26.9	19.0

Fuente: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

b). Precipitación

La precipitación es uno de los principales descriptores del clima local y regional, es un término genérico para describir algún tipo de condensación atmosférica de vapor de agua, que posteriormente se precipita en forma de agua, nieve, granizo, escarcha, etc. Los patrones de distribución en espacio y tiempo de la precipitación, conjuntamente con la temperatura son utilizados para realizar la caracterización del clima local.

En la región se presentan los fenómenos climatológicos denominados *Nortes* y *Frentes fríos* procedentes del Noroeste de los Estados Unidos de Norte América, que se caracterizan por producir lluvias de invierno conocidas localmente como **aguas nieves**, sin embargo, la mayor parte de la precipitación que se capta en esta zona es debido a la influencia de tormentas tropicales y huracanes que se originan en el Océano Pacífico durante los meses de julio a septiembre.

La precipitación máxima, mínima y promedio de las estaciones climatológicas que tienen influencia en el **SA** presenta registros de más de 20 años y los valores se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-6. Normales climatológicas del sitio (Precipitaciones).

Precipitación mínima mensual (°C)													
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
10077	0	0	0	0	0	0	15.7	9.5	6.3	0	0	0	31
10121	0	0	0	0	0	4.6	62.3	68.5	23.6	0	0	0	22.2
10160	0	0	0	0	0	40	172	146	56	0	0	0	42
10031	0	0	0	0	0	0	77	79.3	29.3	0	0	0	58.2
10122	0	0	0	0	0	0	108.5	70.3	29.5	0	0	0	97
10018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10148	0	0	0	0	0	0	0.3	59.8	22.5	0	0	0	311.6
25047	0	0	0	0	0	6	171	85	60.5	0	0	0	12
25036	0	0	0	0	0	2.8	44.6	31.1	7.6	0	0	0	0
25181	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precipitación máxima mensual (°C)													
10077	53.4	26.0	58.0	30.5	39.3	237.6	199.1	313.9	184.3	100.4	35.4	73.2	705.2
10121	219.5	135.9	123.0	105.0	85.8	231.8	433.4	314.0	301.0	177.0	137.0	193.5	1166.4
10160	374.0	58.0	91.1	63.1	95.0	280.7	364.0	365.0	264.0	220.0	152.0	172.5	1464.0
10031	150.7	110.8	107.0	120.5	78.5	208.8	433.3	352.1	303.3	138.5	118.0	144.2	1160.0
10122	329.9	97.5	129.7	195.0	91.0	239.5	415.0	318.0	303.5	174.0	111.2	222.5	1178.7
10018	310.1	194.0	200.0	85.0	125.5	595.5	651.5	734.2	465.5	365.0	225.0	407.7	2175.4
10148	264.8	363.5	183.5	179.2	54.0	256.6	379.5	337.1	363.5	393.4	170.5	171.5	1101.4
25047	128.0	108.6	122.0	24.0	85.0	247.0	443.0	390.6	288.1	258.0	253.0	210.4	1430.4
25036	205.0	211.0	67.0	57.5	160.0	453.0	1096.0	1450.0	1081.0	585.0	176.0	164.0	3931.0
25181	199.0	54.6	130.5	81.0	298.3	330.6	410.5	446.8	393.0	324.3	122.0	137.4	1676.0
Precipitación media mensual (°C)													
10077	12.0	4.7	4.5	2.1	6.5	47.7	110.7	118.4	79.8	26.1	7.7	19.5	412.5
10121	36.0	21.3	16.5	11.8	14.7	98.3	195.4	170.9	134.9	51.6	28.9	46.8	744.9
10160	53.8	20.1	13.8	9.0	33.3	139.8	283.1	260.9	186.5	72.5	39.0	59.1	901.4
10031	33.5	15.8	11.3	7.3	14.6	96.3	197.9	182.3	133.1	45.3	24.0	37.2	669.9
10122	42.0	23.3	15.0	11.6	12.9	90.8	209.5	178.8	120.6	46.2	32.8	45.4	672.0
10018	69.5	36.6	19.6	9.9	22.6	145.1	344.2	316.6	229.4	94.2	41.1	85.9	287.9
10148	39.4	32.7	10.2	8.5	6.2	73.8	185.8	141.0	132.1	58.8	35.4	44.9	730.2
25047	33.7	18.3	13.0	5.1	12.9	100.3	304.9	227.2	180.6	118.9	42.4	65.5	1059.5
25036	37.9	28.3	11.6	4.6	7.5	163.3	482.4	504.3	410.5	115.8	35.9	43.4	1709.9
25181	33.8	7.0	9.5	6.3	24.1	90.1	226.8	210.1	201.7	69.1	31.4	28.5	798.2

La **precipitación media** del SA fue estimada mediante el método de los **polígonos de Thiessen** con la herramienta [Analysis Tools/Proximity/Create Thiessen Polygons] de ArcGIS. Los resultados se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-7. Precipitación ponderada anual del SA.

Clave	Nombre	Superficie (ha)	Precipitación mínima anual (°C)	Precipitación media anual (°C)	Precipitación máxima anual (°C)
10077	Santiago Papasquiaro	3685.2	412.50	705.20	31
10121	Los Altares	32256.6	744.90	1,166.40	22.2
10160	Agua Blanca	16467.5	901.40	1,464.00	42
10031	Huahuapan	110041.3	669.90	1,160.00	58.2
10122	San Diego	50479.0	672.00	1,178.70	97
10018	El Cantil	9492.0	287.90	2,175.40	0
10148	El Real	23705.7	730.20	1,101.40	311.6
25047	Jocuxtitla	30093.1	1,059.50	1,430.40	12
25036	Guadalupe de los Reyes	17846.8	1,709.90	3,931.00	0
25181	Nuestra Señora	2323.9	798.20	1,676.00	0
Promedio ponderado		296,391.23	783.9	1401.3	69.4

c). Vientos

La velocidad y dirección del viento son dos de las características más importantes, comúnmente utilizadas para determinar las condicionantes del ciclo hidrológico tales como; intercambio energético, evapotranspiración y los

patrones de precipitación para la lluvia, nieve, granizo, etc. Los vientos dominantes en la región provienen de la costa occidental, en la temporada de febrero a mayo. La velocidad varía dependiendo de la época del año, sin embargo, en raras ocasiones supera los **60 km/hora**, la mayor ocurrencia de los vientos fuertes se presenta en los meses de febrero y marzo que coinciden con las cabañuelas.

d). Fenómenos meteorológicos

Los fenómenos meteorológicos que se presentan en la región se resumen de la manera siguiente:

Periodo de lluvias:	Junio-Septiembre
Aguanieves:	Diciembre- Febrero
Heladas:	Desde el 19 de septiembre hasta el 20 de abril
Vientos dominantes:	NW con una velocidad promedio anual entre los 4 a 10 km/hora
Granizadas:	Últimos de Mayo – Junio
Huracanes:	Solo se presentan altas precipitaciones cuando éstos ocurren en el Océano Pacífico, su probabilidad de ocurrencia es baja

En lo que respecta a los huracanes, se realizó un diagnóstico basado en la información disponible en *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* la cual ha creado un historial de su ocurrencia y trayectoria, una serie de mapas que siguen las huellas de más de 6,000 huracanes históricos de todo el mundo desde 1842, encontrándose que para el área de influencia se tiene registrados los tres huracanes más importantes; *Jennifer*, *Valerii* y *Unnamed* [<https://coast.noaa.gov/hurricanes/#map=4/32/-80>].

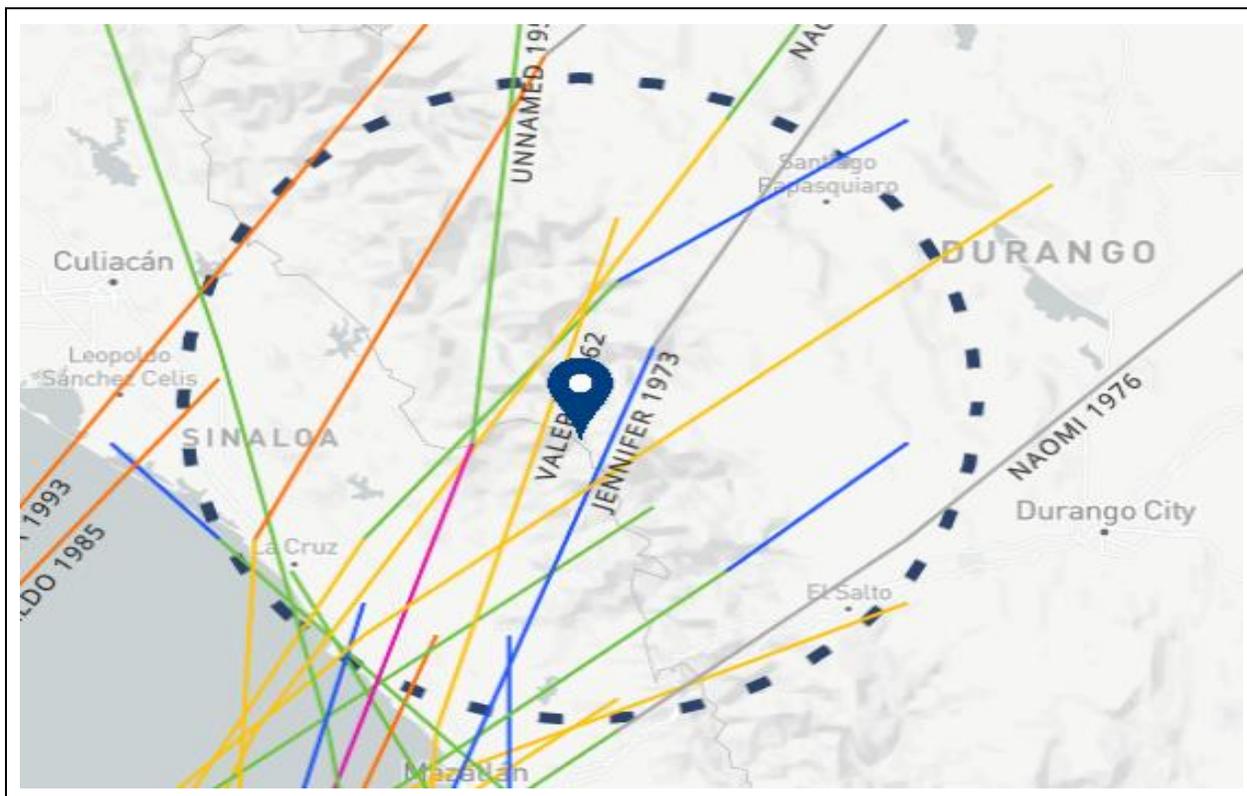


Figura IV-2. Historial de la ocurrencia de huracanes en el área de influencia.

e). Evapotranspiración potencial

La evaporación potencial anual en el estado de Durango oscila entre los 1,300 milímetros como mínima y los 2,600 como máxima, la evapotranspiración potencial anual para las diferentes regiones del estado de Durango (CONAGUA, 2010) se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-8. Evapotranspiración potencial anual (mm) para las regiones del Estado de Durango.

Evaporación Potencial Anual	Región Noroccidental	Región de las Quebradas	Región Lagunera	Región del Río San Pedro – Mezquital
Mínima	1400	1300	1700	1400
Media	1850	1850	2150	1800
Máxima	2400	2400	2600	2400

El sitio pertenece a la región de las **Quebradas** del estado de Durango.

f). Posibilidad de fenómenos naturales.

La región **NO** es susceptible a los fenómenos naturales siguientes:

- Terremotos (sismicidad)
- Derrumbes por hundimientos
- Inundaciones
- Pérdidas de suelo debido a erosión
- Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos
- Riesgos radiactivos
- Huracanes

IV.2.1.2 Geología

IV.2.1.2.1 Geología regional

La geología del estado de Durango se caracteriza por la presencia de rocas ígneas y sedimentarias Mesozoicas plegadas, que descansan sobre un basamento Paleozoico. Durante el Triásico tuvo lugar una tectónica distensiva en la parte este y noreste, originando la formación de fosas y rellenos sedimentarios continentales. En el Jurásico Superior ocurren la transgresión marina por la apertura del Golfo de México y durante el Cretácico inferior continuo con el depósito de calizas arcillosas de la Formación Taraises y el lineamiento arrecifal que corre de Laredo a Monterrey. Es en el Eoceno Superior al Oligoceno que tienen lugar los primeros episodios volcánicos que constituyen la **SMO**, a la que se le denominó serie Andesítica o Serie Volcánica inferior, la cual está deformada, afallada y alterada, debido en parte a las intrusiones ígneas que las afectaron. Esta serie es la principal encajonante de la mineralización aurífera y auroargentífera en las Subprovincias de Barrancas y Llanuras Altas, las que afloran principalmente como ventanas geológico-estructurales. La actividad volcánica ignimbrítica termina durante el Oligoceno y sobrepone a la Serie Andesítica, estas funcionan como rocas encajonantes de yacimientos de estaño, fierro, fluorita, bentonita y caolín y en menor proporción de plata y oro. Durante las últimas etapas se presentan coladas de basalto de edad Plioceno y finalmente se forman conglomerados, gravas, arenas y limos. El emplazamiento de rocas graníticas se inicia a partir del Jurásico Superior hasta el Oligoceno, intrusionando rocas metamórficas del Paleozoico, rocas calcáreas del Cretácico y rocas volcánicas del Terciario. En general la conformación de la geología del SA se encuentra compuesta por los tipos de rocas siguientes:

Cuadro IV-9. Clase de rocas en el sistema ambiental.

Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema
Ts(Igea)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	Cenozoico	Neógeno
T(Igei)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Cenozoico	Terciario
K(Igia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Mesozoico	Cretácico
Ti(Igea)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	Cenozoico	Paleógeno
Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico

A nivel sitio, el tipo de geología presente corresponde a **ígnea extrusiva ácida Ts(lgea)**.

Cuadro IV-10. Distribución de la superficies por tipo de roca.

Clave	Superficie SA (ha)	Superficie SA (%)	Superficie Sitio (ha)	Superficie Sitio (%)
Ts(lgea)	285276.2	96.2	2397.9	100.0
T(lgei)	1947.5	0.7		
K(lgia)	1856.7	0.6		
Ti(lgea)	803.5	0.3		
Ki(cz)	6507.4	2.2		
Total	296,391.23	100.0	2397.9	100.0

IV.2.1.2.2 Geología local

Los estratos sedimentarios en que se encuentran en la cuenca del **Río San Lorenzo**, están constituidos por conglomerados del Terciario, parcialmente cubiertos por materiales aluviales y depósitos fluviales del Cuaternario, ocupan el subsuelo de toda la planicie, aunque son muy heterogéneos en cuanto a su litología, grado de cementación y características hidráulicas. Su espesor es mayor de 200 metros en las porciones centrales de la planicie y se acuña en dirección de la sierra, así como hacia los cerros dispersos que se localizan en la región.

Las rocas más antiguas que afloran en la región y que constituyen el basamento geológico, están formadas por esquistos y pizarras pertenecientes a la formación conocida como Complejo Sonobari; el cual se encuentra afectado por un intrusivo ácido de Edad Cretácica perteneciente al batolito que aflora en Sonora y Sinaloa, compuesto por granitos, granodioritas, monzonitas y tonalitas. Sobreyaciendo en forma discordante a estas rocas, descansa un paquete de calizas marinas con intercalaciones de margas y lutitas Cretácicas. El Terciario se encuentra representado por rocas volcánicas volcanoclásticas de composición que varía de ácida a básica y una unidad de tobas, areniscas y conglomerados estratificados y cementados con un buzamiento regional hacia el noroeste denominados como la Formación Baucarit de origen continental. El Cuaternario presenta depósitos de sedimentos clásticos de origen aluvio-fluvial, constituido por gravas, arenas, limos y arcillas que se encuentran mezclados entre sí en diferentes porcentajes y en ocasiones en horizontes puros, compuestos por diferentes unidades fisiográficas (CNA, 2002b).

Las rocas **ígneas extrusivas** son formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos. Este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los aparatos volcánicos; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente desarrollando pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas. Los piroclásticos son producto de las erupciones volcánicas explosivas y contienen fragmentos de roca de diferentes orígenes, pueden ser de muchas formas y tamaños. Las rocas ígneas dentro de los dos grandes grupos, se subdividen en diferentes familias tomando en cuenta la textura y los minerales esenciales (presencia básica para un determinado tipo), siendo entre sí equivalentes mutuos. Una clasificación de las rocas ígneas se basa en la cantidad de sílice (SiO_2) presente; así, las rocas ácidas tienen más del 65% de SiO_2 ; rocas intermedias tienen entre el 65 al 52% de SiO_2 , las rocas básicas tienen del 52-45% de SiO_2 ; y las rocas ultrabásicas tienen menos del 45% de SiO_2 .

Las **rocas ígneas intrusivas** son rocas formadas en el interior de la corteza terrestre. Cuando un magma se enfría bajo la superficie lo hace más lentamente, permitiendo un mejor desarrollo de los cristales, que debido a eso alcanzan tamaños que pueden ser observados a simple vista, generalmente abarcan grandes extensiones de terreno y llegan a la superficie terrestre mediante procesos orogénicos (deformaciones tectónicas) o mediante procesos externos de erosión. Dentro de este tipo de rocas, algunos autores reconocen una clase intermedia, la hipoabisal, que incluye a las rocas que han cristalizado a una profundidad moderada y se presentan en forma de filones o diques, rellenando grietas; son mucho menos abundantes que las plutónicas y se encuentran casi siempre asociadas a ellas.

Las **rocas calizas** es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO_3), generalmente calcita, aunque frecuentemente presenta trazas de magnesita (MgCO_3) y otros carbonatos.¹ También puede contener pequeñas cantidades de minerales como arcilla, hematita, siderita, cuarzo, etc., que modifican (a veces sensiblemente) el color y el grado de coherencia de la roca. El carácter prácticamente monomineral de las calizas permite reconocerlas fácilmente gracias a dos características físicas y químicas fundamentales de la calcita: es menos

dura que el cobre (su dureza en la escala de Mohs es de 3) y reacciona con efervescencia en presencia de ácidos tales como el ácido clorhídrico.

IV.2.1.2.3 Geología del subsuelo

El **SA** se encuentra dentro de la zona de captación del acuífero Río San Lorenzo (clave 2505). Para este acuífero se determinaron dos áreas bien definidas; la primera comprende la superficie total de la cuenca hidrológica del Río San Lorenzo, mientras que la segunda se encuentra conformada por un grupo de corrientes independientes.

En cuanto a la descripción de la cuenca, podemos mencionar que el Río San Lorenzo, nace en el estado de Durango, en la **SMO**, en altitudes cercanas a los 3,000 msnm y tiene su origen en varios arroyos que unidos reciben el nombre de Río de Los Remedios. Se desarrolla con una trayectoria de oriente a poniente y recibe la aportación de varios afluentes (la mayoría por la margen derecha), como el arroyo quebrado de San Juan. Después de esta confluencia toma un rumbo suroeste para entrar al estado de Sinaloa recibiendo el nombre de Río San Lorenzo. En este estado aumenta su caudal con la aportación de los arroyos Mesillas, Tecolotes y Tabaco, entre los más importantes, hasta que finalmente desemboca en el Océano Pacífico en la bahía de Quevedo.

La región está formada por un paisaje compuesto de lomas bajas con pendientes suaves y formas positivas estrechamente relacionadas con el origen y naturaleza de las rocas que lo forman. Las rocas más antiguas que constituyen el basamento geológico, están formadas por esquistos y pizarras pertenecientes a la formación conocida regionalmente como complejo Sonobari, que son rocas compactas e impermeables. Sobre estas rocas descansan formaciones de tobas, areniscas y conglomerados estratificados y cementados, con buzamiento regional, hacia el suroeste, que constituyen la formación Baucarit de origen continental del terciario, donde la mayoría de sus componentes provienen de la erosión e intemperismo de las rocas volcánicas de la Sierra Madre Occidental.

a) Recarga y descarga del acuífero

La recarga natural del acuífero de la planicie tiene lugar a lo largo del cauce, siendo especialmente notable la influencia del Río San Lorenzo. Además, los escurrimientos transitorios que bajan de las montañas se infiltran parcialmente en la cobertura alterada, generando el flujo subterráneo que alimenta a la planicie por el frente de la sierra. El acuífero descarga subterráneamente al Golfo de California a lo largo del litoral y, en menor medida, a lo largo de algunos tramos de los cauces principales.

b) Flujo de las corrientes subterráneas

De acuerdo con las condiciones geo-hidrológicas existentes dentro de la zona, se considera al Río San Lorenzo como un acuífero libre, que se localiza dentro de una cuenca hidrológica abierta, donde se puede apreciar que la circulación del agua en el subsuelo tiene lugar de la **SMO**, que comprende la zona de recarga, hacia el Golfo de California, con una dirección principal perpendicular a la línea de costa. Localmente (valle-costa) el sitio donde se localiza el acuífero, descansa sobre un basamento impermeable, el cual está cubierto por rocas poco permeables, que a su vez subyacen a conglomerados del terciario y en proceso de compactación de baja permeabilidad. Todo este conjunto de materiales, están parcialmente cubiertos por materiales aluviales y depósitos fluviales del cuaternario, que ocupan el subsuelo de toda la planicie con espesores variables.

En el plano del **Anexo 3.6** se muestra la distribución de la geología en el **SA**.

IV.2.1.2.4 Geología estructural

FALLAS Y FRACTURAS

Las fallas son trazas del plano de ruptura de la roca, a lo largo del cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa. Los tipos de fallas se definen como: de rumbo, donde la componente principal del movimiento relativo de los bloques es lateral horizontal respecto a la traza de la falla; inversa, donde la componente principal del movimiento relativo de los bloques es subvertical con acortamiento de los bloques; y la normal, donde la componente principal es subvertical con extensión de los bloques. Mientras que las fracturas son trazas del plano de ruptura de la roca sin desplazamiento de los bloques que separa.

De acuerdo a la carta conjunto de datos vectoriales geológicos “fallas y fracturas”, escala 1: 1 000 000 editada por INEGI (2002), en el SA pueden identificarse en la porción este un sistema de 5 fallas de tipo normal con longitudes de que oscilan entre los 0.34 y 11.74 km. En la parte sur se tiene una fractura de 9.12 km. El sitio no cuenta con fallas o fracturas de acuerdo a la carta geológica en mención.

SISMICIDAD

En las múltiples investigaciones que se han desarrollado sobre la actividad sísmica, se ha logrado localizar con precisión las zonas donde se han originado los últimos temblores destructivos ocurridos en este siglo. Se ha observado que, en la gran mayoría, su origen se localiza en el fondo del mar, en una franja paralela a la costa del Océano Pacífico a todo lo largo del país, aunque también se han localizado algunos dentro del territorio. Con base en extensos estudios se han podido definir zonas o regiones del país, en las cuales es probable que ocurran temblores de cierta magnitud. Aunque, en algunos lugares, nunca se hayan registrado temblores, o no exista memoria de ellos, existe una probabilidad mínima de que ocurran, por lo que prácticamente todo el territorio nacional está dividido en cuatro regiones sísmicas: **Sismicidad muy alta (D)**. La ocurrencia de temblores es muy frecuente por estar cerca de su origen, los sismos son intensos. Es necesario tener una buena calidad en los materiales y en la construcción, así como planear la distribución arquitectónica de la vivienda de forma tal que la cantidad de muros y la longitud total resistan sismos de gran magnitud. **Sismicidad alta (C)**. Por su cercanía con las zonas donde se originan la mayoría de los temblores, sus características son muy similares a las de la zona de sismicidad muy alta, con la diferencia de que la intensidad de los temblores es menor. Se recomienda que el material de construcción, la cantidad y el tipo de los muros a utilizar sean los mismos que para la zona de sismicidad muy alta. **Sismicidad media (B)**. Cubre casi la totalidad de la península de Baja California, la zona costera de los estados del noroeste, y casi la totalidad de los estados del centro del país. La intensidad de los sismos que ocurren en la costa del Pacífico es menor en esta zona, a excepción de zonas donde se presentan amplificaciones locales. **Sismicidad baja (A)**. En la gran mayoría de los lugares de esta zona nunca se ha registrado un sismo; sin embargo, hay probabilidades mínimas de que algún día se presente. Puede emplearse en los muros cualquier tipo de material de construcción, aunque los más recomendables siguen siendo los semi-industrializados en razón del control de calidad. (Fuente: Manual de autoconstrucción, manos a la obra de IMCYC).

El SA se encuentra en su totalidad dentro de la **Zona B**, que es aquella donde ocurren sismos de menor frecuencia, cuyas aceleraciones del terreno se esperan menores al 70% del valor de la gravedad (g) (CENAPRED, 2001).

ZONAS POTENCIALES DE DESLIZAMIENTO

El 70.5% de la superficie del SA (296391.23 ha) se encuentra dentro de las regiones potenciales de deslizamiento denominada Golfo de California- Chihuahua- Durango, el sitio también se ubican en dicha zona (CENAPRED, 2012). Por otro lado, de acuerdo a la cartografía analizada, el sitio no muestra fallas o fracturas.

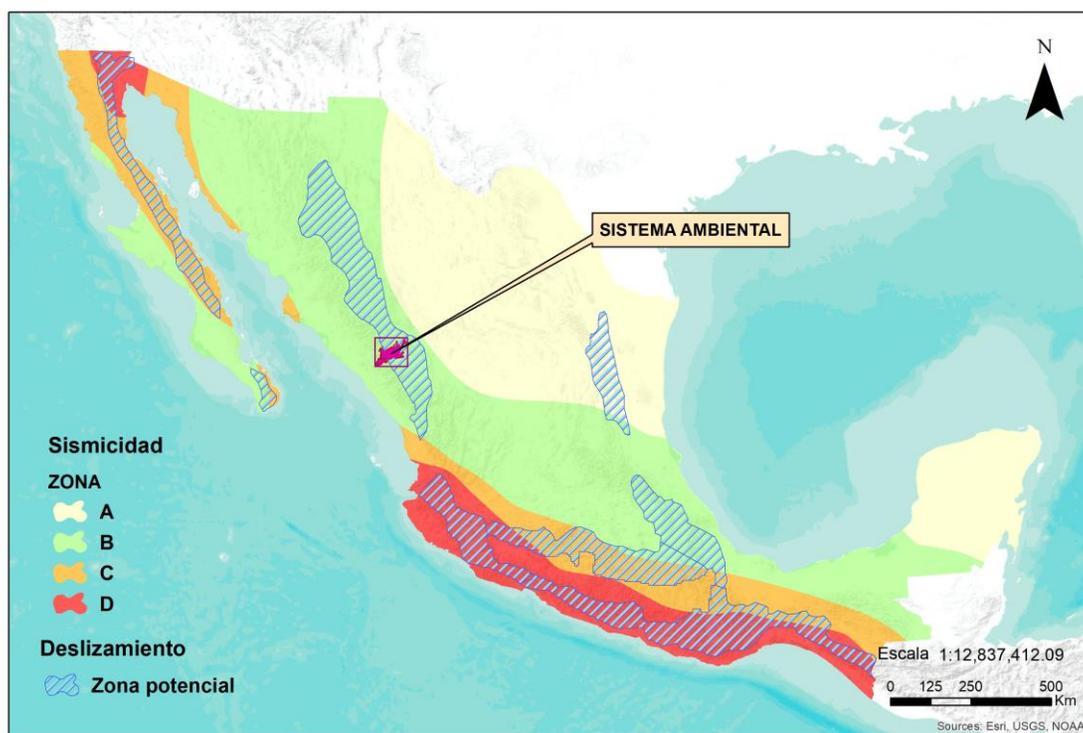


Figura IV-3. Ubicación del SA respecto a la Regionalización Sísmica.

SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES

Las inundaciones son un fenómeno en el cual se anega de agua un área determinada que generalmente está libre de ésta. El agua proviene del desbordamiento de ríos, represas, o escurrimientos de partes altas y se asocia a lluvias intensas, en el área o incluso en otras lejanas. A pesar de considerarse un fenómeno natural, tiene una alta influencia de los procesos de ocupación del territorio y construcción de infraestructura, ya que a menudo el riesgo existe cuando se establecen construcciones en zonas inundables y se crean embudos artificiales que impiden el libre tránsito de las avenidas de agua.

Considerando el Atlas Nacional de Riesgo se observó que el área de influencia presenta un índice de vulnerabilidad de inundación **medio** (CENAPRED 2017).

VULCANISMO

El vulcanismo es un conjunto de fenómenos geológicos resultantes de la expulsión de materiales desde la corteza terrestre a la superficie, debido a la presión y posterior liberación por medio de fisuras en las rocas. Los fenómenos asociados a vulcanismo abarcan desde fluidos de lava, hasta caída de ceniza, incluyendo flujos piroclásticos, caída de materiales como tefra y bombas, lahares, y deslizamientos, por mencionar sólo los más representativos. El área de influencia se encuentra estable en la corteza terrestre, por lo que no es susceptible a la aparición de nuevos volcanes, o a la erupción de los volcanes activos cercanos. Sin embargo, no es posible determinar mediante ningún método, la aparición de un nuevo volcán en una zona geográfica dada, ni predecir un evento eruptivo de un volcán activo. Además, no se detectaron volcanes activos a menos de 100 km de distancia, concluyendo que no existe riesgo por vulcanismo.

IV.2.1.3 Fisiografía

La fisiografía es de gran importancia en la descripción ambiental ya que representa la visión general de las formas del relieve, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica, para formar unidades relativamente homogéneas, representado las diferentes provincias y subprovincias

en las que se ha dividido al país, de acuerdo con su geología y topografía. De acuerdo a la clasificación nacional, el sistema ambiental se ubica en la provincia fisiográfica **Sierra Madre Occidental**, subprovincia fisiográfica **Gran Meseta y Cañones Duranguenses** en cuanto a la superficie por tipo de sistema de topofomas se describe en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-11. Sistemas de topofomas del sistema ambiental.

ENTIDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (Ha)	%
SISTEMA DE TOPOFORMAS	Sierra	SIERRA ALTA CON CAÑONES	242027	81.66
SISTEMA DE TOPOFORMAS	Meseta	SUPERFICIE DE GRAN MESETA CON CAÑADAS	53373	18.01
	Sierra	SIERRA ALTA CON CAÑADAS	991	0.33
			296,391.2	100.00

Para el predio (sitio), la distribución de la superficie respecto al sistema de topofomas corresponde a meseta y sierra con 32.6% y 67.4 % respectivamente.

Para tener un panorama descriptivo de cada una de las unidades fisiográficas se detalla sus componentes más sobresalientes en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-12. Descripción de los componentes fisiográficos del SA.

Provincia	
Sierra Madre Occidental	Este es el más largo y el más continuo de los sistemas montañosos de México. Corre más o menos paralelo a la costa del Pacífico desde un poco más al sur de la frontera con Estados Unidos, en los límites de Chihuahua y Sonora, hasta la altura de Nayarit y Jalisco, donde converge con el Eje Volcánico Transversal. En muchos sitios su anchura es de más de 200 km y está surcada por numerosas barrancas profundas que excavaron los ríos que fluyen hacia el Pacífico. Sus altitudes más pronunciadas pasan ligeramente de 3 000 metros, el nivel promedio de las partes altas varía entre 2 000 y 2 500 msnm. La sierra separa la Planicie Costera Noroccidental del Altiplano Mexicano (Rzedowski, 2006). El SA y el sitio están inmersos en su totalidad en esta provincia.
Subprovincia	
Gran Meseta y Cañones Duranguenses	Ocupa una extensa zona, el 33.94% del estado de Durango que corre de noroeste a sureste por la parte central. Es una meseta con una gran disección donde fluyen ríos encañonados. Municipios que abarca esta subprovincia: Canatlán, Canelas, Durango, Guanaceví, Mezquital, Nuevo Ideal, El Oro, Otáez, Pueblo Nuevo, San Bernardo, San Dimas, Santiago Papasquiaro, Tamazula, Tepehuanes y Topia (INEGI, 2000). El SA y el sitio están inmersos en su totalidad en esta Subprovincia.
Topoforma	
Meseta	Forma del relieve de segundo y tercer orden consistente en una planicie con elevación sobre el nivel del mar, en general de 1 000 m y más, aunque se aplica el término a relieves de incluso 600 msnm. Es común que sobre la meseta se asienten elevaciones montañosas aisladas o en grupos, pero territorialmente predomina el relieve de planicies (Lugo-Hubp, 2011). El SA y sitio presentan este tipo de topoforma cuya descripción es Superficie de Gran Meseta con Cañadas.
Sierra	Término que se aplica a una montaña alargada, generalmente de más de 5 km de longitud, o a un conjunto de montañas con una divisoria de aguas principal que delimita dos vertientes opuestas (Lugo-Hubp, 2011). Las Sierras componen la mayor parte del sistema ambiental y sitio.

A nivel sitio, la topoforma corresponde a Sierra Alta con Cañones y Superficie de Gran Meseta con Cañadas, perteneciente a la subprovincia Gran Meseta y Cañones Duranguenses. Los detalles se muestran en el plano del **Anexo 3.2**. En general las unidades fisiográficas están compuestas por cerros y profundos cañones, donde ocasionalmente se encuentran pequeñas mesetas, valles, llanos generalmente menores de 100 hectáreas. La sierra constituye toda la zona del **SA** y **sitio**, de donde nacen los cañones y cañadas que dan vida a arroyos y ríos que desembocan en el estado de Sinaloa particularmente dan origen al cauce del **Río San Lorenzo**.

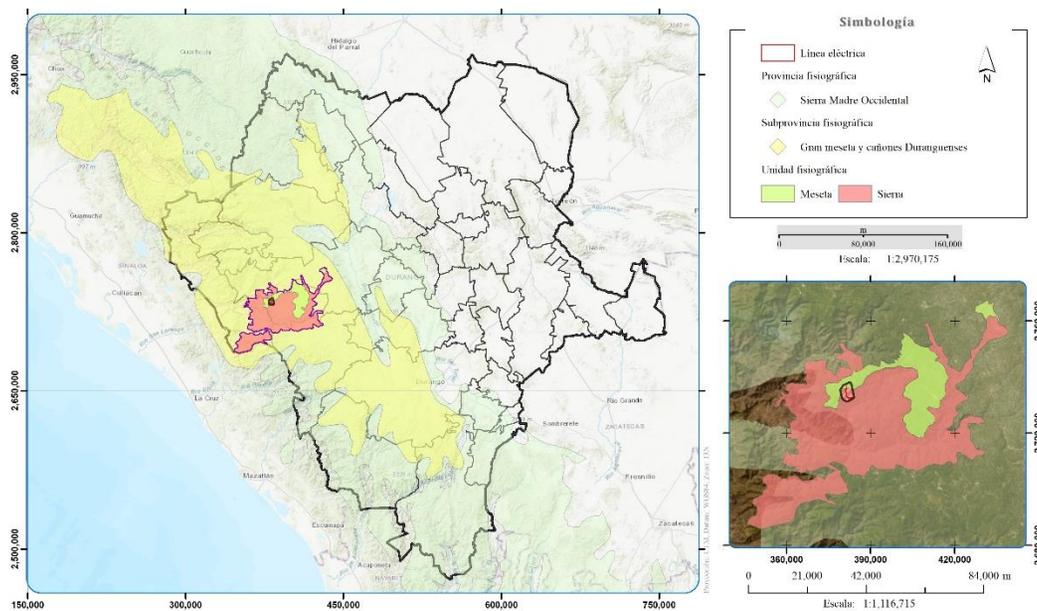


Figura IV-4. Fisiografía a nivel estatal y en el Sistema Ambiental.

IV.2.1.3.1 Relieve

El relieve del sistema ambiental se caracterizó con la ayuda del Modelo Digital de Elevación (MDT) de INEGI [<https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>], pudiendo determinar los aspectos más particulares como elevación, pendiente y exposición de laderas.

a) Elevación

Los parámetros representativos que caracterizan la elevación del sistema ambiental son: i) elevación mínima de 424 msnm; ii) elevación máxima de 2,948 msnm; iii) elevación media de 1,839 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 568.50 m. Las alturas máximas se encuentran en la parte suroeste y las alturas mínimas en la parte noroeste del sistema ambiental. En el Predio los parámetros característicos son: i) elevación mínima de 1098 msnm; ii) elevación máxima de 2510 msnm; iii) elevación media de 2097 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 244.18m. El detalle de la distribución altitudinal se puede observar en el plano del **Anexo 4.7**.

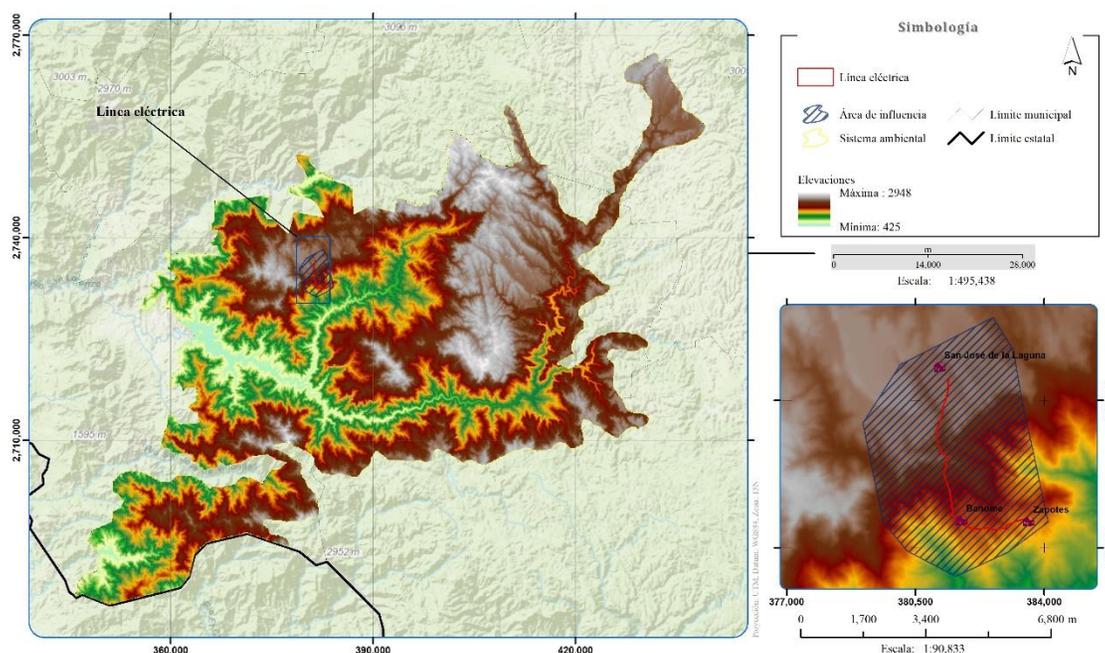


Figura IV-5. Distribución de la elevación del sistema ambiental.

e). Pendiente

La pendiente que presenta un sitio en conjunto con otros factores como el tipo de suelo y cobertura vegetal, están íntimamente ligados. Con la información contenida en el DEM del **Sistema Ambiental** se generó el plano de pendiente de la ladera (relieve) y, considerando la clasificación propuesta por la FAO (2009) para caracterizar el relieve de una cuenca, la pendiente del área de influencia se reclasificó en función de las categorías del cuadro siguiente.

Cuadro IV-13. Clasificación de la pendiente del SA (FAO, 2009)

Categoría	Pendiente (%)	Tipo de relieve	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	0 a 2	Plano	51305.7	17.3
2	2 a 5	Ligeramente inclinado	73898.0	24.9
3	5 a 10	Inclinado	77454.4	26.1
4	10 a 15	Fuertemente inclinado	59117.8	19.9
5	15 a 30	Moderadamente escarpado	24895.1	8.4
6	30 a 60	Escarpado	7859.3	2.7
7	> 60	Muy escarpado	1860.7	0.6

La pendiente que presenta un sitio en conjunto con otros factores como el tipo de suelo y cobertura vegetal, están íntimamente ligados. La pendiente media del **SA** es de 52.4%, las pendientes más pronunciadas se encuentran en el extremo sur, mientras que las pendientes bajas se encuentran concentradas en la parte noreste. En el sitio la pendiente media es de 42.95%, la distribución de las pendientes pronunciadas obedece al patrón altitudinal. El comportamiento de las pendientes puede observarse a detalle en el plano del Anexo 3.4.

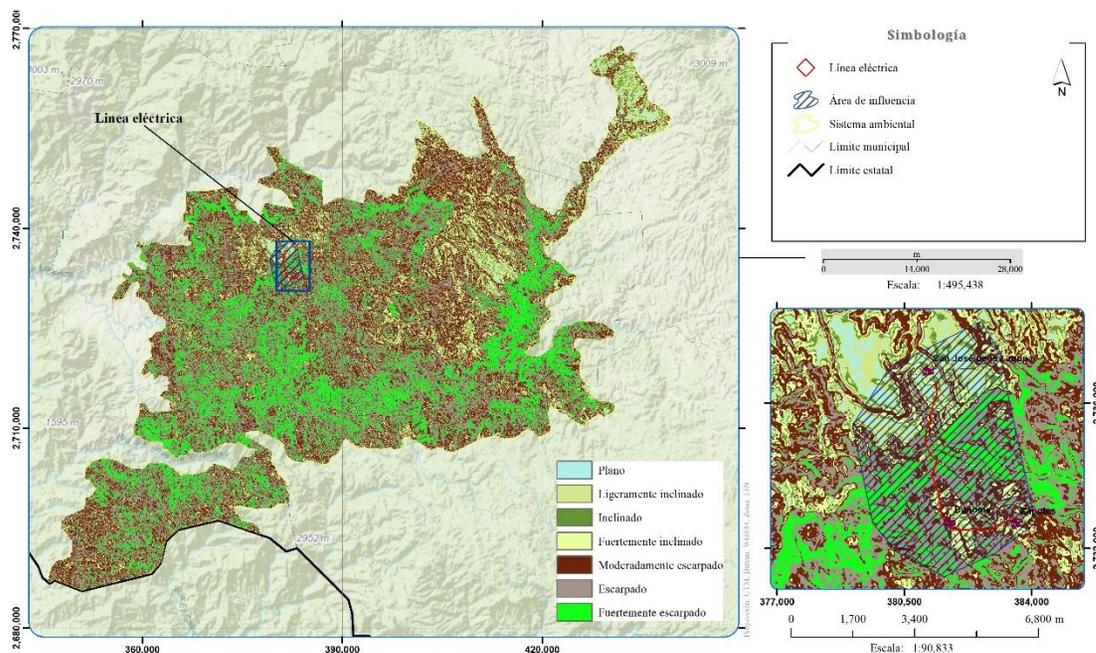


Figura IV-6. Variación de la pendiente a lo largo de la distribución de la LDEE.

c). Exposición de las laderas

Existen evidencias documentadas de que la orientación de las laderas modifica las condiciones micro climáticas de los sitios; por ejemplo, en el hemisferio norte, las laderas con exposición sur reciben mayor radiación solar (casi seis veces más) que sus contrapartes con orientación norte; siendo las laderas con exposición norte más húmedas en comparación con aquellas con orientación sur. Con ráster del DEM del área de influencia se generó el plano de la exposición y, considerando la clasificación propuesta por la FAO (2009) para caracterizar el relieve de una cuenca, la exposición de la ladera del SA se reclasificó en función de las categorías del cuadro siguiente.

Cuadro IV-14. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental.

Categoría	Azimut (grados)	Exposición	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	< 0	Plano	30651.9	10.3
2	0 - 22.5	Norte	30205.1	10.2
3	22.5 - 67.5	Noreste	29826.2	10.1
4	67.5 - 112.5	Este	25357.9	8.6
5	112.5 - 157.5	Sureste	24562.0	8.3
6	157.5 - 202.5	Sur	30770.4	10.4
7	202.5 - 247.5	Suroeste	32978.8	11.1
8	247.5 - 292.5	Oeste	34030.0	11.5
9	292.5 - 337.5	Noroeste	29531.6	10.0
10	337.5 - 360	Norte	28476.9	9.6

Se ha generado un plano de la exposición de las laderas del SA, donde se puede observar que las exposiciones son ligeramente más abundantes en sentido norte. A nivel sitio, por lo accidentado del relieve se tienen diferentes exposiciones, las cuales se pueden analizar a detalle en el plano del Anexo 3.5. La exposición del sitio es mayormente hacia el norte y sureste.

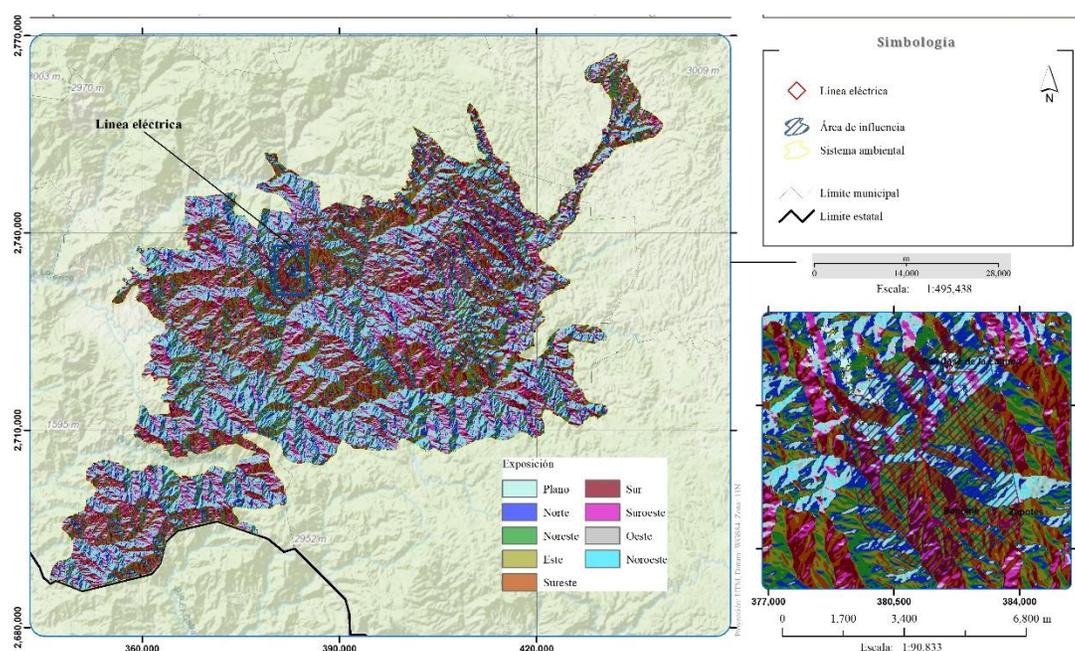


Figura IV-7. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental.

IV.2.1.4 Suelos

De acuerdo con la información contenida en las cartas temáticas edafológicas escala 1:1,000,000, los suelos dominantes en el SA corresponden a suelos Cambisoles, Leptosoles, Luvisoles, Regosoles, Umbrisoles y Phaeozems, en menor proporción se encuentran luvisoles, regosoles y Umbrisoles. Las distribuciones de los suelos dominantes se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-15. Principales grupos de suelo presentes en el SA.

Suelo principal (G1)	Sistema ambiental		Sitio		Línea eléctrica	
	Superficie (ha)	Superficie (%)	Superficie (ha)	Superficie (%)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Cambisol	87697.5	29.6				
Leptosol	71081.3	24.0	888.7	37.1	2.3	37.9
Luvisol	35890.1	12.1	1509.1	62.9	3.8	62.1
Phaeozem	71203.4	24.0				
Regosol	21266.4	7.2				
Umbrisol	9252.3	3.1				
Total	296,391.1	100.0	2397.9	100.0	6.1	100.0

A nivel sitio, los suelos más abundantes corresponden a Leptosol, Luvisol. Las distribuciones de los suelos dominantes se muestran en el cuadro anterior.

Cuadro IV-16. Descripción de los tipos de suelo del SA.

No.	Clave (WRB)	Suelo Dominante (G1)	Calificador Secundario del G1	Calificador Primario del G1	Suelo Secundario (G2)	Calificador Secundario del G2	Calificador Primario del G2	Suelo Terciario (G3)	Calificador Secundario del G3	Calificador Primario del G3	Textura	Límite Físico Superficial
1		CMsklen/2R	Cambisol	Esquelético	Endoléptico	N	N	N	N	N	Media	Pedregosa
2		CMsklen+Pshsklen/2R	Cambisol	Esquelético	Endoléptico	Phaeozem	Endoléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
3		LPeuhu+Phhulep/2R	Leptosol	Rútrico	Humico	Phaeozem	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
4		Pshsklep+LVsklep/2R	Phaeozem	Esquelético	Epiléptico	Luvisol	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
5		LVumlep+CMdyep/2R	Luvisol	Imbrico	Epiléptico	Cambisol	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
6		Pshsklep+LVsklep+LPskli/2R	Phaeozem	Esquelético	Epiléptico	Luvisol	Epiléptico	Lepisol	Esquelético	Látrico	Media	Pedregosa
7		CMsklen+Pshsklen/2R	Cambisol	Esquelético	Endoléptico	Phaeozem	Endoléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
8		CMsklen+RGSklen/2R	Cambisol	Esquelético	Endoléptico	Regosol	Endoléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
9		LPskli+LPnosk/2R	Leptosol	Esquelético	Látrico	Lepisol	Esquelético	N	N	N	Media	Pedregosa
10		Pshsklep+LVsklep/2R	Phaeozem	Esquelético	Epiléptico	Luvisol	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
11		CMhulep+RGdyep/2R	Cambisol	Hamaco	Epiléptico	Regosol	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
12		LVumlep+UMsklep+RGdyep/2R	Luvisol	Imbrico	Epiléptico	Umbrisol	Epiléptico	Regosol	Districo	Epiléptico	Media	Pedregosa
13		RGeulep+UMsklep/2R	Regosol	Rútrico	Epiléptico	Umbrisol	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
14		CMhulep+RGdyep/2R	Cambisol	Hamaco	Epiléptico	Regosol	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
15		CMsklep+Phorlep/2r	Cambisol	Esquelético	Epiléptico	Phaeozem	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
16		CMsklen+RGSklen/2R	Cambisol	Esquelético	Endoléptico	Regosol	Endoléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
17		RGeulep+CMhulep/2r	Regosol	Rútrico	Epiléptico	Cambisol	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
18		CMsklen+Pshsklen/2R	Cambisol	Esquelético	Endoléptico	Phaeozem	Endoléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
19		LPeuli+LVumlep+LPeusk/2r	Leptosol	Rútrico	Lútrico	Luvisol	Epiléptico	Lepisol	Rútrico	Esquelético	Media	Gravosa
20		RGSklep+UMsklep/2r	Regosol	Esquelético	Epiléptico	Umbrisol	Epiléptico	N	N	N	Media	Gravosa
21		RGeulep+CMhulep/2R	Regosol	Rútrico	Epiléptico	Cambisol	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
22		LVablep+LPil/2R	Luvisol	Líbrico	Epiléptico	Lepisol	L	N	N	N	Media	Pedregosa
23		CMsklen+Pshsklen/2R	Cambisol	Esquelético	Endoléptico	Phaeozem	Endoléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
24		UMsklep+LPumsk/2R	Umbrisol	Esquelético	Epiléptico	Lepisol	Esquelético	N	N	N	Media	Pedregosa
25		RGSklep+LVsklep/1r	Regosol	Esquelético	Epiléptico	Luvisol	Epiesquelético	N	N	N	Gruesa	Gravosa
26		LPeusk/2R	Leptosol	Rútrico	Esquelético	N	N	N	N	N	Media	Pedregosa
27		PHvlen+CMsklen+LVrsk/2	Phaeozem	Lútrico	Endoléptico	Cambisol	Endoléptico	Luvisol	Crómico	Esquelético	Media	N
28		LPdyvk+RGSklep/2R	Leptosol	Districo	Regosol	Regosol	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
29		LVabso+LPil/2R	Luvisol	Líbrico	Sódico	Lepisol	L	N	N	N	Media	Pedregosa
30		RGcalep+LPskli/2r	Regosol	Calátrico	Epiléptico	Lepisol	Esquelético	N	N	N	Media	Gravosa
31		LPdyli/2R	Leptosol	Districo	Ratico	N	N	N	N	N	Media	Pedregosa
32		CMhulep+RGdyep/2R	Cambisol	Hamaco	Epiléptico	Regosol	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
33		LVabso+LPdyli/2R	Luvisol	Líbrico	Sódico	Lepisol	Ratico	N	N	N	Media	Pedregosa
34		CMhulep+RGdyep/2R	Cambisol	Hamaco	Epiléptico	Regosol	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa

No.	Clave (M/RB)	Suelo Dominante (G1)	Calificador Secundario del G1	Calificador Primario del G1	Suelo Secundario (G2)	Calificador Secundario del G2	Calificador Primario del G2	Suelo Terciario (G3)	Calificador Secundario del G3	Calificador Primario del G3	Textura	Límite Física Superficial
35	Phsklen+LPeusk/2R	Phaeozem	Esquelético	Endolépico	Leptosol	Rútrico	Esquelético	N	N	N	Media	Pedregosa
36	LVlep+CMlep+LPeusk/2r	Luvisol	N	Epilépico	Cambisol	N	Epilépico	Leptosol	Rútrico	Esquelético	Media	Gravosa
37	RGlep+UMsklep/2r	Regosol	N	Epilépico	Umbrisol	Esquelético	Epilépico	N	N	N	Media	Gravosa
38	LPeusk+RGSklep/2	Leptosol	Rútrico	Esquelético	Regosol	Esquelético	Epilépico	N	N	N	Media	N
39	LVumlep+LVdlep+RGdylep/2R	Luvisol	Imbrico	Epilépico	Luvisol	Dístico	Epilépico	Regosol	Dístico	Epilépico	Media	Pedregosa
40	LPeul+RGeulep+LPeusk/2r	Leptosol	Rútrico	Lútrico	Regosol	Rútrico	Epilépico	Leptosol	Rútrico	Esquelético	Media	Gravosa
41	RGcalep/3r	Regosol	Calcárico	Epilépico	N	N	N	N	N	N	Fina	Gravosa
42	LPeo+RGeulep/2R	Leptosol	N	S	Regosol	Rútrico	Epilépico	N	N	N	Media	Pedregosa
43	LPsk+RGeulep/2	Leptosol	N	Esquelético	Regosol	Rútrico	Epilépico	N	N	N	Media	N
44	RGeulep/2R	Regosol	Rútrico	Epilépico	N	N	N	N	N	N	Media	Pedregosa
45	LPsk+CMhulep/2R	Leptosol	N	Esquelético	Cambisol	Húmico	Epilépico	N	N	N	Media	Pedregosa
46	LVsklen+CMsklen/2r	Luvisol	Esquelético	Endolépico	Cambisol	Esquelético	Endolépico	N	N	N	Media	Gravosa
47	CMsklen+Phsklen/2R	Cambisol	Esquelético	Endolépico	Phaeozem	Esquelético	Endolépico	N	N	N	Media	Pedregosa
48	PHs+CMhulep/2R	Phaeozem	N	S	Cambisol	Harraco	Epilépico	N	N	N	Media	Pedregosa
49	RGeulen+LVlen+LPeul/2	Regosol	Rútrico	Endolépico	Luvisol	N	Endolépico	Leptosol	Rútrico	Lútrico	Media	N
50	LVlep+CMlep+LPeusk/2r	Luvisol	N	Epilépico	Cambisol	N	Epilépico	Leptosol	Rútrico	Esquelético	Media	Gravosa
51	LPdySk+RGSklep/2R	Leptosol	Dístico	Esquelético	Regosol	Esquelético	Epilépico	N	N	N	Media	Pedregosa
52	UMsklep+LPurnsk/2R	Umbrisol	Esquelético	Epilépico	Leptosol	Imbrico	Esquelético	N	N	N	Media	Pedregosa
53	CMhulep+RGdylep/2R	Cambisol	Harraco	Epilépico	Regosol	Dístico	Epilépico	N	N	N	Media	Pedregosa
54	LPdySk/2R	Leptosol	Dístico	Esquelético	N	N	N	N	N	N	Media	Pedregosa
55	LPdyhuu+LVhulep+HSiffo/2R	Leptosol	Dístico	Úmbrico	Luvisol	Húmico	Epilépico	Histosol	Fibrico	Fálico	Media	Pedregosa
56	RGeulep+LPeusk/2r	Regosol	Rútrico	Epilépico	Leptosol	Rútrico	Esquelético	N	N	N	Media	Gravosa
57	LVurnlep+UMsklep/2	Luvisol	Imbrico	Epilépico	Umbrisol	Esquelético	Epilépico	N	N	N	Media	N
58	LPeusk/2R	Leptosol	Rútrico	Esquelético	N	N	N	N	N	N	Media	Pedregosa
59	PHs+CMhulep/2R	Phaeozem	N	S	Cambisol	Harraco	Epilépico	N	N	N	Media	Pedregosa
60	RGSklep+LVdySk/2R	Regosol	Esquelético	Epilépico	Luvisol	Dístico	Esquelético	N	N	N	Media	Pedregosa
61	RGeulep+LPeo/2R	Regosol	Rútrico	Epilépico	Leptosol	N	S	N	N	N	Media	Pedregosa
62	RGcalep+LPeusk/3r	Regosol	Calcárico	Epilépico	Leptosol	Rútrico	Esquelético	N	N	N	Fina	Gravosa
63	RGeulep/2R	Regosol	Rútrico	Epilépico	N	N	N	N	N	N	Media	Pedregosa
64	CMhulep+RGdylep/2R	Cambisol	Harraco	Epilépico	Regosol	Dístico	Epilépico	N	N	N	Media	Pedregosa
65	LPeusk+LPskil+RGeulep/2R	Leptosol	Rútrico	Esquelético	Leptosol	Esquelético	Látrico	Regosol	Rútrico	Epilépico	Media	Pedregosa
66	RGSklep+LVsklen+LPskh/2r	Regosol	Esquelético	Epilépico	Luvisol	Esquelético	Endolépico	Leptosol	N	Hiperesquelético	Media	Gravosa
67	CMsklen+Phsklen/2R	Cambisol	Esquelético	Endolépico	Phaeozem	Esquelético	Endolépico	N	N	N	Media	Pedregosa
68	RGcalep+LPeusk/2R	Regosol	Calcárico	Epilépico	Leptosol	Rútrico	Esquelético	N	N	N	Media	Pedregosa

No.	Clave (MRB)	Suelo Dominante (G1)			Suelo Secundario (G2)			Suelo Terciario (G3)			Textura	Límite Física Superficial
		Calificador del G1	Calificador del G1	Calificador del G1	Calificador del G2	Calificador del G2	Calificador del G2	Calificador del G3	Calificador del G3	Calificador del G3		
69	RGeulep+ChMsklep/2R	Regosol	Rútrico	Epileptico	Cambisol	Esquelético	Epileptico	N	N	N	Medía	Pedregosa
70	LPeusk+RGsklep/2R	Leptosol	Rútrico	Esquelético	Regosol	Esquelético	Epileptico	N	N	N	Medía	Pedregosa
71	LPmosk+RGsklep/2r	Leptosol	Mellico	Esquelético	Regosol	Esquelético	Epileptico	N	N	N	Medía	Gravosa

Se identificaron 71 tipos de suelo para el SA, de los cuales solo 2 grupos de ellos se encuentran en el sitio, mismos que se describen en los cuadros IV-V y IV-VI respectivamente.

Mientras que a nivel predio (sitio) solo se encuentran 2 tipos de suelo:

Cuadro IV-17. Tipos de suelo presentes en el sitio.

Clave (WRB)	Suelo Dominante (G1)	Calificador or Secundario del G1	Calificador Primario del G1	Suelo Secundario (G2)	Calificador or Secundario del G2	Calificador or Primario del G2	Suelo Terciario (G3)	Calificador or Secundario del G3	Calificador or Primario del G3	Textura	Límite Física Superficial
LPeusk+RGsklep/2	Leptosol	Rútrico	Esquelético	Regosol	Esquelético	Epiléptico	N	N	N	Media	N
LVumlep+LVdylep+RGdylep/2R	Luvisol	Imbrico	Epiléptico	Luvisol	Dístrico	Epiléptico	Regoso	Dístrico	Epiléptico	Media	Pedregosa

Respecto al sitio donde se realizará el CUSTF, se encontraron 2 tipos de suelo, mismos que se describen a continuación.

Cuadro IV-18. Tipos de suelo presentes en el sitio.

Clave (WRB)	Suelo Dominante (G1)	Calificador or Secundario del G1	Calificador or Primario del G1	Suelo Secundario (G2)	Calificador or Secundario del G2	Calificador or Primario del G2	Suelo Terciario (G3)	Calificador or Secundario del G3	Calificador or Primario del G3	Textura	Límite Física Superficial
LPeusk+RGsklep/2	Leptosol	Rútrico	Esquelético	Regosol	Esquelético	Epiléptico	N	N	N	Media	N
LVumlep+LVdylep+RGdylep/2R	Luvisol	Imbrico	Epiléptico	Luvisol	Dístrico	Epiléptico	Regoso	Dístrico	Epiléptico	Media	Pedregosa

A continuación, se describen los tipos de suelo que se presentan en el SA, utilizando la clasificación del sistema internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (IUSS Working Group WRB, 2006). Dicha información geográfica digital fue analizada de acuerdo con el Diccionario de Datos Edafológico Escala 1:250 000 Serie II (INEGI, 2002).

La descripción de la nomenclatura de los tipos de suelo se rige por los atributos siguientes:

Suelo dominante: Grupo de suelo que ocupa el 60% o más de extensión en la unidad edafológica.

Calificador Secundario del Suelo Dominante: Indican la segunda cualidad del suelo.

Calificador Primario del Suelo Dominante: Indican la cualidad dominante del suelo.

Suelo secundario: Grupo de suelo, que se estima, ocupa entre un 20 y 40% de extensión de la unidad edafológica.

Calificador Secundario del Suelo Secundario: Indican la segunda cualidad del suelo.

Calificador Primario del Suelo Secundario: Indican la cualidad dominante del suelo.

Suelo terciario: Grupo de suelo que se estima, ocupa un 20 % como máximo de extensión de la unidad edafológica.

Calificador Secundario del suelo terciario: Indican la segunda cualidad del suelo.

Calificador Primario del Suelo Terciario: Indican la segunda cualidad del suelo.

Textura del Suelo: Valor que se refiere a la proporción relativa a los diferentes tamaños individuales de partículas minerales del suelo menores a 2 mm de diámetro. Se divide en: 1 - Gruesa; 2 - Media; y 3 - Fina.

Limitante física superficial: Indica la presencia estimada de fragmentos de roca u otros minerales, en más del 30% del área. Se clasifica en: R - Pedregosa y r – Gravosa.

DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS PRINCIPALES

CAMBISOLES. Los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos. Connotación: Suelos con por lo menos

un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato; del italiano cambiare, cambiar. Material parental: Materiales de textura media a fina derivados de un amplio rango de rocas. Desarrollo del perfil: Los Cambisoles se caracterizan por meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla aluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe. Los Cambisoles también abarcan suelos que no cumplen una o más características de diagnóstico de otros GSR, incluyendo los altamente meteorizados. Ambiente: Terrenos llanos a montañosos en todos los climas; amplio rango de tipo de vegetación. **Suelo que tiene un horizonte subsuperficial (Cámbico) que muestra evidencias de alteración y remoción, no tiene consistencia quebradiza y un espesor de por lo menos 15 cm.**

LEPTOSOLES. Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Connotación: Suelos someros; del griego leptos, fino. Material parental: Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 por ciento (en volumen) de tierra fina. Ambiente: Principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas. Desarrollo del perfil: Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos. Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico. **Suelo limitado en profundidad por roca dura continua dentro de los primeros 25 cm desde la superficie hasta límite con el estrato rocoso.**

LUVISOLES. Los Luvisoles son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que lleva a un horizonte subsuperficial árgico. Los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad en todo el horizonte árgico y alta saturación con bases a ciertas profundidades. Connotación: Suelos con una diferenciación pedogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre un suelo superficial con menor y un subsuelo con mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y una alta saturación con bases a alguna profundidad; del latín luere, lavar. Material parental: Una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciario, y depósitos eólicos, aluviales y coluviales. Ambiente: Principalmente tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas frescas y cálidas (e.g. Mediterráneas) con estación seca y húmeda marcadas. Desarrollo del perfil: Diferenciación pedogenética del contenido de arcilla con un bajo contenido en el suelo superficial y un contenido mayor en el subsuelo sin lixiviación marcada de cationes básicos o meteorización avanzada de arcillas de alta actividad; los Luvisoles muy lixiviados pueden tener un horizonte eluvial álbico entre el horizonte superficial y el horizonte subsuperficial árgico, pero no tienen las lenguas albelúvicas de los Albeluvisoles. **Suelo que tiene un incremento de acumulación de arcilla en el subsuelo (horizonte Árgico) y una capacidad de intercambio catiónico mayor de 24 cmol/kg de arcilla en todo su espesor.**

PHAEOZEMS. Los Phaeozems acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems, pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo. Connotación: Suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego phaios, oscuro, y ruso zemlja, tierra. Material parental: Materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), till glaciario y otros. Ambiente: Cálido a fresco (e.g. tierras altas tropicales) regiones moderadamente continentales, suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seca; tierras llanas a onduladas; la vegetación natural es pastizal como la estepa de pastos altos y/o bosque. Desarrollo del perfil: Un horizonte mólico (más fino y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre horizonte subsuperficial cámbico o árgico. **Suelo que presenta una capa superficial de color oscuro (horizonte Mólico) y una saturación con bases del 50% o mayor y una matriz libre de carbonato de calcio por lo menos hasta una profundidad de 100 cm o hasta el límite con una capa contrastante (roca, cementación).**

REGOSOLES. Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). Los Regosoles están

extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Connotación: Suelos débilmente desarrollados en material no consolidado; del griego rhegos, manta. Material parental: material no consolidado de grano fino. Ambiente: Todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas. Los Regosoles son particularmente comunes en áreas áridas (incluyendo el trópico seco) y en regiones montañosas. Desarrollo del perfil: Sin horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo, e.g. debido a la aridez. **Suelo muy poco desarrollado, muy parecido al material de origen.**

UMBRISOLES. Los Umbrisoles acomodan suelos en los cuales se ha acumulado materia orgánica dentro del suelo superficial mineral (en la mayoría de los casos con baja saturación con bases) hasta el punto en que afecta significativamente el comportamiento y la utilización del suelo. Los Umbrisoles son la contraparte lógica de los suelos con horizonte mólico y alta saturación con bases en todo su espesor (Chernozems, Kastanozems y Phaeozems). Connotación: Suelos con suelo superficial oscuro; del latín umbra, sombra. Material parental: Material meteorizado de rocas silíceas. Ambiente: Climas húmedos; comunes en regiones montañosas con poco o sin déficit de humedad, principalmente en áreas frescas, pero incluyendo montañas tropicales y subtropicales. Desarrollo del perfil: Horizonte superficial úmbrico (raramente: Mólico) pardo oscuro, en muchos casos sobre un horizonte subsuperficial cámbico con baja saturación con bases. **Suelo que presenta una capa superficial suave de color oscuro, rica en materia orgánica, pero bajo contenido de bases intercambiables.**

DESCRIPCIÓN DE LOS CALIFICADORES

1. **Álbico (ab):** que tiene un horizonte álbico que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo. El horizonte álbico (del L. albus, blanco) es un horizonte subsuperficial de color claro del cual han sido removidos la arcilla y óxidos de hierro libres, o en el cual los óxidos han sido segregados a tal grado que el color del horizonte está determinado por el color de las partículas de arena y limo más que por los revestimientos de estas partículas.
2. **Calcárico (ca):** que tiene material calcárico entre 20 y 50 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.
3. **Crómico (cr):** que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.
4. **Dístrico (dy):** que tiene una saturación con bases (por NH₄OAc 1 M) menor de 50 por ciento en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o, en Leptosoles, en una capa, de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua, si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
5. **Esquelético (sk):** que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.
6. **Endoesquelético (skn):** que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.
7. **Epiesquelético (skp):** que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo.
8. **Éútrico (eu):** que tiene una saturación con bases (por NH₄OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
9. **Fíbrico (fi):** que tiene, después de frotado, dos tercios o más (en volumen) del material orgánico consistente de tejido vegetal reconocible dentro de 100 cm de la superficie del suelo (sólo en Histosoles).

10. **Fólico (fo):** que tiene un horizonte fólico que comienza dentro de 40 cm de la superficie del suelo.
11. **Húmico (hu):** que tiene el siguiente contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado: en Ferralsoles y Nitisoles, 1.4 por ciento o más hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo mineral; en Leptosoles en los que aplica el calificador Hiperesquelético, 2 por ciento o más hasta una profundidad de 25 cm desde la superficie del suelo mineral; en otros suelos, 1 por ciento o más hasta una profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral.
12. **Léptico (le):** que tiene roca continua que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.
13. **Endoléptico (nl):** que tiene roca continua que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.
14. **Epiléptico (el):** que tiene roca continua que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.
15. **Lítico (li):** que tiene roca continua que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo (sólo en Leptosoles).
16. **Lúvico (lv):** que tiene un horizonte árgico que tiene una CIC (por NH_4OAc 1 M) de 24 cmolc kg^{-1} arcilla o más en todo su espesor o hasta una profundidad de 50 cm debajo de su límite superior, lo que esté a menor profundidad, ya sea comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo o dentro de 200 cm de la superficie del suelo, si el horizonte árgico tiene por encima textura de arenoso franco o más gruesa en todo su espesor, y que tiene una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 50 and 100 cm de la superficie del suelo.
17. **Mólico (mo):** que tiene un horizonte mólico.
18. **Sódico (so):** que tiene 15 por ciento o más Na más Mg intercambiables en el complejo de intercambio dentro de 50 cm de la superficie del suelo en todo el espesor.
19. **Úmbrico (um):** que tiene un horizonte úmbrico: el horizonte úmbrico (del latín umbra, sombra) es un horizonte superficial grueso, de color oscuro, con baja saturación con bases y contenido moderado a alto de materia orgánica.

IV.2.1.4.1 Tipos de erosión presentes y las causas que las originan

Fundamentalmente, se reconocen dos tipos de erosión: la erosión natural y la erosión antrópica o causada por el hombre. A su vez, la erosión natural se subdivide en erosión pluvial y erosión eólica, como se describen a continuación:

LA EROSIÓN NATURAL

La erosión pluvial: Una gota de agua es aproximadamente 1 000 veces más grande que una partícula de suelo. Por lo tanto, la fuerza del impacto de una sola gota de lluvia es suficiente para dispersar y arrastrar las partículas de suelo que encuentre a su paso y, así se inicia la erosión pluvial. Al inicio de un evento de lluvia, millones de gotas golpearán el suelo y arrastrarán sus partículas. Si la lluvia continúa, el agua se juntará sobre la superficie y aumentará la velocidad con la que escurre; se formará una red de pequeños canales que, al unirse, irán formando otros más grandes, que luego se transformarán en surcos, zanjas y, finalmente, en zanjones muy grandes llamados "cárcavas".

La erosión eólica: El viento, al soplar con fuerza, levanta las partículas de suelo y las moviliza en distintas direcciones. En ocasiones, a través de un proceso lento, pero persistente, puede llegar a producir concavidades o depresiones que alcanzan varios metros de diámetro, o formar dunas de polvo o arena sobre los terrenos productivos.

LA EROSIÓN ANTRÓPICA CAUSADA POR EL HOMBRE

Las prácticas agropecuarias inadecuadas fomentan la erosión, entre las más frecuentes se pueden citar las causas siguientes:

- Practica de cultivos en cerros o terrenos inclinados, haciendo la labranza en el mismo sentido de la pendiente.

- La sobrecarga de un potrero con animales, lo que se traduce en la pérdida de su capacidad para regenerar hierba o pasto.
- Apertura de caminos con fines de aprovechamiento forestal, minero y agropecuario, especialmente caminos que conectan a los poblados vecinales.
- La eliminación de vegetación en suelos de aptitud forestal, ya sea por medios mecánicos químicos o usando el fuego (tala ilegal).
- La eliminación de vegetación en suelos de aptitud forestal, ya sea por medios mecánicos químicos o usando el fuego.
- La ocurrencia reiterada de incendios forestales en un mismo sitio (microcuenca).
- Cambio de uso de suelo ilegales (sin medidas de prevención y mitigación).

Todas estas prácticas crean las condiciones para que el agua y el viento arrastren las capas fértiles del suelo e incluso provoquen daños a mayor profundidad por escurrimiento superficial. Las principales causas que provocan la erosión para el **sitio** son:

- Deforestación: pérdida de fijación del suelo y reducción de la infiltración.
- Apertura de cambios de uso de suelo ilegales.
- Incendios forestales provocados.

EROSIÓN HÍDRICA

Para la **LBDTD** utilizaron la base de datos de la erosividad de la lluvia y erodabilidad del suelo, se recalculó la pérdida de suelo por efecto de la escorrentía de la lluvia, en este proceso el factor de longitud e inclinación de la pendiente se retomó del trabajo de Cortés, (2012); el factor de cobertura vegetal fue actualizado de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación serie VI del INEGI, complementada con los resultados del análisis del estatus de la cobertura vegetal, considerando las propuestas de Hua Lu, (2003) y CONAGUA-CP, (2009). La estimación de erosión hídrica en todo momento se rigió por el modelo RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*; Renard, 1997).

La reasignación de clases de pérdida de suelos se realizó mediante la relación existente entre una densidad aparente promedio general (1.3 toneladas por m³) y la cantidad de suelo que se pierde estimada mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-19. Categorías de erosión hídrica de acuerdo al espesor del suelo.

Categoría de pérdida de suelo	Intervalo de pérdida de suelo en 10 años (cm)	Intervalo de pérdida de suelos (ton/ha/año)
Nula	< 0.38	< 5
Ligera	0.38 - 0.77	5 - 10
Moderada	0.77 - 3.85	10 - 50
Alta	3.85 - 15.38	50 - 200
Extrema	> 15.38	> 200

Los datos del tipo de erosión presente en la **SA** y las causas que la originan fueron tomados del análisis realizado por la Dirección de Geomática de la SEMARNAT (2004) (Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000), publicado en el portal siguiente:

[http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/degra250kgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no].

Entonces, tomando en cuenta la erosión hídrica estimada por la CONAFOR-UACH (2013) se caracterizó el grado de erosión hídrica en el **SA** considerándose de **LIGERA a MODERADA** (entre 5 a 50 ton/ha/año).

IV.2.1.4.2 Estimación de la erosión hídrica

El grado de erosión hídrica en el **SA** se estimó por medio de la *Ecuación Universal de Pérdida de Suelo* (EUPS), la cual puede ser utilizada en cualquier región geográfica, simplemente modificando sus parámetros de acuerdo a las características propias del área estudio. La ecuación tiene la expresión siguiente:

$$E = R * K * LS * C$$

donde; **E**= promedio anual de pérdida de suelo ($t\ ha^{-1}\ año^{-1}$), **R**= factor de erosividad de la lluvia ($MJ\ mm\ ha^{-1}\ hr^{-1}\ año^{-1}$), **K**= factor de erodabilidad del suelo (adimensional), **L**= factor de longitud de la pendiente (adimensional), **S**= factor del grado de la pendiente (adimensional) y **C**= factor de manejo del cultivo o vegetación presente (adimensional).

IV.2.1.4.2.1 Factor erosividad de la lluvia

El factor de la **erosividad de la lluvia [R]**, es definido como la capacidad potencial de ésta para causar erosión, es medida por medio de los índices de erosividad (Figuroa *et al.*, 1991). En México, es escasa la información sobre la intensidad de lluvia, por lo que se han desarrollado modelos empíricos alternativos para su estimación tomando en cuenta otros parámetros de la lluvia. Cortés (1991) estimó un índice de erosividad para diferentes regiones de la República Mexicana y reporta valores que varían de 500 a 29 mil $MJ\ mm\ ha^{-1}\ hr^{-1}\ año^{-1}$, proponiendo así catorce modelos de regresión (ecuaciones) a partir de datos de precipitación media anual (**P**) para estimar el **factor R**. Las ecuaciones que estiman el **factor R** para México se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-20. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en la República Mexicana (Cortés, 1991).

Región	Ecuación	Bondad de ajuste (R ²)	Región	Ecuación	Bondad de ajuste (R ²)
I	$R = 1.20785(P) + 0.002276(P)^2$	0.92	VIII	$R = 1.99671(P) + 0.003270(P)^2$	0.98
II	$R = 3.45552(P) + 0.006470(P)^2$	0.93	IX	$R = 7.04579(P) - 0.002096(P)^2$	0.97
III	$R = 3.67516(P) - 0.001720(P)^2$	0.94	X	$R = 6.89375(P) + 0.000442(P)^2$	0.95
IV	$R = 2.8559(P) + 0.002983(P)^2$	0.92	XI	$R = 3.77448(P) + 0.004540(P)^2$	0.98
V	$R = 3.48801(P) - 0.000188(P)^2$	0.94	XII	$R = 2.46190(P) + 0.006067(P)^2$	0.96
VI	$R = 6.68471(P) + 0.001680(P)^2$	0.90	XIII	$R = 10.74273(P) - 0.001008(P)^2$	0.97
VII	$R = 0.03338(P) + 0.006661(P)^2$	0.98	XIV	$R = 1.50046(P) + 0.002640(P)^2$	0.95

El **SA** se localiza en la **región III y región X** como se muestra en la figura siguiente.

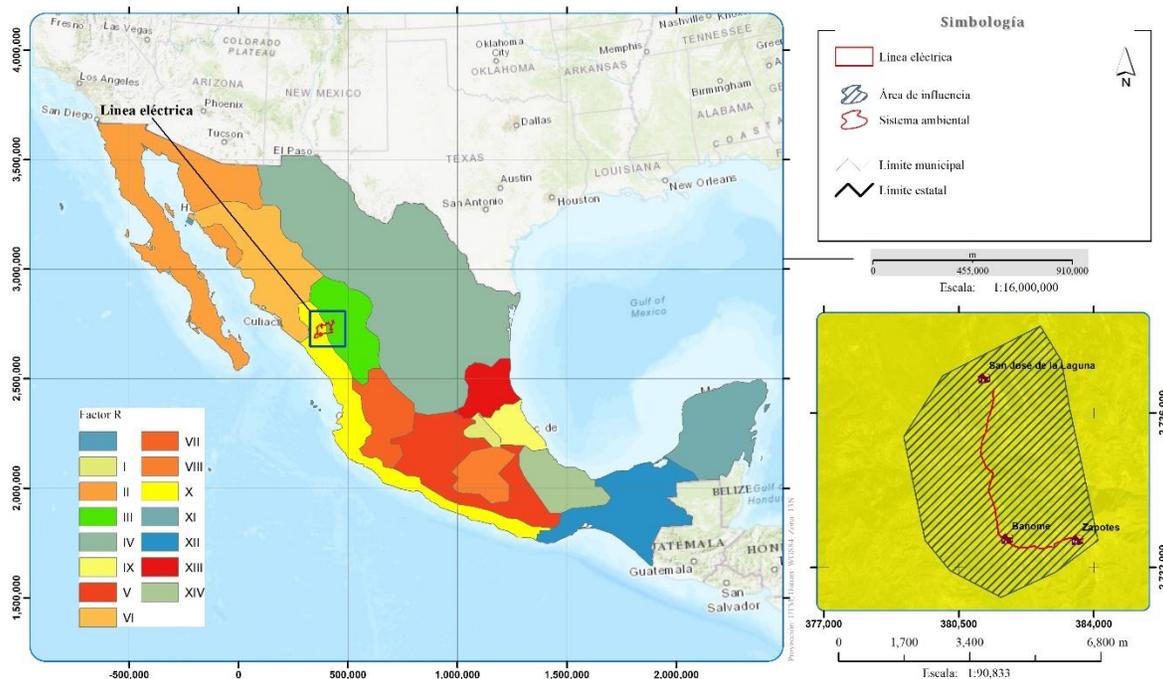


Figura IV-8. Ubicación del SA en la regionalización nacional del Factor R (Becerra, 1997).

La metodología de cálculo para estimar el **factor R** en ArcGIS es la siguiente:

- Con el ráster de precipitación del SA se aplicó la expresión del valor de R para la **región III** [$3.67516 * ("precip") - 0.001720 * Power("precip",2)$] **región X** [$6.89375 * ("precip") - 0.000442 * Power("precip",2)$] utilizando la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator].

La distribución gráfica del factor R en el SA se muestra en la figura siguiente:

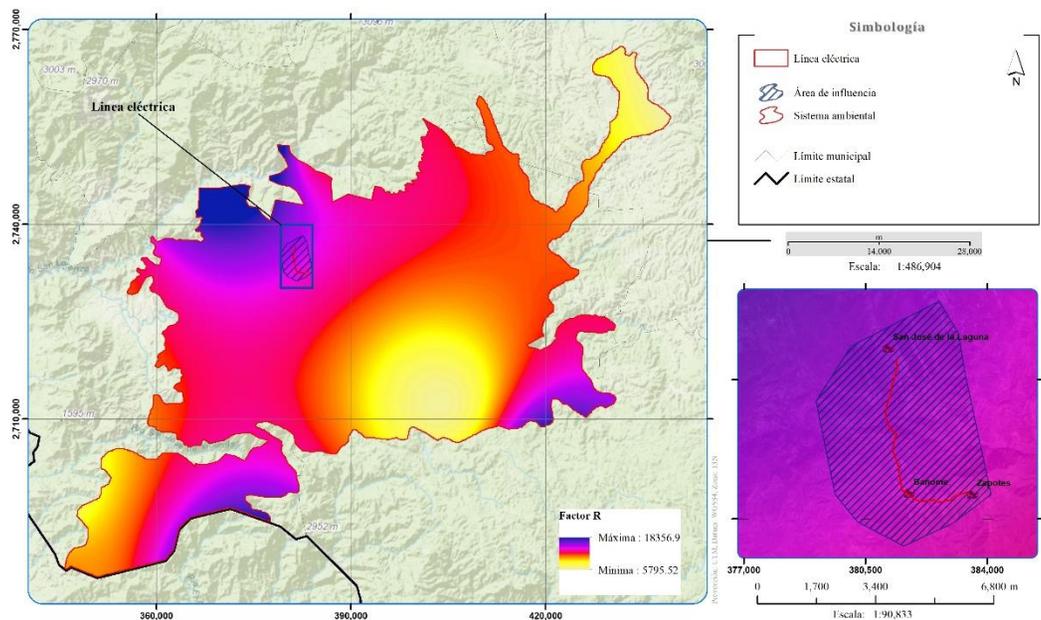


Figura IV-9. Representación del factor R en el SA.

IV.2.1.4.2.2 Factor de erodabilidad del suelo

El **factor de erodabilidad del suelo [K]**, es un factor que toma en cuenta el tipo de suelo. Para el presente estudio se utilizó la metodología descrita por Montes-León *et al.* (2011) para elaborar un mapa nacional de erosión potencial en la República Mexicana, el procedimiento es conocido como la metodología de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Para la determinación de este factor fue empleada la información edafológica más reciente del INEGI: Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000 Serie II (Continuo Nacional) y la clasificación de suelos del WRB (World Reference Base for Soil Resources), adaptado por el INEGI para las condiciones ambientales de México. Las características que se obtuvieron de esta información son tipo de suelo y textura. Los valores de K por tipo de suelo y textura que fueron establecidos por la WRB (World Reference Base for Soil Resources) y que fueron utilizados para la MHF se muestran a continuación.

Cuadro IV-21. Valores de K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollado por la WRB.

Suelo (WRB)	Textura			Suelo (WRB)	Textura		
	Gruesa	Media	Fina		Gruesa	Media	Fina
Acrisol	0.26	0.04	0.013	Histosol	0.053	0.02	0.007
Alisol	0.026	0.04	0.013	Kastanozem	0.026	0.04	0.013
Andosol	0.026	0.04	0.013	Leptosol	0.013	0.02	0.007
Arenosol	0.013	0.02	0.007	Luvisol	0.026	0.04	0.013
Chernozem	0.013	0.02	0.007	Nitisol	0.013	0.02	0.007
Calcisol	0.053	0.079	0.026	Phaeozem	0.013	0.02	0.007
Cambisol	0.026	0.04	0.013	Planosol	0.053	0.079	0.026
Durisol	0.053	0.079	0.026	Regosol	0.026	0.04	0.013
Fluvisol	0.026	0.04	0.013	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Ferrasol	0.013	0.02	0.007	Umbrisol	0.026	0.04	0.013
Gleysol	0.026	0.04	0.013	Vertisol	0.053	0.079	0.026
Gypsisol	0.053	0.079	0.026				

El valor de **K** para el tipo de suelo y la textura superficial (gruesa, media o fina) es representado en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-22. Valores del factor K considerando el tipo de suelo y textura.

Tipo de suelo	Textura	Valor de K
Cambisol	Media	0.04
Leptosol	Media	0.02
Luvisol	Media	0.04
Phaeozem	Media	0.02
Regosol	Fina	0.013
Regosol	Media	0.04
Regosol	Gruesa	0.026
Umbrisol	Media	0.04

La metodología de cálculo para estimar el **factor K** en el **SA** con el uso del **ArcGIS** fue la siguiente.

1. Con los valores de K se generó el ráster con la herramienta [Conversion Tools> To Raster> Feature to Raster].

La distribución gráfica del **factor K** en el **SA** se muestra en la figura siguiente.

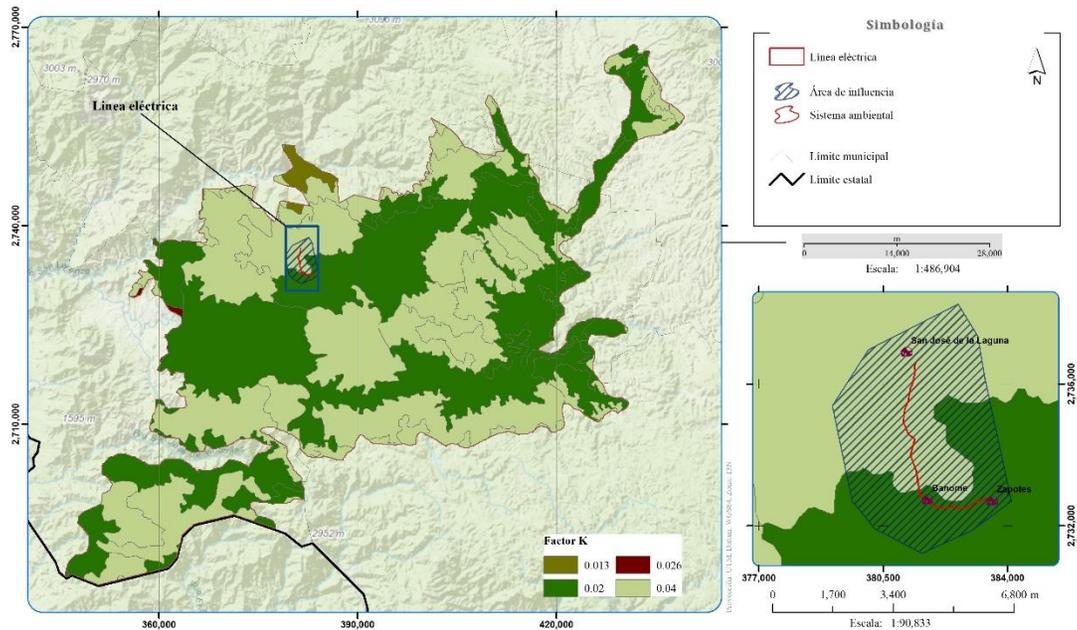


Figura IV-10. Representación del factor K en el SA.

IV.2.1.4.2.3 Factor topográfico

El **factor topográfico [LS]** considera la pendiente media de la ladera y su longitud; la longitud considera el efecto de la topografía sobre la erosión y la pendiente refleja la influencia del gradiente sobre la erosión ya que el potencial de erosión incrementa con la pendiente. La longitud (**L**) se define como la distancia horizontal entre el punto donde inicia el escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente al grado de producir la sedimentación o hasta el punto donde el escurrimiento encuentra un curso bien definido (Foster *et al.*, 1977). Para estimar el **factor L (longitud)** con información proveniente de los SIG, el área de drenaje aportadora se define con la expresión siguiente (Desmet y Govers, 1996, citado por Velásquez, 2008).

$$L = \frac{(A + D^2)^{m+1} - A^{m+1}}{x^m \cdot D^{m+2} \cdot (22.13)^m}$$

donde; *A* = acumulación de flujo a nivel de pixel (celda), *D* = lado del pixel (*m*), *x* = coeficiente de forma (*x* = 1 para sistemas pixelados) y, *m* = valor ajustable dependiendo de la susceptibilidad del suelo a la erosión.

El valor del parámetro **m** se estima con la expresión siguiente.

$$m = \frac{F}{1+F}; \text{ donde: } F = \frac{\text{Seno}(\beta)/0.0896}{3 * (\text{Seno}(\beta))^{0.8+0.56}}$$

donde; β = pendiente del terreno (radianes).

En tanto, el **factor S** (pendiente) se estimó con la expresión siguiente (Foster *et al.*, 1977).

$$S = \begin{cases} 10.8 \cdot \text{Seno}(\beta) + 0.03; & \Rightarrow \text{Tan}(\beta) < 0.09 \\ 16.8 \cdot \text{Seno}(\beta) - 0.50; & \Rightarrow \text{Tan}(\beta) \geq 0.09 \end{cases}$$

donde; β = pendiente del terreno (grados).

En la estimación del **factor S**, el ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente (McCOOL *et al.*, 1987, 1989, citado por Barrios y Quiñonez, 2000). Velásquez (2008) menciona que cuando se aplica esta fórmula con la herramienta [Raster Calculator] de ArcGIS se deberá convertir el ángulo a radianes (1 grado sexagesimal = 0.01745 radianes), para que pueda ser multiplicado por los demás componentes de las ecuaciones. La metodología de cálculo para estimar el **factor LS** en el SA con ArcGIS fue la siguiente:

1. Con el DEM se generó el ráster de la **pendiente** (en **grados**) [**slope**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Surface > Slope].
2. Con el DEM se generó el ráster de la **dirección de flujo** [**flow_dir**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Hydrology > Flow Direction].
3. Con el ráster de la **dirección de flujo** se generó el ráster de la **acumulación de flujo** [**flow_acum**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Hydrology > Flow Accumulation].
4. Con el ráster de la **pendiente** se generó el ráster del **parámetro F** [**par_f**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator] {(Sin("Slope" * 0.01745) / 0.0896) / (3 * Power(Sin("Slope" * 0.01745), 0.8) + 0.56)}.
5. Con el ráster del **parámetro F** se generó el ráster del **parámetro M** [**par_m**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator] {"par_f"/(1+"par_f")}.
6. Entonces, el ráster del **factor L** se estimó con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator] {(Power(("flow_acum" + 15*15), ("par_m"+1)) - Power("flow_acum", ("par_m"+1))) / (Power(15, ("par_m"+2)) * Power(22.13, "var_m"))} (15 = es el lado del pixel del DEM).
7. Con el ráster de la **pendiente** se generó el ráster del **factor S** con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator] {Con((Tan("slope" * 0.01745) < 0.09), (10.8 * Sin("slope" * 0.01745) + 0.03), (16.8 * Sin("slope" * 0.01745) - 0.5))}.

8. Finalmente, el ráster del **factor LS** se generó como resultado del producto del **factor L** y **factor S** con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator] {**factor_l * factor_s**}.

La distribución gráfica del **factor LS** en el **SA** se muestra en la figura siguiente:

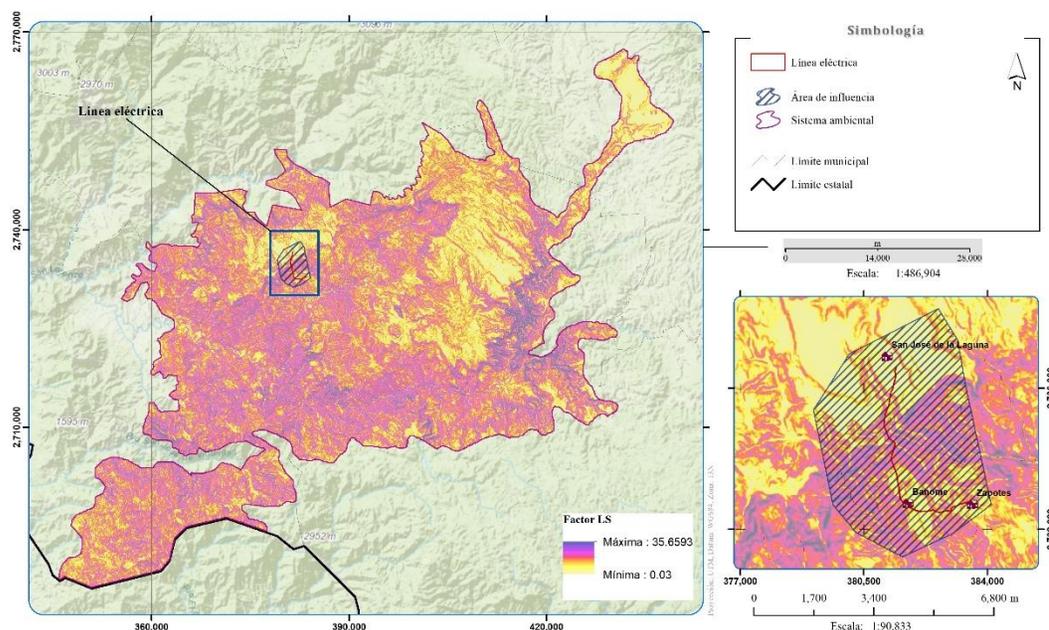


Figura IV-11. Representación del factor LS en el SA.

IV.2.1.4.2.4 Factor de manejo de cultivo y cobertura del suelo

El factor **manejo de cultivo y cobertura de suelo [C]**, es la relación de pérdidas de un terreno cultivado en condiciones específicas, con respecto a las pérdidas de un suelo desnudo y con barbecho continuo en las mismas condiciones de suelo, pendiente y lluvia (Wischmeier y Smith, 1978). El valor de **factor C** depende de las combinaciones entre cobertura, secuencia de cultivos y prácticas de manejo de un lugar en particular. También depende del estado de crecimiento y desarrollo de la cobertura vegetal en el momento en que actúa el agente erosivo. Figueroa *et al.* (1991) presentan los valores del **factor C** de acuerdo a la cobertura vegetal, y en este trabajo se utilizó dichos valores.

El valor del **factor C** es cada vez menor a medida que haya una mayor cobertura vegetal sobre el terreno, de esta manera los valores fluctúan entre 0.0 y 1.0, considerando a un terreno totalmente protegido con 0.0 y uno totalmente desprotegido con el valor de 1.0 (Becerra, 2005), de esta manera para México se determinaron los valores como se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-23. Valores del factor C.

ID	Vegetación y/o uso de suelo	C	ID	Vegetación y/o uso de suelo	C
1	Agricultura de humedad	0.25	28	Mezquital	0.65
2	Agricultura de riego	0.55	29	Palmar inducido	0.75
3	Agricultura de temporal	0.75	30	Palmar natural	0.75
4	Bosque de Ayarín	0.01	31	Pastizal gipsófilo	0.25
5	Bosque de cedro	0.01	32	Pastizal halófilo	0.25
6	Bosque de encino	0.1	33	Pastizal inducido	0.02
7	Bosque de encino-pino	0.01	34	Pastizal natural	0.07
8	Bosque de galería	0.1	35	Popal	0.85
9	Bosque de mesófilo de montaña	0.01	36	Pradera de alta montaña	0.05
10	Bosque de oyamel	0.01	37	Sabana	0.54
11	Bosque de pino	0.01	38	Sabanoide	0.54
12	Bosque de pino-encino	0.01	39	Selva alta perennifolia	0.45

ID	Vegetación y/o uso de suelo	C	ID	Vegetación y/o uso de suelo	C
13	Bosque de táscate	0.01	40	Selva alta subperennifolia	0.45
14	Chaparral	0.65	41	Selva baja caducifolia	0.5
15	Cuerpos de agua	1	42	Selva baja espinosa caducifolia	0.5
16	Manglar	0.1	43	Selva baja espinosa subperennifolia	0.5
17	Matorral crasicaule	0.65	44	Selva mediana caducifolia	0.45
18	Matorral de coníferas	0.2	45	Selva mediana perennifolia	0.45
19	Matorral desértico micrófilo	0.25	46	Selva mediana subcaducifolia	0.45
20	Matorral desértico rosetófilo	0.25	47	Sin Vegetación	1
21	Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	48	Tular	0.1
22	Matorral rosetófilo costero	0.25	49	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
23	Matorral sarcocaula	0.25	50	Vegetación de dunas costeras	0.85
24	Matorral sarco-crasicaule	0.25	51	Vegetación de galería	0.85
25	Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	52	Vegetación halófila	0.85
26	Matorral submontano	0.35	53	Zona urbana	0.005
27	Matorral subtropical	0.12			

Fuente: [<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2831/ramirezleon.pdf?sequence=1>]

La metodología de cálculo para estimar el factor **C** en el **SA** en **ArcGIS** fue la siguiente;

1. Se clasificó el shapefile de **vegetación y uso de suelo** del **SA** considerando los valores del cuadro anterior.
2. Se generó el ráster del **Factor C** a partir de la clasificación del shapefile de uso de suelo y vegetación con el campo de los valores de C con la herramienta [Conversion Tools > To Raster > Feature to Raster].

La distribución gráfica del **factor C** en el **SA** se puede observar en la figura siguiente.

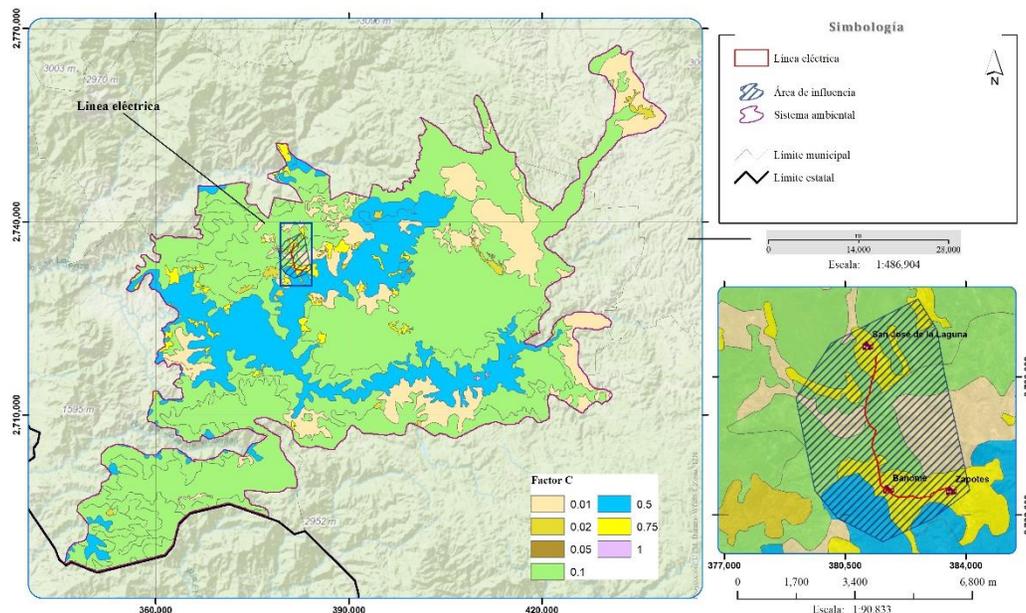


Figura IV-12. Representación del factor C en el SA.

IV.2.1.4.2.5 Factor de prácticas mecánicas de manejo del suelo

El factor **prácticas mecánicas del suelo [P]**, indica la proporción del suelo perdido en las prácticas mecánicas de manejo del suelo específicas con relación a las pérdidas de suelo en cultivos a lo largo de la pendiente (Wischmeier y Smith, 1978). Las prácticas más importantes para reducir el escurrimiento de agua y por consecuencia la erosión del suelo es; el surcado en contorno, el cultivo en fajas en contorno y las terrazas. Figueroa *et al.* (1991) presentaron cuadros con el valor de **P** para cada una de estas prácticas de acuerdo con su combinación con las condiciones de

pendiente, longitud máxima del surcado, rotación de cultivo, sistema de labranza, número de fajas, ancho de fajas y su longitud máxima, intervalo horizontal de las terrazas. Para el cálculo de la erosión hídrica a nivel **SA**, el valor de **P** se asume como 1.

Cuadro IV-24. Valor de P para las diferentes prácticas y eficiencia (Flores López et al., 2003).

Código de Práctica	Práctica Código de eficiencia	Valor de P				
		Máximo 1	2	3	4	Mínimo 5
1	Surcado al contorno	0.75	0.8	0.85	0.9	
2	Surcos rectos	0.8	0.85	0.9	0.95	
3	Franjas al contorno*	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8
4	Terrazas (2-7 % de pendiente)	0.5				
5	Terrazas (7-13 % de pendiente)	0.6				
6	Terrazas (mayor de 13 %)	0.8				
7	Terrazas de Banco	0.1				
8	Terrazas de Banco en contrapendiente	0.05				
9	Surcado lister	0.5				
10	Ripper	0.6				
11	Terrazas de Zing	0.1				

IV.2.1.4.2.6 Estimación de la erosión potencial

Determinar la erosión potencial es de importancia para encontrar los factores C y P, que pueden reducir la erosión a niveles tolerables (Wischmeier, 1976). También es un indicador de aquellas zonas donde los factores [**R**, **K** y **LS**] promueven con mayor intensidad la pérdida de suelo. Para su estimación en este trabajo fue el resultado de la multiplicación de los factores [**R**, **K**, **LS**], en la calculadora ráster [*Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator*] de **ArcGIS**. Para estimar la tasa de erosión potencial promedio en el **SA**, ésta se reclasificó con la herramienta [*Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify*] considerando la clasificación de la FAO, los resultados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-25. Erosión potencial hídrica en el SA.

Grado	Valor	Tasa de erosión (ton·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		Superficie (ha)	Superficie (%)
		Rango	Promedio		
Nula	1	0 – 8	4	370.6	0.1
Ligera	2	8 – 10	9	177.6	0.1
Moderada	3	10 – 50	30	831.6	0.3
Alta	4	50 – 200	125	8076.6	2.7
Muy alta	5	> 200	200	286934.6	96.8
Promedio ponderado			198.33	296,391.2	100

Como se puede observar en el cuadro anterior, la mayor superficie del **SA** tiene una susceptibilidad **Muy Alta** a la erosión (96.9%), dado al efecto que tiene el factor **LS** para acelerar la erosión. Entonces, ponderando la superficie con la tasa de erosión promedio utilizando la herramienta [*Spatial Analyst Tools > Zonal > Zonal Geometry as Table*] de **ArcGIS**, se estimó un valor de erosión media de **198.33 ton / ha / año**.

IV.2.1.4.2.7 Estimación de la erosión actual

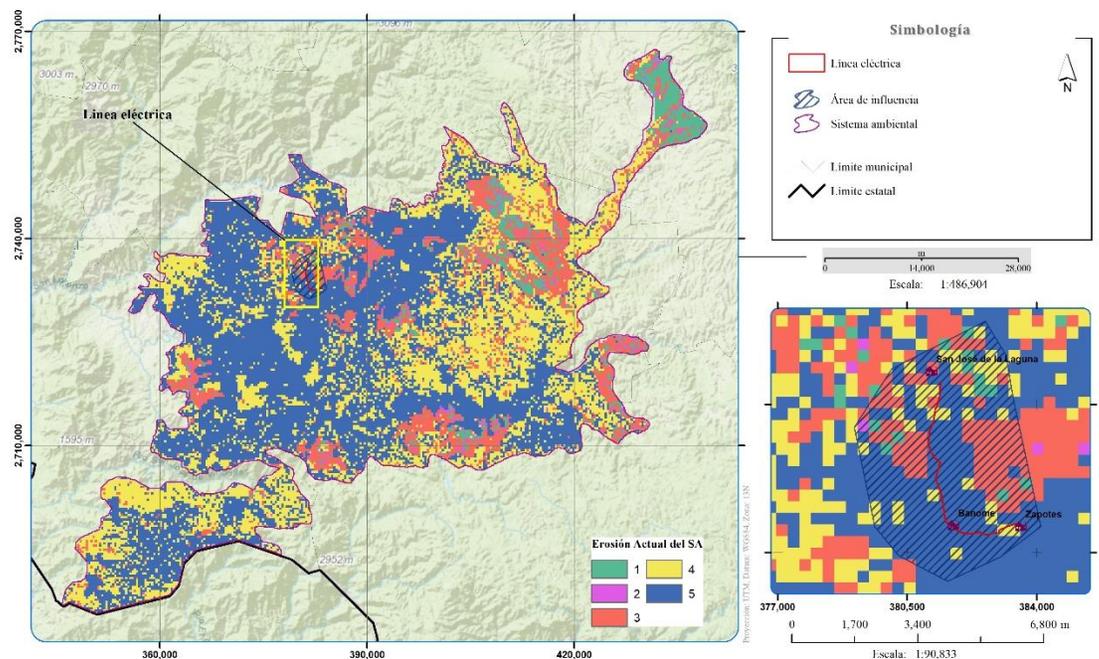
La tasa de erosión hídrica actual en el **SA**, es una de las variables más importantes a considerar para recomendar las prácticas más idóneas para la conservación del suelo y del agua. La estimación de la erosión actual fue el resultado de la multiplicación de los factores [**R**, **K**, **LS**, **C**], en la calculadora ráster [*Spatial Analyst Tools/Map Algebra/Raster Calculator*] de **ArcGIS**. Para la estimación del valor promedio en el **SA** se reclasificó de acuerdo a las categorías de la FAO con la herramienta [*Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify*]. Los resultados de la erosión hídrica actual se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-26. Grado de erosión hídrica actual en el SA.

Grado	Valor	Tasa de erosión (ton·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		Superficie (ha)	Superficie (%)
		Rango	Promedio		
Nula	1	0 – 2	1	0.0	0.0
Ligera	2	2 – 10	6	0.0	0.0
Moderada	3	10 – 50	30	0.0	0.0
Alta	4	50 – 200	125	25768.6	8.7
Muy alta	5	> 200	200	270622.7	91.3
Promedio ponderado			181.46	296391.2	100

Los resultados demuestran que el mayor porcentaje de la superficie del SA se clasifica en los rangos de erosión **Muy Alta**. Ponderando la tasa de erosión por la superficie se estimó un promedio de **181.46/ ha /año**.

La distribución gráfica del grado de erosión hídrica actual se puede observar en la figura siguiente.

**Figura IV-13. Erosión hídrica actual del SA.**

IV.2.1.4.2.8 Erosión hídrica en el sitio de CUSTF

Con la metodología anterior se realizaron los cálculos de la erosión hídrica actual en la superficie sujeta a CUSTF, los resultados y metodología de cálculo se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-27. Erosión total para el sitio con el CUSTF.

Parámetro	Variable	Valor	Unidad	Metodología de cálculo	Fuente
Precipitación anual	P	783.9	mm	Calculadora ráster	Ráster de precipitación
Erosividad de la lluvia Zona X	R	1,824.02	Mj/ha mm/hr	$R = 3.67516 * P - 0.001720 * (P)^2$	Fórmulas establecidas para la república mexicana (Becerra, 1997)
Erosionabilidad del suelo	K	0.01	Adim	Ponderación del valor K por superficie	Valor K, del ráster de la MHF
Factor de longitud y pendiente	LS	40.20	Adim	Calculadora ráster	Valor LS promedio en el sitio
Erosión potencial	Ep	776.39	Toneladas /ha/ año	$Ep = R * K * LS$	
Factor de protección de la vegetación	C	0.01	Adim	Calculadora raster (tipo de vegetación secundaria arbórea de bosque de pino)	Valor C, del ráster de la MHF

Erosión actual	Ea	7.76	Toneladas /ha/ año	$Ea = R * K * LS * C$
Superficie de CUSTF	CUSTF	2.40	ha	
Erosión potencial total	EPT	1,863.33	Toneladas/año	$Ep * CUSTF$
Erosión actual total	EAT	18.63	Toneladas/año	$Ea * CUSTF$

En conclusión, actualmente en sitio propuesto a CUSTF tiene una tasa de erosión hídrica natural (actual) de **774.39 ton/año** de suelo y con la remoción de la vegetación se pronostica se incremente a **1,863.33 ton/año**.

IV.2.1.4.3 Estimación de la erosión eólica

La erosión eólica es el proceso que comprende el desprendimiento, transporte y deposición de los materiales del suelo por acción del viento, este se da cuando la velocidad del último supera las fuerzas de cohesión de las partículas del suelo (Mech y Woodruff, 1967). **La erosión del suelo causada por el viento es un serio problema de degradación en las regiones áridas y semiáridas del mundo** (Lal, 1990), causa la pérdida de la productividad del suelo, problemas de salud por la inhalación de partículas suspendidas, baja visibilidad, entre otros muchos problemas (Saxton et al., 2000; Buschiazzo, 2006).

Las condiciones que favorecen este proceso de pérdida de suelo son: **escasa precipitación, las fuertes oscilaciones de temperatura entre el día y la noche, vientos suficientemente fuertes para provocar el movimiento de las partículas del suelo, superficies casi uniformes y planas, suelos secos y sueltos y áreas con escasa o nula vegetación** (Chepil y Woodruff, 1963). En los ecosistemas secos, la cobertura vegetal es frecuentemente baja y los suelos son secos debido a la baja precipitación y a la gran demanda evapotranspirativa (Loik et al., 2004), como consecuencia, se incrementa el transporte de sedimentos por el aire, aunado a esto, muchos de los ecosistemas secos están experimentando un proceso acelerado de degradación, lo cual afecta la redistribución de sedimentos a través de la erosión eólica (Peters et al., 2006).

A pesar de la importancia fundamental de la erosión eólica en México, se han desarrollado pocos estudios, que permitan entender mejor la dinámica del proceso y el grado de afectación en las diferentes zonas del país, en particular en los ecosistemas secos y relacionando la magnitud de afectación con el uso del suelo y la cobertura vegetal¹.

IV.2.1.4.3.1 Erosión eólica en el sitio de CUSTF

Para realizar el cálculo de la erosión laminar eólica (E_e) se aplicó la fórmula siguiente:

$$E_e = IAV * CATEX * CAUSO$$

donde; E_e = Erosión eólica ($t\ ha^{-1}\ año^{-1}$), IAV = Índice de agresividad del viento, $CATEX$ = Calificación de textura y fase del suelo y, $CAUSO$ = Calificación por uso del suelo.

Índice de agresividad del viento [IAV]

En primer lugar, se calculó el índice de agresividad del viento [IAV] mediante la fórmula siguiente:

$$IAV = 160.8252 - 0.7660 (Pc)$$

donde; Pc = período de crecimiento (número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo).

El valor del período de crecimiento [Pc] se estimó por medio de la expresión siguiente:

$$Pc = 0.2408 (P) - 0.0000372 (P)^2 - 33.1019$$

donde; P es la precipitación promedio anual (mm).

Calificación de textura y fase [CATEX]

¹ Gómez, J.D., Monterroso, A.I., Lechuga G., L.M. 2013. Erosión eólica a nivel regional en México y sus factores determinantes. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco. México.

Para estimar el valor del CATEX se determinó la superficie por tipo de suelo del **SA** mediante la carta de edafología Serie II de INEGI (2014), la calificación de textura y la fase se asignó mediante los valores de los cuadros s correspondientes a suelos no calcáreos (SUECALC = 0) y suelos calcáreos (SUECALC = 1) respectivamente, como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-28. Valores para el cálculo de la capa de calificación de textura en suelos no calcáreos.

Valor de C	Textura* y fase de suelos no calcáreos
3.50	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

donde; *(1= gruesa, 2=media y 3=fina).

Posteriormente se ponderó la superficie por tipo de suelo y su respectiva calificación de textura y fase, mediante la fórmula siguiente:

$$CATEX = \frac{\sum_{i=1}^n Tipo_Suelo_i * C_i}{Sup_total}$$

donde; Tipo_Suelo_i = superficie que cubre el i-ésimo tipo de suelo (ha), C_i = calificación asignada para el i-ésimo tipo de suelo (adimensional) y Sup_total = superficie total de la MHF.

Según la FAO (2018) los suelos calcáreos se encuentran en las zonas áridas y contienen frecuentemente más de 15% de CaCO₃, que puede presentarse en distintas formas (pulverulento, nódulos, costras, etc.). Los suelos con un alto contenido de CaCO₃ pertenecen al grupo de calcisoles (según WRB) y a otros subgrupos cálcicos relacionados; de acuerdo a la carta de perfiles de suelo escala 1: 250 000 serie II (Continuo nacional), en el **SA** no se encuentran suelos calcáreos, ya que todos los perfiles consultados presentan un porcentaje menor al 15% de CaCO₃ en su composición; además, el tipo de vegetación no corresponde a zonas áridas.

Considerando la superficie a **CUSTF** el valor de **CATEX** corresponde a **0.66**, característica de suelos pedregosos o gravosos, de textura media y no calcáreos.

Calificación por uso del suelo [CAUSO]

Como parte del procedimiento para determinar la erosión eólica, se calificó el uso de suelo y vegetación en el **SA** a partir de la capa de uso de suelo y vegetación de INEGI serie VI para asignarle su valor de **C** correspondiente a cada tipo y uso [ver valores del **factor C** que pueden ser utilizados para estimar pérdidas de suelo (EUPS)]. Entonces, el valor de **CAUSO** es **0.01** puesto que solo se tiene un tipo de vegetación y uso de suelo que corresponde a vegetación de bosque de pino.

Finalmente, la metodología de cálculo para estimar la tasa de erosión eólica en la superficie propuesta a **CUSTF** se resume en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-29. Metodología de cálculo para estimar la tasa de erosión eólica en el sitio a CUSTF.

Variable	Valor	Unidad	Fuente y justificación
Índice de agresividad del viento [IAVIE]	59.10	Adim	Fórmula
Precipitación	783.9	mm	Precipitación media del predio
Periodo de crecimiento	132.80	Días	Fórmula
Calificación de textura y fase [CATEX]	0.21	Adim	Suelos de textura media y no calcáreos
Calificación por uso del suelo [CAUSO]	0.100		Vegetación de bosque de pino
Tasa de erosión actual	1.254	ton/ha/año	Fórmula
Superficie de CUSTF	2.400	ha	
Erosión total actual	3.01	ton/año	
Tasa de erosión potencial	12.54	ton/ha/año	El valor de CAUSO es 1 (sin vegetación)
Tasa de erosión potencial total	30.09	ton/año	Erosión total del sitio sin vegetación

La caracterización del sitio propuesto a CUSTF de acuerdo a la degradación del suelo por efecto de la erosión eólica está definida como **MODERADA** por tener un valor de **3.24 ton / ha/ año** de acuerdo a la clasificación del INE (1988) como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-30. Clase de degradación para erosión eólica (INE, 1988).

Rango (ton/ha/año)	Categoría de degradación	Valor
< 12	Sin erosión	1
12 – 50	Ligera	2
50 – 100	Moderada	3
100 – 200	Alta	4
> 200	Muy alta	5

IV.2.1.5 Hidrología

Las cuencas hidrográficas del país se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas (RH) (las islas se agrupan en la RH No. 38); que a su vez se agrupan en las 13 Regiones Hidrológico - Administrativas (RHA) de acuerdo al Sistema Nacional de Información del Agua (2012). En lo que respecta al estado de Durango, las regiones hidrológicas que influyen en su territorio son: 10 (Sinaloa), 11 (Presidio-San Pedro), 12 (Lerma – Santiago), 24 (Bravo – Conchos), 35 (Mapimí), 36 (Nazas – Aguanaval) y 37 (El Salado). De acuerdo a la clasificación hidrológica del Sistema Nacional del Información del Agua (CONAGUA, 2017), el sistema ambiental se ubica dentro del contexto hidrológico que se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-31. Marco hidrológico por unidad ambiental.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Clave
Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Pedro de Azafranes	10-028-01-048
Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Gregorio de Bozos	10-028-01-035

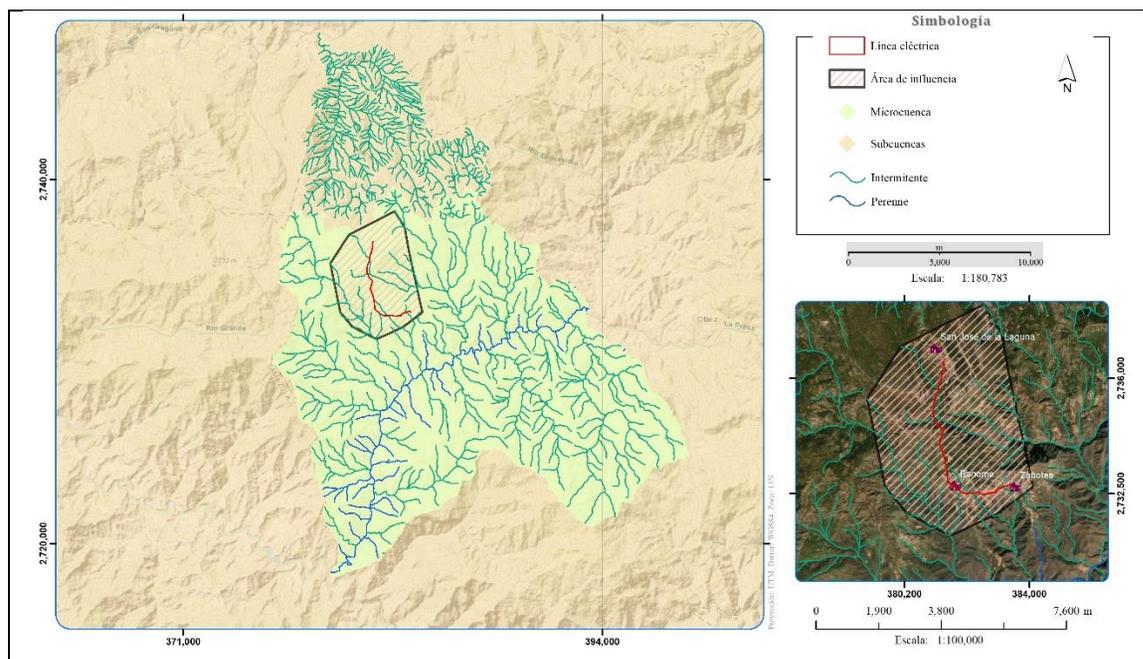


Figura IV-14. Distribución de la red hidrográfica de la microcuenca San Pedro de Azafranes.

IV.2.1.5.1 Hidrología superficial

IV.2.1.5.1.1 Corrientes superficiales

De acuerdo con el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) de INEGI [https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/] y a la información vectorial contenida en la subcuenca **RH11Dc**

sobre red hidrográfica escala 1:50,000 del portal <https://www.inegi.org.mx/temas/hidrografia/default.html#Descargas> los principales escurrimientos que tiene el sistema ambiental son los siguientes:

Cuadro IV-32. Cauces y corrientes de influencia.

Cauces principales	RH	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA
Arroyo Macho Bayo	Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Pedro de Azafranes
Arroyo De Huajupa	Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Pedro de Azafranes
Arroyo De Las Trojas	Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Pedro de Azafranes
Arroyo El Chirimoyo	Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Pedro de Azafranes
Río Presidio	Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Pedro de Azafranes
Arroyo Del Tecolote	Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Pedro de Azafranes
Arroyo El Potrero	Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Pedro de Azafranes
Arroyo Santa Cruz	Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Pedro de Azafranes
Arroyo Cueva Las Moscas	Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Pedro de Azafranes
Arroyo Santiago De Bozos	Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Pedro de Azafranes
Arroyo San Pedro	Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Gregorio de Bozos
Arroyo Papudos	Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Gregorio de Bozos
Arroyo San Pedro	Sinaloa	Río San Lorenzo	San Lorenzo	San Pedro de Azafranes

La subcuenca del Río San Lorenzo es de tipo abierta, tiene una superficie de 899,680.7 km², y considerando la delimitación del sistema ambiental dentro del contexto hidrográfico se puede definir que éste se localiza en la parte **ALTA**, pues las corrientes más cercanas son del tipo efímero e intermitente.

IV.2.1.5.2 Calidad del agua

Un aumento en la demanda biológica de oxígeno (DBO5) indica una disminución en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O₂/l), indispensable para que se mantenga la vida en los ecosistemas acuáticos. Los valores más altos de DBO5 se encuentran en zonas altamente pobladas. La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de DBO5 son: excelente (DBO5≤3), buena calidad (DBO5>3≤6), aceptable (DBO5>6≤30), contaminada (DBO5≥30≤120) y fuertemente contaminada (DBO5≥120). El sistema ambiental cuenta con un punto de muestreo de la variable DBO5 cuya categoría es excelente, ya que su valor es 1. La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O₂/l). La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de DQO son: excelente (DQO≤10), buena calidad (DQO>10≤20), aceptable (DQO>20≤40), contaminada (DQO>40≤200) y fuertemente contaminada (DQO>2000). En el sistema ambiental se tiene un punto de muestreo de la variable DQO cuya categoría es excelente, ya que su valor es 8.89. Los sólidos suspendidos totales o total de sólidos en suspensión (SST), es la cantidad de sólidos que el agua conserva en suspensión después de 10 minutos de asentamiento. La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de SST es: excelente (SST ≤25), buena calidad (SST >25≤75), aceptable (SST >75≤150), contaminada (SST >150≤400) y fuertemente contaminada (SST >400). Para el sistema ambiental le corresponde la categoría excelente, ya que su valor es 5.

IV.2.1.6 Hidrología subterránea

La hidrología subterránea para el área de influencia del SA según las cartas de aguas subterráneas de INEGI, corresponde a sitios con materiales consolidados de posibilidad baja, aunque no se descarta la posibilidad de que en algunas partes se encuentren rocas almacenadoras, donde la mayor parte funciona como zona de recarga de manantiales de agua dulce, en el Predio (sitio) no se da uso a las aguas subterráneas, además no se encuentran pozos perforados para el aprovechamiento del agua, el agua para consumo humano se obtiene de manantiales, en la mayoría de los casos acarreada por gravedad a través de tubería de poliducto y la agricultura que se practica es de temporal.

Según el Atlas de la CONAGUA (AAM-2015) la importancia del agua subterránea se manifiesta en la magnitud del volumen utilizado por los principales usuarios. Para fines de la administración del agua subterránea, el país se ha dividido en 653 acuíferos, cuyos nombres oficiales fueron publicados en el DOF el 5 de diciembre de 2001. A partir de ese momento se inició un proceso de delimitación, estudio y determinación de la disponibilidad media anual de los acuíferos. Según la publicación al 31 de diciembre de 2014, la cuenca del Río San Lorenzo no figura entre los acuíferos de condición de déficit.

Otro factor importante a considera es la sobreexplotación de acuíferos; de acuerdo con los resultados de los estudios recientes de la CONAGUA (AAM-2015), se define si los acuíferos se consideran sobreexplotados o no, en función de la relación extracción/recarga; en este sentido, a nivel subcuenca el aprovechamiento del agua se da a nivel superficial, por lo que se puede establecer que no existe extracción que afecte directamente la recarga de los mantos acuíferos.

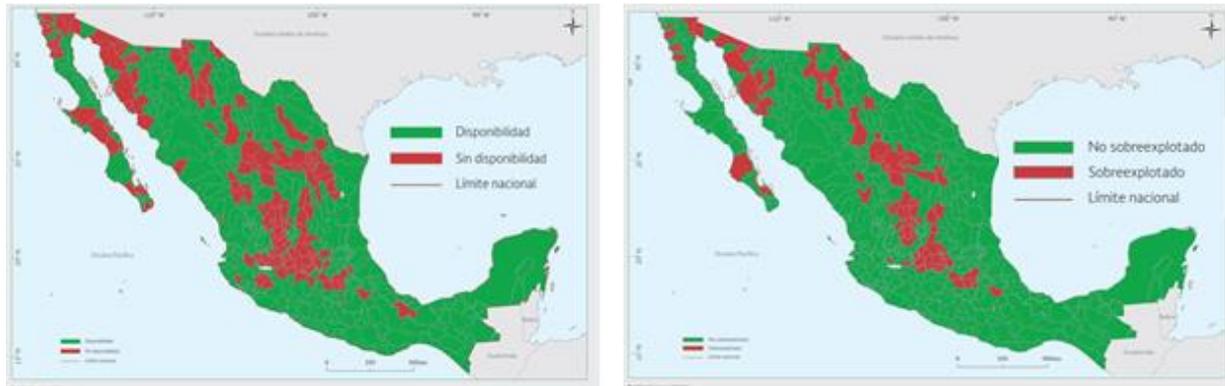


Figura IV-15. Acuíferos con disponibilidad (DOF, 2014).

IV.2.1.6.1 Uso del Agua

El uso del agua en esta cuenca es para consumo humano y animal, también existen zonas de manantiales y arroyos permanentes, sin embargo, en las partes bajas se aprovecha el agua para la agricultura de riego. No existen obras para el almacenamiento del agua de este río (presas) a lo largo de su cauce, pues únicamente se realizan diques temporales de retención y desvía para actividades agrícolas específicamente en el estado de Sinaloa.

El porcentaje que representa el agua empleada en usos productivos respecto al agua renovable es un indicador del grado de presión que se ejerce sobre el recurso hídrico en un país, cuenca o región. Si el porcentaje es mayor al 40%, entonces se ejerce una fuerte presión sobre el recurso (CONAGUA, EAM - 2015). Como se puede ver en la imagen inmediata, el grado de presión sobre los recursos hidrológicos en la Región Administrativa III de la CONAGUA, es catalogada con un grado de presión **ALTO**.

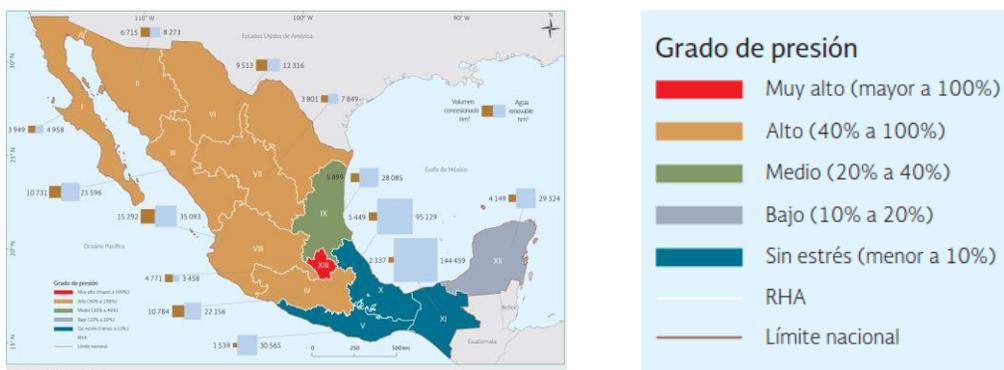


Figura IV-16. Grado de presión por región hidrológico-administrativa, 2014.

En el plano del **Anexo 3.1** se muestra la ubicación del sistema ambiental en su contexto hidrológico.

IV.2.2 Aspectos bióticos

IV.2.2.1 Vegetación

De acuerdo a la clasificación utilizada en la carta de uso de suelo y vegetación serie VI escala 1: 250,000 y a la guía para la interpretación de la cartografía (INEGI, 2016), en el sistema ambiental se pueden encontrar los tipos de vegetación y uso de suelo siguientes.

Cuadro IV-33. Tipos de vegetación y uso de suelo del Sistema Ambiental.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (ha)	%
ADV	Desprovisto de vegetación	80.01	0.0
AH	Asentamientos humanos	45.73	0.0
BM	Bosque mesófilo de montaña	432.30	0.1
BP	Bosque de pino	124722.59	42.1
BPQ	Bosque de pino-encino	15379.10	5.2
BQ	Bosque de encino	14220.69	4.8
BQP	Bosque de encino-pino	31483.22	10.6
PI	Pastizal inducido	2143.90	0.7
SBC	Selva baja caducifolia	54284.21	18.3
TA	Agricultura de temporal anual	5217.89	1.8
VSA/BP	Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	34424.04	11.6
VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	2013.53	0.7
VSA/BQ	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	5502.70	1.9
VSa/BQP	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	3646.61	1.2
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	2794.60	0.9
TOTAL		296,391.1	100.0

Las asociaciones de vegetación se distribuyen en función de la altitud, clima y relieve principalmente. Los bosques de pino y encino y sus asociaciones se encuentran distribuidas en casi todo el sistema ambiental, mientras que la selva baja caducifolia se encuentra en la parte noroeste y central del SA, las áreas de pastizal natural se encuentran en pequeños manchones de la parte central del SA. En el Predio se pueden encontrar los tipos de vegetación y uso de suelo siguientes.

Cuadro IV-34. Tipos de vegetación y uso de suelo en el Predio.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (ha)	%
BP	BOSQUE DE PINO	481.7	20.1
BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	575.7	24.0
SBC	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	246.1	10.3
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	599.8	25.0
VSa/BP	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO	112.6	4.7
VSa/BQP	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	345.6	14.4
VSa/SBC	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	36.3	1.5
		2397.8	100.0

La distribución de los tipos de vegetación y su uso se muestra en el plano del **Anexo 4.12** y su descripción es la siguiente.

Agricultura de temporal (TA).

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia. En casos muy particulares, como es el cultivo del café, cacao y vainilla, que se desarrollan a la sombra de árboles naturales y/o cultivados, su delimitación cartográfica es muy difícil por medio de sensores remotos de baja

resolución por lo que su caracterización se realiza con el apoyo de la observación de campo. También es común encontrar zonas abandonadas con los cultivos mencionados y en donde las especies naturales han restablecido su sucesión natural al desaparecer la influencia del hombre; en estas condiciones las áreas se clasifican como vegetación natural de acuerdo a su fase sucesional o como vegetación primaria si predominan componentes arbóreos originales. Un ejemplo lo tenemos en condiciones de Selva Alta-Mediana Perennifolia y Subperennifolia o en Bosques Mesófilos de Montaña.

Pastizal inducido (PI).

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clima es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal. De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de pino y de encino, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2 800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares a la pradera de alta montaña, formadas por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Por debajo de los 3 000 m de altitud, los pastizales inducidos derivados de los bosques de encino y pino, son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios. Muchas veces son análogos en su aspecto a los pastizales clímax de las regiones semiáridas, pudiendo variar de bajos a bastante altos, a menudo en función del clima. Entre los géneros a los que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: *Andropogon*, *Aristida*, *Bouteloua*, *Bromus*, *Deschampsia*, *Hilaria*, *Muhlenbergia*, *Stipa*, *Trachypogon* y *Trisetum*. Menos frecuentes o quizá menos fáciles de identificar son los pastizales originados a expensas de matorrales xerófilos y aún de otros pastizales. Del Valle de México se describen comunidades de este tipo, que en general son bajas y muchas veces abiertas, incluyen un gran número de gramíneas anuales. Los géneros *Buchloë*, *Erioneuron*, *Aristida*, *Lycurus* y *Bouteloua* contienen con frecuencia las especies dominantes. Otro grupo de pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la Selva Baja Caducifolia, sobre todo en la vertiente pacífica, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbácea no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia. El largo periodo de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de 6 meses. Las especies dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua*, *Hilaria*, *Trachypogon* y *Aristida*. También son abundantes algunas leguminosas. Otra comunidad de origen análogo es la que prospera principalmente del lado del Golfo de México en zonas húmedas, en el que la vegetación clímax, corresponde al Bosque Mesófilo de Montaña, casi siempre sobre laderas muy empinadas de las sierras. A diferencia del pastizal anterior, este permanece verde durante todo el año, pero de igual manera se mantiene bastante bajo. En general cubre densamente el suelo, pero por lo común da la impresión de estar sobrepastoreado. Las gramíneas más comunes pertenecen aquí a los géneros *Axonopus*, *Digitaria* y *Paspalum*. Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido, son: *Aristida adscensionis* (Zacate tres barbas), *Dasyochloa pulchella* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex*, *Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus spp.* (Zacate cadillo o Roseta), *Muhlenbergia phleoides*, *Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

Urbano construido (AH).

Aquí se incluye información de elementos que no forman parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas, pero que inciden sobre ellas, se considera a urbano construido como al conglomerado demográfico, considerando dentro del mismo los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.

Bosque de pino (BP).

Comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo el país, desde Baja California hasta Chiapas, y una pequeña población en Quintana Roo. Las áreas de mayor importancia se localizan en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico. Los climas en donde se desarrollan son templado y semicálido subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura media anual que varía de 6 a 28 °C y una precipitación anual que oscila entre 350 a 1 200 mm. Se encuentra de los 150 m de altitud hasta los 4 200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea, en pendientes que van de 10 a 75 %, en diferentes exposiciones, aunque prefieren las que están orientadas hacia el norte. Este bosque se establece sobre rocas ígneas, gneis y esquistos, y con menos frecuencia en lutitas, areniscas y calizas, en cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, regosoles, umbrisoles, y otros tipos de suelo. Dominan especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, su estrato inferior es relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes herbáceas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Los árboles de pino poseen hojas perennifolias, con una época de floración y fructificación heterogénea, debido a las diferentes condiciones climáticas en las que se presenta. Las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. durangensis*, *P. leiophylla* var. *chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. lawsonii*, *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*.

Bosque de pino - encino (BPQ).

Comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, en climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28 °C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales. Se concentran entre los 1 200 y 3 200 m, y se presentan en todas las exposiciones. Se establecen en sustrato ígneo y en menor proporción, sedimentario y metamórfico, sobre suelos tanto someros como profundos y rocosos principalmente cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros. Alcanzan alturas de 8 a 35 m. Las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*), pero con dominancia de las primeras. Lo integran árboles perennifolios y caducifolios, con floración y fructificación variables durante todo el año. Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. durangensis*, *P. leiophylla* var. *chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. lawsonii*, *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*, encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, y *Q. scytophylla*, entre otras muchas especies de encinos.

Bosque de encino (BQ).

Comunidades vegetales distribuidas en los macizos montañosos de México, se desarrollan en climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que van de los 10 a 26 °C, y una precipitación media anual que varía de 350 a 2 000 mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. Preferentemente se encuentra sobre la exposición norte y oeste, pero se le puede encontrar en otras. Este tipo de vegetación se ha observado en diferentes clases de roca madre, tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus* (más de 200 especies en México); estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, el tamaño varía desde los 4 hasta los 30 m de altura desde abiertos a muy densos. En general, este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los bosques de pino, formando una serie de mosaicos complejos.

Bosque de encino - pino (BQP).

Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país. Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28 °C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2 500 mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 2 800 m. La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. El sustrato donde se desarrolla esta comunidad es de origen ígneo como tobas y riolitas y sedimentarias como las calizas principalmente, se establecen en suelos como leptosoles, luvisoles, regosoles, phaeozem y en menor proporción los durisoles y umbrisoles. Estas comunidades están conformadas por encinos (*Quercus spp.*), y en proporción algo menor de pinos (*Pinus spp.*). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino. Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el encino con una altura de 8 a 35 m. Son árboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año.

Selva baja caducifolia (SBC).

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es *Aw*, aunque también se presenta en *BS* y *Cw*. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28 °C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico. 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 sólo 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*. El estrato arbóreo es muy variado y considera copales, ceibas, acacias, entre otras. En este tipo de selva son comunes: *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato); *Bursera sp.* (cuajote, papelillo, copal, chupandía); *Lysiloma sp.* (tsalam, tepeguaje); *Jacaratia mexicana* (bonete); *Ceiba sp.* (yaaxche, pochote); *Bromelia penguin* (chom); *Pithecellobium keyense* (chukum); *Ipomoea sp.* (cazahuate); *Pseudobombax sp.* (amapola, clavellina); *Cordia sp.* (ciricote, cuéramo); *Havardia acatensis* (barbas de chivo); *Amphipterygium adstringens* (cuachalalá); *Leucaena leucocephala* (waxim, guaje); *Erythrina sp.* (colorín), *Lysiloma divaricatum*, *Ocotea tampicensis*, *Acacia coulteri*, *Beauveria inermis*, *Lysiloma acapulcense*, *Zuelania guidonia*, *Pseudophoenix sargentii* (kuká), *Beauveria plibilis*, *Guaiacum sanctum*, *Plumeria obtusa*, *Caesalpinia vesicaria*, *Ceiba aesculifolia*, *Diospyros cuneata*, *Hampea trilobata*, *Maclura tinctoria*, *Metopium brownei*, *Parmenteria aculeata*, *Piscidia piscipula*, *Alvaradoa amorphoides* (camarón o plumajillo), *Heliocarpus terebinthinaceus* (namo), *Fraxinus purpusii* (aciquité o saucillo), *Lysiloma acapulcense* (tepeguaje), *Haematoxylum campechianum*, *Ceiba acuminata* (mosmot o lanita), *Cochlospermum vitifolium*, *Pistacia mexicana* (achín), *Bursera bipinnata* (copalillo), *Sideroxylon celastrinum* (rompezapote), *Gyrocarpus jatrophifolius* (tincui, San Felipe), *Swietenia humilis* (caoba), *Bucida macrostachya* (cacho de toro), *Euphorbia pseudofulva* (cojambomó de montaña), *Lonchocarpus longipedicellatus*, *Hauya microcerata* (yoá), *Colubrina arborescens* (cascarillo) *Lonchocarpus minimiflorus* (ashicana), *Ficus aurea* (higo), *Gymnopodium floribundum* (aguana), *Leucaena collinsii* (guaje), *Leucaena esculenta* (guaje blanco), *Lysiloma microphyllum*, *Jatropha cinerea*, *Cyrtocarpa edulis*, *Bursera laxiflora*, *Lysiloma candidum*, *Cercidium peninsulare*, *Leucaena lanceolata*, *Senna atomaria*, *Prosopis palmeri*, *Esenbeckia flava*, *Sebastiania bilocularis*, *Bursera microphylla*, *Plumeria rubra*, *Bursera odorata*, *Bursera excelsa* var. *Favonialis* (copal), *Bursera fagaroides* var. *elongata* y *Bursera fagaroides* var. *purpusii*, *Comocladia engleriana*, *Cyrtocarpa procera*, *Lonchocarpus eriocarinalis*, *Pseudosmodium perniciosum*, *Spondias purpurea*, *Trichilia americana*, *Bursera longipes*, *B. morelensis*, *B. fagaroides*, *B. lancifolia*, *B. copallifera*, *B. vejarvazquesii*, *B. submoniliformis*, *B. bipinnata*, *B. bicolor*, *Ceiba aesculifolia* subsp. *parvifolia*, *Ipomoea murucoides*, *Merremia aegyptia*, *I. wolcottiana*, *I. arborescens*, *Brahea dulcis* (palma de sombrero), *Thevetia ovata*, *Indigofera platycarpa*, *Calliandra grandiflora*, *Celtis iguanaea*, *Diphysa floribunda*, *Bonellia macrocarpa*, *Malpighia mexicana* *Pseudobombax ellipticum*, *Crateva palmeri*, *C. tapia*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia dentata*, *Parkinsonia florida*, *Acacia farnesiana*, *Prosopis laevigata*, *Licania arborea*, *Prosopis juliflora*, *Pithecellobium dulce*, *Zygia conzattii*, *Achatocarpus nigricans* (limoncillo), *Coccoloba caracasana* (papaturro), *C. floribundia* (carnero), *Randia armata* (crucecita), *Rauvolfia tetraphylla* (coralillo), *Trichilia hirta*, *T. trifolia* (mapahuite); además, de cactáceas como *Pereskia lychnidiflora*, *Pachycereus sp.* (cardón); *Stenocereus sp.*, *Cephalocereus spp.*, *Pilosocereus gaumeri*, *Stenocereus griseus*, *Acanthocereus tetragonus*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Pterocereus gaumeri*. Los bejucos son abundantes y las plantas epifitas se reducen principalmente a pequeñas bromeliáceas como *Tillandsia sp.*, cactáceas y algunas orquídeas.

Otro concepto importante de la descripción de los tipos de vegetación, es la referencia a los distintos estados sucesionales de la vegetación natural y considera los siguientes:

- **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 diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino (VSA/BP)

Vegetación arbustiva que se desarrolla transcurrido un tiempo después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general, estas comunidades están formadas por muchas especies, aunque en ciertas regiones pueden estar formadas por una sola especie. Este tipo de asociaciones se da en los bosques de pino en recuperación.

Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino - encino (VSA/BPQ)

Vegetación arbórea que se desarrolla después de transcurridos varios años de desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad y el tipo de disturbio presente, podemos encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias de pinos y encinos.

IV.2.2.1.1 Caracterización de la vegetación

La vegetación del sistema ambiental, a diferencia de la clasificación de la serie VI de INEGI, se presenta en solo cuatro estratos; i) vegetación **arbórea** de los bosques de pino – encino, ii) vegetación **herbácea** de pastizal natural caracterizada por valles inter montanos con suelos profundos pero de drenaje deficiente con alta humedad edáfica que impide el desarrollo de árboles, los cuales se presentan solamente en los márgenes, rodeados de bosques de pino o de pino - encino, cubiertos por comunidades de herbáceas, iii) la vegetación **arbustiva** localizada en calchales o terrenos rocosos y suelos perturbados y, iv) vegetación **cactácea** que se puede localizar en los estratos bajos de todos los tipos de vegetación presente. El componente florístico fue identificado mediante recorridos, sitios de muestreo y censos de la vegetación dentro del sistema ambiental y Predio y las principales especies representativas son las siguientes.

Cuadro IV-35. Listado de flora en el sistema ambiental.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	OBSERVACIÓN
Arbóreo			
<i>Alvaradoa amorphoides</i> liebm	Palo de hormiga	-	Nativa
<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	-	Nativa
<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	-	Nativa
<i>Celtis iguanaea</i>	Garabato	-	Nativa
<i>Erythrina flabelliformis</i>	Colorín norteño	-	Nativa
<i>Ipomoea arborescens</i>	Cazahuate blanco	-	Nativa
<i>Juniperus deppeana</i>	Sabino	-	Nativa
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Mauto	-	Nativa
<i>Pinus arizonica</i>	Pino de arizona	-	Nativa
<i>Pinus michoacana</i>	Pino michoacana	-	Nativa
<i>Pinus duranguensis</i>	Pino real	-	Endemica
<i>Pinus cooperi</i>	Pino amarillo	-	Nativa
<i>Pinus oocarpa</i>	Pino ocote	-	Nativa
<i>Pinus strobiformis</i>	cahuite	-	Nativa
<i>Pinus chihuahuana</i>	Pino	-	Nativa
<i>Pinus douglasiana</i>	Pino	-	Nativa
<i>Pinus leiophylla</i>	Pino negro	-	Nativa
<i>Pinus lumholtzii</i>	Pino triste	-	Nativa
<i>Pinus teocote</i>	Pino	-	Nativa
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	-	Nativa
<i>Quercus arizonica</i>	Encino	-	Nativa
<i>Quercus sideroxyla</i>	Encino	-	Nativa
<i>Quercus coccolobifolia</i>	Encino	-	Nativa
<i>Quercus crassifolia</i>	Encino	-	Nativa
<i>Quercus eduardii</i>	Encino	-	Nativa
<i>Quercus laeta</i>	Encino	-	Nativa
<i>Quercus viminea</i>	Encino	-	Nativa
Arbustos			
<i>Acaciella angustissima</i>	Acacia	-	Nativa
<i>Antigonon leptopus</i> Hook	San Miguelito	-	Nativa
<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	-	Nativa
<i>Baccharis salicifolia</i>	Batamote	-	Nativa
<i>Buddleja cordata</i>	Tepozan blanco	-	Nativa
<i>Buddleja parviflora</i>	Soyolisco	-	Nativa
<i>Ceanothus buxifolius</i>	Guazapol	-	Nativa
<i>Ditrysinia fruticosa</i>	<i>Ditrysinia fruticosa</i>	-	Nativa
<i>Dodonaea viscosa</i>	Chapulixtle	-	Nativa
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	Cigarrillo	-	Nativa
<i>Minthostachys mollis</i>	Muña	-	Nativa
<i>Montanoa grandiflora</i>	Acahual	-	Nativa
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	-	Nativa

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	OBSERVACIÓN
<i>Vachellia pennatula</i>	<i>Acacia pennatula</i>	-	Nativa
<i>Vachellia schaffneri</i>	<i>Huizache chino</i>	-	Nativa
Hierbas			
<i>Aristida divaricata</i>	<i>Tres barbas abierto</i>	-	Nativa
<i>Artemesia mexicana</i>	<i>Estafiate</i>	-	Nativa
<i>Bahiopsis deltoidea</i>	<i>Tacote chino</i>	-	Nativa
<i>Bouteloua gracilis</i>	<i>Navajilla</i>	-	Nativa
<i>Carduus nutans</i>	<i>Cardo de almizcle</i>	-	Nativa
<i>Cnidocolus texanus</i>	<i>Texas Bull Nettle</i>	-	Nativa
<i>Cosentinia vellea</i>	<i>Doradilla velluda</i>	-	Nativa
<i>Crocantemum glomeratum</i>	<i>Cenicillo amarillo</i>	-	Nativa
<i>Eragrostis mexicana</i>	<i>Zacate de agua</i>	-	Nativa
<i>Fragaria vesca</i>	<i>Fresa silvestre</i>	-	Nativa
<i>Hymenocallis occidentalis</i>	-	-	Nativa
<i>Malva sylvestris</i>	<i>Malva de campo</i>	-	Nativa
<i>Oxalis pes-caprae</i>	<i>Chokita amarilla</i>	-	Nativa
<i>Pteridium aquilinum</i>	<i>Helecho aguila</i>	-	Nativa
<i>Rubus fruticosus</i>	<i>Rubus fruticosus</i>	-	Nativa
<i>Salvia fulgens</i>	<i>Sallvia escarlata mexicana</i>	-	Nativa
<i>Senecio spartioides</i>	<i>Broom-like Ragwort</i>	-	Nativa
<i>Viguiera dentata</i>	<i>Chamiso</i>	-	Nativa
Cactaceas			
<i>Ferocactus histrix</i>	<i>Biznaga barril de acitrón</i>	<i>Pr</i>	<i>Endemica</i>
<i>Mammillaria gummifera</i>	<i>Biznaga lechosa</i>	-	<i>Endemica</i>
<i>Mammillaria heyderi</i>	<i>Biznaga china</i>	-	Nativa
<i>Mammillaria senilis</i>	<i>Biznaga cabeza de viejo</i>	<i>A</i>	<i>Endemica</i>
<i>Opuntia durangensis</i>	<i>Nopal de durango,</i>	-	Nativa
<i>Opuntia leucotricha</i>	<i>Nopal durasnillo</i>	-	Nativa
<i>Opuntia rastrera</i>	<i>Nopal</i>	-	Nativa
Rosetaceas			
<i>Agave durangensis</i>	<i>Maguey cenizo</i>	-	-
<i>Agave vilmoriniana</i>	<i>Amole</i>	-	-
<i>Dasyliirion wheeleri</i>	<i>Sotol del desierto</i>	-	-

El estado de conservación de la vegetación se encuentra estable en lo que corresponde al bosque de pino - encino, aunque con un poco de presión en las asociaciones cercanas a los asentamientos urbanos. Por otro lado, en los pastizales por la presión que tienen de la actividad ganadera, la vegetación se encuentra muy impactada por el pisoteo del ganado. Para la caracterización de la vegetación, se consultaron las fuentes siguientes.

- Plataforma: <https://enciclovida.mx/>
- La biodiversidad en Durango: Estudio de Estado en su primera edición (2017).
- Plataforma *NaturaLista* de la CONABIO [<https://www.biodiversidad.gob.mx/cienciaciudadana/naturalista>].
- Estudio regional forestal de la UMAFOR 1005 Santiago Papasquiario y Anexos de la CONAFOR.
- Programa de manejo forestal sustentable del Ejido Bánome y San Pedro de Azafranés.

Adicionalmente, se realizaron recorridos de campo y se levantó información de 20 sitios de muestreo, permitiendo validar y reforzar la información recopilada, así como registrar aquellas especies cuyas poblaciones son reducidas en número, cobertura y distribución, en los que las técnicas de muestreo no permiten su registro.

IV.2.2.1.2 Especies de importancia económica

Se consideran especies de importancia económica a las especies vegetales de las que el hombre depende para satisfacer sus diversas necesidades como son su desarrollo biológico, científico, cultural y consecuentemente económico. En este caso, las especies de importancia económica se han clasificado en dos categorías: maderables y no maderables. De acuerdo al muestreo realizado en las visitas a campo), las especies maderables que destacan para

el aprovechamiento forestal son: *Pinus durangensis*, *Pinus arizonica*, *Quercus sideroxyla*, *Pinus teocote*, *Pinus leiophylla*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus lumholtzii*, *Arbutus xalapensis* "Madroño", *Pinus engelmannii*, *Pinus douglasiana*, *Juniperus depeana* "Tascate", *Pinus herrerae*, *Quercus durifolia*, *Quercus crassifolia*, *Quercus obtusata*, *Pinus maximinoi*, *Quercus candicans*, *Quercus splendens*, *Quercus coccolobifolia*, *Quercus laeta*, *Quercus viminea*, *Quercus emoryi*, *Quercus resinosa*, *Quercus conzatii*, *Alnus sp* "Aile", *Quercus subspathulata*, *Quercus grisea* y *Quercus fulva*. Además, en los bosques de la región, existen plantas silvestres que se utilizan como comestibles, medicinales, ornamentales, y forrajeras, además de las maderables, tratadas en el punto anterior.

IV.2.2.1.3 Especies en la NOM - 059

En relación con las especies reportadas en la [NOM-059](#), en el sitio del cambio de uso de suelo no se identificaron especies dentro de la categoría, sin embargo, en el sistema ambiental se pueden identificar las siguientes:

Cuadro IV-36. Especies de flora con categoría en la NOM – 059.

NÚMERO	TIPO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS EN LA NOM-059
1	Arbóreo		<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Abeto	Pr (Protección especial)
2	Herbáceo		<i>Mammillaria senilis</i>	Cabeza de Viejo	A (Amenazada)

En el **Anexo 4.1** se presenta la distribución de los tipos de vegetación y uso de suelo en el sistema ambiental.

IV.2.2.1.4 Análisis de la diversidad de vegetación

Con la información derivada de los muestreos de campo se realizó un análisis de la diversidad y abundancia para los diferentes estratos de vegetación con los índices y variables estructurales siguientes.

Densidad y densidad relativa

La densidad está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies dividido por la superficie muestreada.

$$D = n * 10,000 / m$$

donde: D = densidad (árboles / ha); n = número de individuos encontrados en la muestra; m = superficie de muestreo (m^2).

La densidad relativa permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal, ya que considera el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población, expresa la proporción del número total de individuos de todas las especies.

$$DR = \frac{D_{ij}}{\sum_j D_{ij}} * 100$$

donde: DR = densidad relativa (%); D_{ij} = densidad para cada una de las especies i en el estrato j .

Dominancia relativa

La dominancia relativa se define como el porcentaje de biomasa (área basal o cobertura) que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal o cobertura del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. También es denominada grado de cobertura de las especies, es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los individuos sobre el suelo. La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada.

$$DO = \frac{Da_{ij}}{\sum_j Da_{ij}} * 100$$

donde: DO = dominancia relativa (%); Da = área basal para la especie i en el estrato j .

Frecuencia relativa

La frecuencia permite conocer el número de veces que se presenta una especie en un determinado muestreo. En ecología se expresa como la proporción de parcelas en las que está presente un individuo de una especie en particular.

$$Fa = x * n_i$$

donde: Fa = frecuencia; x = número de veces que aparece la especie (n_i) en el estrato j .

La frecuencia relativa es la probabilidad promedio de encontrar por lo menos un individuo de una especie particular en el total de las unidades de muestreo.

$$FR = \frac{Fa_{ij}}{\sum_j Fa_{ij}} * 100$$

donde: FR = frecuencia relativa (%); Fa = frecuencia de la especie i en el estrato j .

Índice de valor de importancia

El Índice de Valor de Importancia (IVI) define cuáles de las especies presentes contribuyen en mayor o menor medida en la estructura de la comunidad. Las especies que tienen el IVI más alto significa, entre otras cosas, ser dominantes ecológicamente en el sitio, que absorbe muchos nutrientes, que ocupa mayor espacio físico, que controla en un porcentaje alto la energía que llega a este sistema. Este índice sirve para comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. Su valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, densidad relativa y dominancia relativa.

$$IVI = DR + Do + FR$$

donde: IVI = índice de valor de importancia (%); DR = densidad relativa (%); Do = dominancia relativa (%); FR = frecuencia relativa (%).

El valor de importancia se mide en una escala que va de 0 a 300 y la especie es más dominante en una comunidad en la medida que sea mayor su valor de importancia. Con la obtención del IVI a través de la integración de los valores relativos para cada especie, es posible inferir el desarrollo, la ecología y adaptación de esa especie dentro de una comunidad determinada.

Índices de diversidad y riqueza

La diversidad de la flora fue analizada con el índice de Shannon-Weaver (H'), el cual se basa en la proporción numérica de los individuos de una determinada especie respecto al total presente en la comunidad. La expresión de este índice es la siguiente (Shannon-Weaver, 1949).

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i * \ln(p_i)$$

donde; s = número de especies, p_i = proporción de individuos de la especie i y \ln = logaritmo natural.

Otro índice considerado es Simpson (D), el cual se basa en la dominancia (p_i) o inverso de la equidad de una comunidad. Toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. El valor de este índice varía de 0, para una comunidad con una sola especie, hasta 1 para una comunidad en que cada individuo pertenece a una especie diferente (Zavala, 1984), por lo tanto, este índice indica la probabilidad que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies distintas. La expresión es la siguiente (Simpson, 1949).

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2$$

dónde: p_i = abundancia proporcional de la especie i

Para medir la riqueza específica de las comunidades se utilizó los índices de Menhinick (1964) [R] y Margalef (1958) [D_m] con las expresiones siguientes (Magurran, 2004).

$$R = \frac{S}{\sqrt{N}}, D_m = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

dónde: S = número de especies o riqueza de especies; N = número total de individuos

Además, la máxima diversidad ($H' \max$) se evaluó con el logaritmo natural de S y la equidad (J) se estimó con el índice de Pielou's evenness (1969); $J = S / \ln(H')$. Finalmente, el índice de diversidad de Hill (1973) [I] se estimó con el exponencial del índice de Shannon.

Con la información de los sitios de muestreo en el sistema ambiental, la diversidad, riqueza y abundancia de la vegetación por estrato se describe en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-37. Caracterización de la diversidad y abundancia de la vegetación presente en el sitio de CUSTF.

Estrato	Especie	INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA						INDICE DE DIVERSIDAD Y RIQUEZA							
		AB	N	DOM	FRE	DEN	IVI [%]	S	D _m	R	D	H'	H' Max	I	J
Arbóreo	<i>Arbutus xalapensis</i>	1.23	13	6.8	4.5	1.2	12.5	14	2.2	8.2	0.84	2.1	2.6	0.7	0.8
	<i>Prosopis laevigata</i>	0.50	7	5.8	3.0	0.6	9.4								
	<i>Juniperus deppeana</i>	5.34	43	6.1	7.5	4.0	17.5								
	<i>Pinus arizonica</i>	1.89	13	7.1	3.0	1.2	11.3								
	<i>Pinus Cooperi</i>	29.35	137	9.6	9.0	12.5	31.0								
	<i>Pinus durangensis</i>	55.22	330	7.2	14.9	30.2	52.3								
	<i>Pinus lumholtzii</i>	15.37	67	9.4	7.5	6.1	23.0								
	<i>Pinus michoacana</i>	17.85	63	8.8	10.4	5.8	25.0								
	<i>Pinus oocarpa</i>	6.89	10	6.9	1.5	0.9	9.3								
	<i>Quercus arizonica</i>	12.01	83	6.6	9.0	7.6	23.2								
	<i>Quercus crassifolia</i>	6.05	27	8.4	3.0	2.4	13.8								
	<i>Quercus viminea</i>	1.40	10	2.6	3.0	0.9	6.5								
	<i>Quercus sideroxyla</i>	25.18	210	7.2	13.4	19.2	39.8								
<i>Pinus strobiformis</i>	14.93	80	7.4	10.4	7.3	25.2									
Arbustivo	<i>Antigonon leptopus Hook</i>	0.01	10.0	1.7	3.6	6.4	11.6	8	1.6	6	1	1.8	2.1	1.17	0.9
	<i>Arbutus xalapensis</i>	0.58	53.3	9.5	28.6	34.0	72.1								
	<i>Baccharis salicifolia</i>	0.04	6.7	3.0	3.6	4.3	10.8								
	<i>Buddleja cordata</i>	0.06	6.7	19.2	7.1	4.3	30.6								
	<i>Ceanothus buxifolius</i>	0.07	10.0	6.8	7.1	6.4	20.3								
	<i>Ditrysinia fruticosa</i>	0.08	16.7	3.0	17.9	10.6	31.5								
	<i>Dodonaea viscosa</i>	0.12	13.3	6.3	10.7	8.5	25.5								
	<i>Vachellia pennatula</i>	0.25	40.0	50.5	21.4	25.5	97.5								
	<i>Ferocactus histrix</i>	0.18	3.3	30.2	10.0	7.1	47.3	4	0.8	4.2	0.9	1.4	1.1	0.52	1.3
Cactáceo	<i>Mammillaria heyderi</i>	0.05	3.3	3.2	10.0	7.1	20.3								
	<i>Opuntia rastrera</i>	0.72	40.0	66.7	80.0	85.7	232.4								
Herbácea	<i>Aristida divaricata</i>	0.0117	46.7	41.4	20.6	22.6	84.6	5	1.0	1.7	1	0.5	1.6	1.34	0.3
	<i>Cosentinia vellea</i>	0.0048	30.0	8.2	17.6	14.5	40.4								
	<i>Eragrostis mexicana</i>	0.0134	70.0	9.0	35.3	33.9	78.2								
	<i>Fragaria vesca</i>	0.0043	43.3	4.8	14.7	21.0	40.5								
	<i>Viguiera dentata</i>	0.0032	16.7	36.5	11.8	8.1	56.4								
Rosetáceas	<i>Agave durangensis</i>	0.9	20.0	68.9	66.7	66.7	202.2	3	0.9	2.3	0.9	0.8	1.1	1	0.8
	<i>Agave vilmoriniana</i>	0.6	6.7	24.4	22.2	22.2	68.8								
	<i>Dasyliiron wheeleri</i>	0.1	3.3	6.8	11.1	11.1	29.0								

IV.2.2.2 Fauna

La información referente al estado actual de la fauna silvestre en los bosques de clima templado frío de la Sierra Madre Occidental es escasa, por lo que se llevó a cabo un diagnóstico general de las especies presentes en hábitats como lo son el bosque de pino y bosque de pino-encino mismo que corresponde a la zona donde se localiza el sitio, además se incluyó información colectada en campo, así como encuestas testimoniales de los habitantes de la zona y la revisión bibliográfica disponible. En la actualidad en el SA se presenta una gran variedad de fauna silvestre la cual no se verá afectada por las actividades propias del presente proyecto ya que en general la fauna ha sido desplazada de su hábitat por actividades antropogénicas hacia los sitios más alejados de los centros de población.

IV.2.2.2.1 Inventario de especies de fauna silvestre reportadas o avistadas

La descripción de la fauna en el Predio y sistema ambiental, se efectuó de acuerdo a cuatro grupos taxonómicos (*anfibios, reptiles, aves y mamíferos, indicadores de la calidad de hábitat de los vertebrados terrestres, porque son organismos fácilmente identificables en campo a diferencia de los invertebrados como insectos y arácnidos*), excelentes indicadores de disturbios y parte del espacio cultural, social y económico de la sociedad. Para la caracterización de la fauna se realizó una completa revisión bibliográfica para identificar y describir las principales especies que tienen su hábitat en el sistema ambiental, además, los listados encontrados fueron verificados durante recorridos y muestreo de campo durante las cuatro estaciones del año. El material de apoyo utilizado en la

determinación de los listados de las especies durante los recorridos de campo y en las encuestas con personas locales fue el siguiente:

- **Reptiles y anfibios.** Sttebins (1985) y Conant y Collins (1997).
- **Aves.** Sibley (2001), rusel y Monson (1998), Pyle (1997) y National Geographic (1987)
- **Mamíferos.** Caire (1978), Burt y Grossenheiderr (1980) y May (1981)

Otras fuentes de consulta.

- Plataforma: <https://enciclovida.mx/>
- Plataforma: <https://mexico.inaturalist.org/>
- Link: <https://www.ecologiaverde.com/flora-y-fauna-de-durango-4093.html>

Las especies de fauna reportadas y avistadas en el sistema ambiental y Predio son los siguientes.

Cuadro IV-38. Especies de fauna silvestre reportadas y avistadas en el sistema ambiental.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
AVES										
Parúlidos	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla	LC	No endemica	Residente, migratoria en invierno	Aún abundantes y esparcidos	Solitario y en pareja en época reproductiva	Omnívoro	Bosques y pastizales	Arbóreo
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Ruiseñor o saltapared común	Pr	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Solitario y en pareja en época reproductiva	Insectívoro	Bosques y pastizales	Troncos y zacatales
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Solitario	Carnívoro	Zonas inundables	Ras de suelo
Passerellidae	<i>Spizella passerina</i>	Gorrion cejas blancas	Pr	No endemica	Residente, migratoria en invierno	Aún abundantes y esparcidos	Gregaria	Granívoro	Bosques, pastizales y áreas urbanas	Ras de suelo
Túrdidos	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo garganta azul	LC	No endemica	Residente, migratoria en invierno	Aún abundantes y esparcidos	Solitario	Omnívoro	Bosques y pastizales	Ras de suelo
Paridae	<i>Poecile sclateri</i>	Carbonero mexicano	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Solitario	Omnívoro	Bosques y pastizales	Arbóreo
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Gregaria	Insectívoro	Zonas inundables	Ras de suelo
Sittidae	<i>Sitta carolinensis</i>	Bajapalos pecho blanco	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Gregaria	Omnívoro	Bosques	Arbóreo
Fringillidae	<i>Spinus notatus</i>	Jilguero encapuchado	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Gregaria	Omnívoro	Bosques	Arbóreo
Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Pareja	Omnívoro	Bosques	Arbóreo
Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	Pr	No endemica	Residente, migratoria en invierno	Aún abundantes y esparcidos	Gregaria	Omnívoro	Bosques, pastizales y áreas urbanas	Cielo abierto
Colibríes	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	Pr	No endemica	Residente, migratoria en invierno	Aún abundantes y esparcidos	Solitario	Néctar	Bosques	Arbóreo
Trogonidae	<i>Trogon mexicanus</i>	Coa Mexicana	LC	No endemica	Residente	De común a poco común	Solitario	Omnívoro	Bosques	Arbóreo
Fringillidae	<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero dominico	LC	No endemica	Residente	De común a poco común	Gregaria	Omnívoro	Bosques	Arbóreo
Psittacidae	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya Verde	LC	Endemico	Residente, migratoria en invierno	Escasa	Pareja	Granívoro	Bosques	Arbóreo y cielo abierto
Psittacidae	<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	Cotorra Serrana Occidental	LC	No endemica	Residente, migratoria en invierno	Escasa	Pareja	Granívoro	Bosques	Arbóreo y cielo abierto
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Gregaria	Granívoro	Bosques, pastizales y áreas urbanas	Ras de suelo
Trogonidae	<i>Euptilotis neoxenus</i>	Quetzal Orejón	LC	No endemica	Residente	De común a poco común	Solitario	Omnívoro	Bosques	Arbóreo

Turdidae	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo Garganta Azul	Pr	No endemica	Residente	De común a poco común	Pareja	Omnívoro	Bosques y pastizales	Arbóreo
Turdidae	<i>Myadestes townsendi</i>	Clarín Norteño	LC	No endemica	Residente	De común a poco común	Gregaria	Omnívoro	Bosques y pastizales	Arbóreo
Corvidae	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara Copetona	Pr	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Gregaria	Omnívoro	Bosques	Arbóreo
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	LC	No endemica	Migratoria	Aún abundantes y esparcidos	Gregaria	Insectívoro	Pastizales y áreas urbanas	Cielo abierto
Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo Primavera	LC	No endemica	Residente, migratoria en invierno	Aún abundantes y esparcidos	Gregaria	Omnívoro	Bosque	Ras de suelo
Anatidae	<i>Mareca strepera</i>	Pato Friso	LC	No endemica	Residente, migratoria en invierno	Aún abundantes y esparcidos	Gregaria	Omnívoro	Zonas inundables	Sobre el agua
Phasianidae	<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote Silvestre	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Gregaria	Omnívoro	Bosque	Ras de suelo
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Pareja	Omnívoro	Bosques, pastizales y matorrales	Arbóreo y ras de suelo
Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín Morado	LC	No endemica	Residente, migratoria en invierno	De común a poco común	Gregaria	Omnívoro	Ripiaros	Ras de suelo
Vireonidae	<i>Vireo huttoni</i>	Vireo Reyzeuelo	Pr	No endemica	Residente	De común a poco común	Gregaria	Omnívoro	Bosques y pastizales	Arbóreo
Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	Papamoscas José María	Pr	No endemica	Residente	De común a poco común	Gregaria	Omnívoro	Bosques y pastizales	Arbóreo
Sittidae	<i>Sitta pygmaea</i>	Bajapalos Enano	LC	No endemica	Residente	De común a poco común	Gregaria	Omnívoro	Bosques y pastizales	Arbóreo
Certhiidae	<i>Certhia americana</i>	Trepadorcito americano	LC	No endemica	Residente, migratoria en invierno	Aún abundantes y esparcidos	Gregaria	Omnívoro	Bosques y pastizales	Arbóreo
Picidae	<i>Dryobates villosus</i>	Carpintero Velloso	LC	Endemico	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Solitario	Omnívoro	Bosque	Arbóreo
Passerellidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco Ojos de Lumbre	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Solitario	Omnívoro	Bosque	Ras de suelo
Furnariidae	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos Mexicano	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Solitario	Omnívoro	Bosque	Arbóreo
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero	LC	No endemica	Residente, migratoria en invierno	Aún abundantes y esparcidos	Solitario	Omnívoro	Bosque	Arbóreo
Sittidae	<i>Sitta carolinensis</i>	Bajapalos Pecho Blanco	Pr	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Solitario	Omnívoro	Bosque	Arbóreo
Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	Azulejo garganta canela	LC	No endemica	Residente, migratoria en invierno	Aún abundantes y esparcidos	Solitario	Omnívoro	Bosque	Arbóreo
Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	Pr	No endemica	Residente	De común a poco común	Solitario	Néctar	Bosques y pastizales	Arbóreo
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Águila cola roja	LC	No endemica	Residente, migratoria en invierno	Aún abundantes y esparcidos	Solitario y en pareja en época reproductiva	Carnívoro	Bordes de Bosque y pastizales	Cielo abierto
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Aura	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Gregaria	Carnívoro	Bordes de Bosque y pastizales	Cielo abierto

MAMIFEROS

Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de monte	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Solitario	Herbívoro	Bosque	Ras de suelo
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	LC	No endemica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Manada	Herbívoro	Bosque y pastizales	Ras de suelo
Mephitidae	<i>Conepatus mesoleucus</i>	Zorrillo	LC	No endemica	Residente	De común a poco común	Solitario	Omnívoro	Bosque	Ras de suelo
Mephitidae	<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo rayado	Pr	No endemica	Residente	De común a poco común	Solitario	Omnívoro	Bosque	Ras de suelo
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón	Vu	No endemica	Residente	De común a poco común	Solitario	Omnívoro	Bosque	Ras de suelo
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	LC	No endemica	Residente	De común a poco común	Manada	Omnívoro	Bosque, zonas urbanas y	Ras de suelo

Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	LC	No endémica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Manada	Omnívoro	Bosque de agua	Ras de suelo
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris	LC	No endémica	Residente	De común a poco común	Solitario	Omnívoro	Bosque	Ras de suelo
Felidae	<i>Felis silvestris</i>	Gato montes	LC	No endémica	Residente	De común a poco común	Solitario	Carnívoro	Bosque	Ras de suelo
Felidae	<i>Felis concolor</i>	Puma de montaña	LC	No endémica	Residente	De común a poco común	Solitario	Carnívoro	Bosque	Ras de suelo
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecari de collar	LC	No endémica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Manada	Omnívoro	Bosque	Ras de suelo
Sciuridae	<i>Neotamias durangae</i>	Chichimoco	LC	No endémica	Residente	De común a poco común	Solitario	Granívoro	Bosque	Arbóreo
Sciuridae	<i>Sirius nayaritensis</i>	Ardilla nayarit	LC	No endémica	Residente	De común a poco común	Solitario	Granívoro	Bosque	Arbóreo
Sciuridae	<i>Sirius alberti</i>	Ardilla de albert	LC	No endémica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Solitario	Granívoro	Bosque	Arbóreo

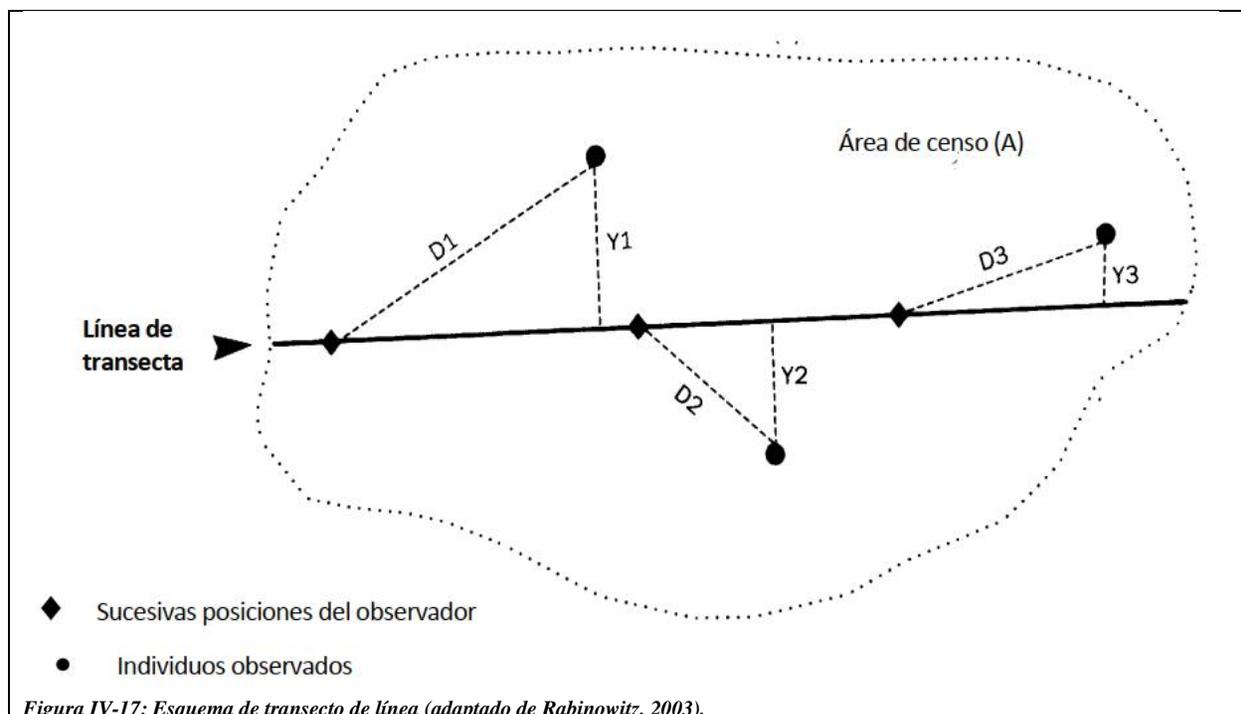
ANFIBIOS Y REPTILES

Colubridae	<i>Storeria storerioides</i>	Culebra parda mexicana	LC	No endémica	Residente					
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa del mezquite	LC	No endémica	Residente	De común a poco común	Solitaria	Omnívoro	Bosque	Ras de suelo
Viperidae	<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel cola negra	LC	No endémica	Residente	De común a poco común	Solitaria	Carnívoro	Bosque	Ras de suelo
Natricidae	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	Pr	No endémica	Residente	De común a poco común	Solitaria	Carnívoro	Bosque y zonas inundables	Ras de suelo y agua
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón de montaña	Vu	No endémica	Residente	De común a poco común	Solitaria	Insectívoro	Bosque	Ras de suelo
Hylidae	<i>Dryophytes eximius</i>	Rana arborícola de montaña	LC	No endémica	Residente	Aún abundantes y esparcidos	Solitaria	Insectívoro	Bosque y zonas inundables	Ras de suelo y agua
Bufonidae	<i>Incilius occidentalis</i>	Sapo de los pinos	LC	No endémica	Residente	De común a poco común	Solitaria	Carnívoro	Bosque y zonas inundables	Ras de suelo y agua

IV.2.2.2 Muestreo de la diversidad y abundancia de especies de fauna silvestre

La metodología para la caracterización de la diversidad y abundancia de la fauna silvestre de los 4 grupos filogenéticos (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) consistió en un muestreo directo e indirecto, los muestreos directos son aquéllos que se refieren a un contacto activo con el animal, ya sea avistamiento o al oído (escuchar), mostrando una evidencia de la presencia del individuo en ese lugar y en ese momento. Por su parte, los muestreos indirectos se refieren a la identificación de excretas, huellas, sitios de alimentación, madrigueras y restos óseos, entre otros. Para identificar los individuos se utilizó los transectos en línea.

Transectos de línea. Esta técnica asume que no todos los individuos serán vistos por el observador y que el número de individuos observados se incrementará con la distancia recorrida en el transecto. A diferencia del transecto de faja, en este caso su ancho se obtiene a partir de cada una de las observaciones, tomando las distancias (D) o (Y) desde el individuo a la línea recorrida. El observador debe recorrer la línea de transecto (X), contando los animales a ambos lados de la línea y registrando sin error (D) o (Y) cuando el animal es detectado.



Donde; D = distancia entre el observador y el individuo observado; Y = distancia perpendicular entre la línea de transecto y el individuo observado, $Y = 0$ si el individuo es visto sobre el transecto; X = largo del transecto; N = número de animales observados; α = ángulo entre la dirección de la línea de transecto y la línea de observación del animal.

El muestreo de las especies de fauna silvestre por grupo filogenético fue de la manera siguiente.

IV.2.2.2.3 Aves

La metodología para evaluar la diversidad y abundancia de especies de aves consistió en establecer puntos de observación, denominado “*estación de observación*”, permaneciendo de 30 a 45 minutos en el sitio, la observación se inicia a las 6:30 A.M., debido a que es a partir de este horario donde inicia la actividad de las aves y la frecuencia de cantos es mayor, concluyendo a las 10:00 - 10:30 A.M., ya que después de este horario las actividades disminuyen, volviendo a realizar las observaciones en horarios vespertinos iniciando a las 16:00 horas y concluyendo a las 17:30 horas aproximadamente. Todas las aves observadas y/o identificadas por su canto o llamado se registraron en una libreta de campo, anotando la especie, distancia del avistamiento y el número de individuos por especie.

IV.2.2.2.4 Anfibios y reptiles

La metodología para el muestreo de reptiles y anfibios consistió en recorridos y transectos de campo en los hábitats más activos (observaciones debajo de piedras, restos vegetales y matorrales cerrados). Para cada observación, se registró en la libreta de campo la especie observada, la distancia respecto al centro del transecto, número de individuos, hora de avistamiento y hábitat ocupado.

IV.2.2.2.5 Mamíferos

Para la evaluar los mamíferos se recurrió al empleo de algunas técnicas indirectas como la localización e identificación de excretas, huellas, sitios de alimentación, madrigueras y restos óseos, entre otros y, eventualmente, la observación directa de ejemplares. Los muestreos se realizaron tratando de cubrir las cuatro estaciones del año donde se realizaron transectos o recorridos previamente georreferenciados con GPS. Para la identificación de las especies se utilizó la guía de campo “*Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*” así como los rangos de distribución histórica establecidos por CONABIO (2017), conjuntamente se revisó los listados de la [NOM-059](#) para conocer su estatus de conservación. Todas las especies observadas y/o identificadas se registraron en una libreta de campo, anotando la especie, distancia del avistamiento y el número de individuos por especie.

IV.2.2.2.6 Diseño de muestreo

Las características de los transectos (recorridos de campo) de muestreo de la fauna silvestre en el área de influencia se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-39. Características de los transectos para el muestreo de la fauna silvestre en el sistema ambiental.

Característica	Transecto			
	1	2	3	4
Longitud (Km)	2.1	2.6	2.0	1.8
Fecha de muestreo	15-jul-23	25-nov-23	15-feb-24	10-abr-24
Tipo de vegetación	Bosque de pino - encino	Bosque de pino	Vegetación secundaria de bosque de pino	Pastizal inducido
Coordenadas UTM (X)	381493	381328	377324	383490
Coordenadas UTM (Y)	2735299	2735669	2736475	2734967

Ahora bien, para el monitoreo de las aves se ubicaron estaciones de observación dentro de cada transecto, las coordenadas geográficas UTM de su localización se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-40. Estaciones de observación de las aves.

Estación de observación	Coordenadas geográficas UTM	
	X	Y
1	381493	2735299
2	381328	2735669
3	380848	2735943
4	385413	2738440
5	377324	2736475
6	383835	2736767
7	386346	2736455
8	381800	2734510
9	382449	2730610
10	383490	2734967
11	382030	2733542
12	380065	2732657
13	381125	2731887
14	380220	2734125
15	378168	2731645
16	379311	2735062
17	377684	2734002
18	378804	2736271
19	381649	2738539
20	379537	2736769

La ubicación de los transectos y estaciones de muestreo en el sistema ambiental se muestra en la figura siguiente.

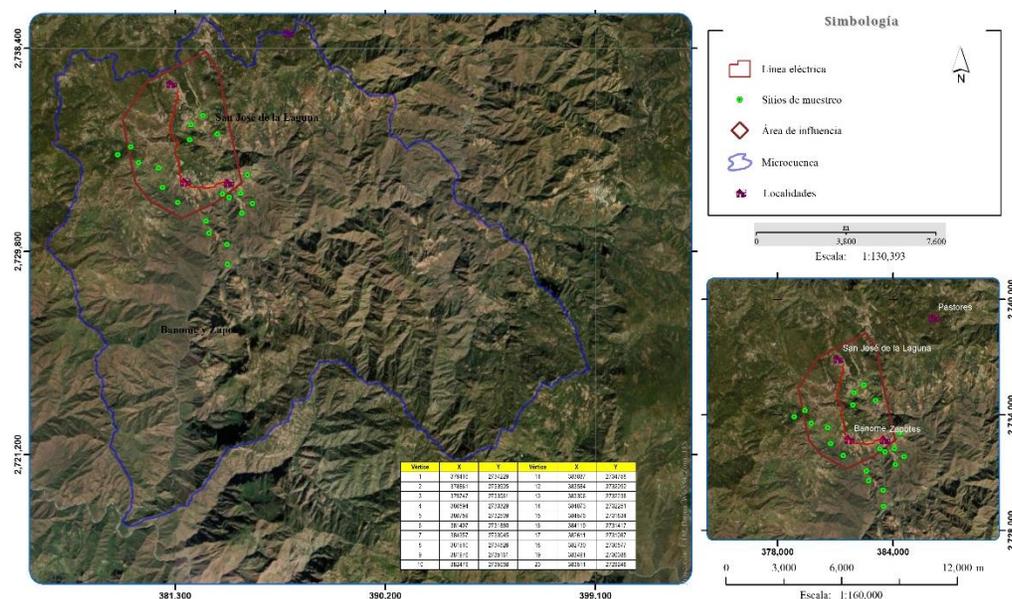


Figura IV-18. Ubicación de los sitios de muestreo de la fauna silvestre.

IV.2.2.2.7 Análisis de la distribución espacial y diversidad

La densidad (cantidad de individuos por unidad espacial) de la fauna silvestre fue medida con el método de King (Gaillard y Pece, 2011)², con la expresión siguiente.

$$\text{Densidad } (D_x) = \frac{N}{2 \cdot X \cdot D_m}$$

donde; D_x = densidad de la especie (individuos por unidad de superficie), N = número de animales observados, X = longitud del transecto (km), D_m = ancho promedio del transecto (km).

La diversidad alfa (α) se estimó para cada grupo filogenético, de acuerdo con los índices de Shannon-Wiener (1949) [H'] y Simpson (1949) [D]. La riqueza específica de especies se estimó con los índices de Menhinick (1964) [R] y Margalef (1958) [D_m] (Magurran, 2004); Moreno, 2001). Además, se estimó la dominancia [Bp] a través del índice de Berger-Parker (Whittaker, 1972), que considera la importancia proporcional de las especies más abundantes y, el índice de equidad de Pielou [J] (Magurran, 1988), que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (H'/H'_{Max}) (Moreno, 2001). La información de los transectos de campo y la densidad de especies es la siguiente.

Cuadro IV-41. Especies de fauna silvestre encontradas en los transectos.

Grupo	Especie	Nombre común	Transecto				Total	Densidad (Ind./Km ²)
			1	2	3	4		
Aves	<i>Buteo albonotatus</i>	Buteo albonotatus	1	0	0	0	1	1.3
Aves	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano	1	0	0	1	2	2.8
Aves	<i>Columba fasciata</i>	Paloma torcaza	1	0	0	0	2	1.3
Aves	<i>Columbina inca</i>	Tortolita mexicana	1	0	0	0	1	1.3
Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	0	0	1	0	1	1.1
Aves	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	0	2	0	0	2	1.5
Aves	<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codomiz arlequín	2	0	0	0	2	2.6
Aves	<i>Oriturus superciliosus</i>	Gorrión serrano	0	0	1	0	1	1.1
Aves	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	0	0	0	2	2	2.9
Mamíferos	<i>Canis latrans</i>	Coyote	0	1	0	0	1	0.7
Mamíferos	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata de campo	1	0	1	0	2	2.4
Mamíferos	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo americano	0	0	1	1	2	2.6
Reptiles	<i>Thamnophis sirtalis</i>	Culebra rayada	1	0	0	0	1	1.3

² Muestreo y técnicas de evaluación de vegetación y fauna. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Serie didáctica número 27. E-Book ISBN 978-987-1676-44-

Grupo	Especie	Nombre común	Transecto					Densidad (Ind./Km ²)
			1	2	3	4	Total	
Anfibios	<i>Anaxyrus debilis</i>	Ranita verde	1	0	0	0	1	1.3

La mayor densidad de las aves se presentó en el grupo de aves, en contraste. Respecto a los mamíferos la rata de campo y conejo tuvieron igual presencia y el coyote quien menos frecuencia tuvo en los transectos estudiados. Finalmente, para las especies de anfibios y reptiles se logró identificar un anfibio y un reptil. Debe de aclararse que la zona de influencia para los transectos del predio se encuentra constantemente transitada por vehículos por lo que la fauna se concentra en áreas de menor perturbación.

Por su parte, los valores de los índices de diversidad y riqueza de especies para los cuatro grupos de fauna evaluados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-42. Índices de diversidad y riqueza de especies de los grupos de fauna silvestre.

Grupo	Diversidad			Riqueza específica			Dominancia	Equidad
	H'	D	H' Max	S	R	D _m	B _p	J
Aves	2.12	0.87	2.20	9	2.41	3.0	0.14	0.96
Mamíferos	0.99	0.60	1.10	3	1.34	1.2	0.40	0.90
Anfibios	0.00	0.00	0.00	1	1.00	0	1.00	0
Reptiles	0.00	0.00	0.00	1	1.00	0	1.00	0

La diversidad de **aves** estimada a través del índice de Shannon-Wiener y Simpson registrados en los transectos fue de 2.12 y 0.87, respectivamente, con valores para la diversidad máxima de $H'_{max} = 2.20$. Este grupo de especies fue el que registró una mayor riqueza con 9 especies y la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada fue de 0.96 (J). Para este grupo la importancia proporcional de las especies más abundantes fue de 0.14 (dominancia) que es un reflejo de la alta riqueza de especies y equidad. La diversidad de los **mamíferos** estimada a través del índice de Shannon-Wiener y Simpson registrados en los transectos fue de 0.99 y 0.60, respectivamente, con valores para la diversidad máxima de $H'_{max} = 1.10$. En este grupo de especies se registró una riqueza de 3 especies y una proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada de 0.90 (J). Para este grupo la importancia proporcional de las especies más abundantes fue de 0.40 (dominancia) dado que la equitatividad está muy equilibrada. Finalmente, para el grupo de especies de **anfibios y reptiles** la diversidad estimada con el índice de Shannon-Wiener y Simpson fue de 0 y 0 respectivamente, con valores para la diversidad máxima de $H'_{max} = 0$. Para este grupo se registró una riqueza de 1 y 1 especies y una proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada de 0 (J) lo que indica una similar proporción en la abundancia de las especies. En este grupo de especies se registró la mayor dominancia ($B_p = 1$) debido a que solo se encontró una especie registrada.

IV.2.2.2.8 Especies de importancia económica

Según el calendario de épocas hábiles y lista de especies de aves canoras y de ornato para captura con fines de subsistencia para la temporada 2023-2024, emitido por la SEMARNAT y en cotejo de las especies reportadas en la región se tiene cinco especies dentro del listado siguiente:

Cuadro IV-43. Especies de aves incluidas en el CEHACO 2023-2024 de la SEMARNAT.

NOMBRE CIENTIFICA	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	DURANGO	ÉPOCA HÁBIL DE APROVECHAMIENTO
<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma de collar	15	Permitido	03-11-23 / 21-01-24
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión mexicano	30	Permitido	01-09-23 / 28-02-24
<i>Corvus corax</i>	Cuervo grande	3	Permitido	01-09-23 / 28-02-24
<i>Sialia sialis</i>	Ventura azul	N/A	No permitido	01-09-23 / 28-02-24
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión domestico	*40 Máximo	Permitido	TODO EL AÑO.

Ahora bien, según el listado y la verificación con la información del calendario de épocas hábiles 2023 -2024, por entidad federativa emitido por la SEMARNAT, se pudieron identificar 6 especies de mamíferos y 5 especies de aves, las cuales se presentan el cuadro siguiente:

Cuadro IV-44. Especies de fauna de la región cuyo aprovechamiento está regulado por la SEMARNAT.

NOMBRE CIENTIFICA	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	DURANGO	ÉPOCA HÁBIL DE APROVECHAMIENTO
<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma de collar	15	Permitido	03-11-23 / 21-01-24

NOMBRE CIENTIFICA	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	DURANGO	ÉPOCA HÁBIL DE APROVECHAMIENTO
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	30	Permitida	24-11-23 / 21-01-24
<i>Zenaida macroura</i>	Huilota	30	Permitida	24-11-23 / 03-03-24
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codorniz Moctezuma	5	No permitida	20-10-23 / 04-02-24
<i>Meleagris gallopavo</i>	Cócono silvestre	1	Permitido	22-03-24 / 22-05-24
<i>Canis latrans</i>	Coyote	1	Permitido	06-10-23 / 04-02-24
<i>Urocyon cinereoargentus</i>	Zorra gris	1	Permitida	13-10-23 / 10-12-23
<i>Lynx rufus</i>	Gato montes	1	Permitida	24-11-23 / 11-01-24
<i>Puma concolor</i>	Puma	1	Permitido	24-11-23 / 11-01-24
<i>Silvalagus floridanus</i>	Conejo de monte	6	Permitida	06-10-23 / 04-02-24
<i>Nasua narica</i>	Coatí	1	Permitida	13-10-23 / 04-02-24

IV.2.2.2.9 Especies endémicas y/o en peligro de extinción

Se realizó una comparación del listado exhibido en los cuadros anteriores respecto al listado de la *NOM-059* donde se encontró que algunas especies pertenecen a status especial, sin embargo, estas especies son reportadas a nivel regional y no se tienen registros de la presencia de ellas en áreas específicas del proyecto, las especies además fueron consultadas en la página de internet de la CONABIO “Naturalista” y “Enciclovida”, en dónde se corroboró el registro de avistamientos y distribución de las mismas. Como medida de mitigación, en caso de que se detecte la presencia de alguna de estas especies, se tomarán las medidas respectivas para proteger su hábitat y distribución, aplicando el programa de rescate y reubicación de especies en riesgo, el cual será descrito a detalle en los apartados siguientes.

Cuadro IV-45. Especies de fauna presentes a nivel regional con algún estatus en la NOM – 059.

NÚMERO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORIA EN LA NOM - 059	ENDEMISMO
1	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguiluilla negra menor	Pr	No endémica
2	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Pr	No endémica
3	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pajarero	Pr	No endémica
4	<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codorniz Moctezuma	Pr	No endémica
5	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	P	No endémica
6	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	A	Endémica
7	<i>Euptilotis neoxenus</i>	Trogón silbador	A	Endémica
8	<i>Barisia imbricata</i>	Escorpión	Pr	Endémica
9	<i>Pituophis deppei</i>	Alicante	A	Endémica
10	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	A	No endémica
11	<i>Crotalus lepidus</i>	Víbora de Cascabel	Pr	No endémica
12	<i>Crotalus molossus</i>	Víbora de cascabel	Pr	No endémica
13	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	Pr	Endémica
14	<i>Crotalus pricei</i>	Cascabelilla	Pr	No endémica
15	<i>Taxidea taxus</i>	Tejón	A	No endémica
16	<i>Sciurus aberti ssp. Durangi</i>	Ardilla de Albert	Pr	Endémica

A = Amenazada y Pr = Sujeta a Protección Especial.

IV.2.3 Paisaje

Según Álvarez *et al.* (1999), el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual. Debido a que, con los rasgos abióticos descritos anteriormente; clima geología, fisiográfica, relieve, suelos, hidrología; y a los rasgos bióticos (fauna y vegetación); se puede llegar a establecer una aproximación total del paisaje, sin embargo, esta aproximación es incompleta si no se valora en función de la apreciación visual. La valoración del paisaje en el contexto del sistema ambiental se realizó considerando tres aproximaciones; i) *visibilidad* en el medio ambiente, ii) *calidad visual* y, iii) *fragilidad visual*.

a). Visibilidad

La visibilidad es la susceptibilidad de una zona o escena a ser contemplada y se determina a partir de las cuencas visuales, núcleos urbanos y puntos de conservación y está en función de la distancia. El Predio se encuentra dominada por formas de relieve ondulado y con lomeríos en forma de cordones, rodeado de acantilados, con algunas interferencias en la visibilidad por áreas de pastizales y zonas arboladas. Sin embargo, la vegetación densa no permite

la visibilidad a grandes distancias. En general, las características físicas en el sitio son muy puntuales, la accesibilidad visual de acuerdo a los puntos de observación (vías de comunicación y centros de población), hace que las montañas dominen visualmente el paisaje integrado por estructuras vegetales de bosques de pino – encino que disminuye con la distancia, la visibilidad se relaciona con la pérdida de detalles e intensidad de colores y contrastes, por tal motivo, el paisaje es difícil de apreciar desde grandes distancias, siendo necesario evaluarlo a nivel puntual. Con los criterios anteriores, se puede realizar una valoración cuantitativa a la *visibilidad*, dando un valor mayor (3) a aquel paisaje contempla a detalle mayores elementos visuales y un valor menor (1) a aquellos paisajes que no satisfagan el criterio de valoración; derivado de la asignación anterior, tenemos lo siguiente.

Cuadro IV-46. Valoración de la visibilidad del paisaje del Predio.

Criterios estéticos	Valoración numérica	Criterios de valoración
a	3	Observación directa de la diversidad de especies de flora, fauna y cuerpos de agua en cuencas visuales.
b	2	Se aprecia una gran diversidad de comunidades vegetales desde cualquier punto de observación.
c	3	Se aprecian todas las estructuras de los bosques (arbóreas, arbustivas y herbáceas) a una distancia mayor a un kilómetro a partir de los puntos de observación.
d	2	Se aprecia todos los tipos de relieve desde los puntos de observación.
Promedio	2.5	En términos generales la visibilidad puede considerarse como moderadamente alta

b). Calidad visual

Para realizar una evaluación objetiva de la calidad del paisaje se realizó una caracterización de los componentes biofísicos y arquitectónicos del Predio. Los componentes considerados se describen en los cuadros siguientes.

Cuadro IV-47. Caracterización de los componentes biofísicos y arquitectónicos del Predio.

COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS VISUALES	ATRIBUTOS	COMENTARIOS
BIOFÍSICOS			
Morfología	El sitio se ubica en el macizo montañoso de la Sierra Madre Occidental, con formaciones rocosas, planicies y rodeada por acantilados	Singulares formaciones rocosas que le dan origen a una diversidad de relieve	La línea eléctrica es una obra muy puntual que no modificará la morfología del relieve de manera significativa
Suelo y roca	Se observan los afloramientos rocosos, que sobresalen del suelo y el uso de suelo principal es para la agricultura y ganadería de autoconsumo	Hay zonas de baja pendiente con suelo profundo destinado a la agricultura	No se requiere de mucha profundidad para la macices de los postes.
Fauna	Las especies de fauna son comunes para los bosques de clima templado frío y son poco o raramente visibles	Se pueden observar especies listadas en la NOM-059	La fauna mayor se ha desplazado del sitio por la presión de las actividades antropogénicas
Agua	Se tiene un cauce perenne, sin embargo, se encuentra retirado del área del derecho de vía	Presencia de cuerpos de agua	La topografía del terreno hace que se escurra el agua con facilidad
Vegetación	Se observa densa vegetación de bosque de pino - encino con claros de pastizal natural	No representa bosques exuberantes debido al aprovechamiento	Se considera remover especies vegetales por el CUSTF que no se encuentran listadas en la NOM-059
Antropogénico	Presencia de brechas de acceso para actividades agropecuarias y silvícolas. El tránsito de vehículos es muy reducido.	El sitio no tiene alto potencial turístico	El sitio tiene presión por actividades silvícola y ganadera
ARQUITECTURA			
Forma	Al sitio tiene un relieve quebrantado, en donde las obras y actividades a desarrollar no se alcanzan a percibir por la vegetación		
Ejes - línea	Las formaciones vegetales tienen un estructura horizontal y vertical bien definidas		

Textura	La variedad de textura en el sitio se da por el conjunto de elementos existentes, así como la variedad de elementos vegetales representativos de bosque de pino encino y pastizales, así como a las formaciones rocosas
Escala - espacio	Percepción del espacio panorámico con limitantes por la densidad de la vegetación
Color	Predomina el color grisáceo característico del color de los fustes de los pinos y las tonalidades verdes por las hojas, las cuales forman una alfombra rojiza por las hojas en el suelo
Fondo escénico	Formación de bajíos con cordilleras de bosques, al fondo el color azul del cielo

La calidad del paisaje se evaluó con la metodología propuesta en el manual Ingeniería Medioambiental Aplicada a la Reconversión Industrial y a la Restauración de Paisajes Industriales Degradados (Seoáñez, 1998), que se detalla a continuación.

A los componentes biofísicos y arquitectónicos se les dio un “peso” y “valor” para determinar el potencial estético del paisaje de acuerdo a los criterios del cuadro siguiente.

Cuadro IV-48. Valoración de los componentes biofísicos y arquitectónicos del paisaje.

PESO	DESCRIPCIÓN
0	Sin importancia
1	Muy poco Importante
2	Poco Importante
3	De cierta importancia
4	Importante
5	Muy Importante

Posteriormente, se hace el cálculo del potencial estético del paisaje según la metodología propuesta, obteniendo un valor final como resultado de promediar los valores parciales de los componentes biofísicos y arquitectónicos; estos a su vez son las sumas simples de los potenciales de cada componente, obtenidas de multiplicar el peso de cada potencial (estable) por el valor asignado a cada componente. Los resultados son los siguientes.

Cuadro IV-49. Evaluación de los componentes biofísicos y arquitectónicos del paisaje.

COMPONENTE		PESO	VALOR	POTENCIAL
Composición biofísica	Morfología	3	3	9
	Suelo y roca	5	4	20
	Fauna	5	5	25
	Agua	5	4	20
	Vegetación	4	3	12
	Antropogénico	3	3	9
	Subtotal 1			
Composición arquitectónica	Forma	3	3	9
	Ejes-línea	4	4	16
	Textura	4	3	9
	Espacio-Escala	4	4	16
	Color	4	3	16
	Fondo escénico	3	3	20
	Subtotal 2			
Promedio				90.5

Siguiendo con la metodología descrita en Seoáñez, (1998), la escala para valorar el potencial estético contempla las clases siguientes; i) muy bajo (< 25.5), ii) bajo (25.5 – 51.0), iii) medio (51.0 – 76.5), iv) alto (76.5 – 102.0) y, v) muy alto (> 102.0). De acuerdo a esta evaluación, el valor resultante (90.5) implica un potencial estético alto.

Una vez caracterizados los elementos que definen el potencial estético y dado que existen algunas variables importantes no consideradas en esta metodología se evaluaron las características visuales básicas de los componentes del paisaje empleando el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980), en donde se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración y la suma total de los puntajes parciales que

determina la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia. Los criterios y puntuaciones que fueron aplicados a cada componente del paisaje son los siguientes.

Cuadro IV-50. Inventario / evaluación de la calidad escénica (BLM, 1980).

COMPONENTE	PUNTUACIÓN	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Morfología	5	El relieve muy montañoso, marcado y prominente, (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes
	3	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales
	1	Colinas suaves, fondos de valles planos, pocos o ningún detalle singular
Vegetación	5	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante
	3	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos
	1	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Agua	5	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo
	3	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje
	0	Ausente o inapreciable
Color	5	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables
	3	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante
	1	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
Fondo escénico	5	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual
	3	El paisaje circundante incrementa ordenadamente la calidad visual en el conjunto
	0	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Rareza	6	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional
	2	Característico o, aunque similar a otros en la región
	1	Bastante común en la región
Actuación humana	2	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual
	0	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 la calidad escénica

Las clases utilizadas para evaluar la calidad visual son;

- **Clase A:** Áreas de calidad alta. Características excepcionales para cada aspecto considerado (puntaje del 19 - 33)
- **Clase B:** Áreas de calidad media. Características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros (puntaje del 12 - 18)
- **Clase C:** Áreas de calidad baja. Características y rasgos comunes en la región (puntaje de 0 - 11)

Los resultados de la aplicación del método BLM (1980) al paisaje del Predio se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-51. Evaluación de la calidad del paisaje del Predio.

ELEMENTO	PUNTUACIÓN
Morfología	5
Vegetación	3
Agua	3
Color	5
Fondo escénico	3
Rareza	2
Actuación humana	0
Total	21

En base al resultado obtenido, la calidad del paisaje se encuentra en la clase A, que corresponde a un nivel de CALIDAD VISUAL ALTA.

c). La fragilidad

La fragilidad se entiende como la susceptibilidad que tiene el paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él o la capacidad de absorción visual del paisaje como la aptitud que tiene de absorber visualmente las modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual. Para evaluar la fragilidad se usó la metodología de Yeomans (1986), que consiste en asignar porcentajes a un conjunto de factores del paisaje considerados como determinantes de sus propiedades; la ecuación que determina la Capacidad de Asociación Visual del paisaje (CAV) es la siguiente.

$$CAV = P * (E + R + D + C + V)$$

Donde; *P* = Pendiente, *E* = Erosionabilidad, *R* = Potencial, *D* = Diversidad de la vegetación, *C* = Contraste de color, *V* = Actuación humana.

Los factores considerados para evaluar el paisaje son los siguientes.

Cuadro IV-52. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual (Yeomans, 1986).

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	
		NOMINAL	NUMÉRICO
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

La escala de referencia para calificar el valor del CAV es la siguiente; i) BAJO (< 15), ii) MODERADO (15 – 30) y, ALTO (> 30). Finalmente, aplicando la expresión del cálculo del CAV tenemos;

$$CAV = 3 * (2 + 2 + 2 + 2 + 3) = 33$$

Este valor corresponde a una capacidad de absorción visual **alta**, es decir, que el paisaje o algunos componentes presentan alta capacidad de adaptarse a las modificaciones que puedan obrar sobre éste.

Impacto de las obras y actividades en el paisaje del sistema ambiental regional

Los impactos sobre el paisaje se identifican a través de elementos visuales (que suelen ser de tamaño medio o grande) y de las unidades de paisaje que se perciben (principalmente los tipos de vegetación y uso de suelo). Debido a la magnitud de la obra (muy puntual), el impacto paisajístico producido va a ser **poco perceptible** en función las condiciones biofísicas y antrópicas del sistema ambiental (por la cantidad de habitantes de la región y/o actividades productivas desarrolladas). El impacto regional que se espera sobre el paisaje está condicionado por varios aspectos, entre los que se pueden destacar los siguientes:

- La presencia de vehículos traerá más movimiento antropogénico a la zona, por lo tanto, habrá más presión sobre el componente faunístico que lo ahuyentará de manera puntual.

- La contaminación provocada por el hombre traerá impactos negativos a la calidad visual regional.

Finalmente, a nivel regional no se presentará un impacto visual significativo debido a la conformación topográfica regional y al tipo de vegetación prevaleciente, que solo se alcanzará a percibir desde un radio menor a 2 km.

IV.2.4 Medio socioeconómico

A continuación, se presentan los rasgos más importantes que ayudarán a la caracterización del medio socioeconómico, y posteriormente identificar los impactos y medidas de prevención y mitigación.

IV.2.4.1 Demografía

Población

Según la información del INEGI correspondiente al censo de población y vivienda del año 2020 [disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos_abiertos], para el estado de Durango se reporta una población de aproximadamente 1,832,650 habitantes; el 78% de la población vivían en localidades urbanas y el 22% en rurales, se estima que el 69% de la población es urbana y el 31% rural.

El tipo de centro de población en los que se clasifican los poblados que existen dentro del área de influencia del proyecto son las denominadas **rancherías o zona rural** por el tamaño de población que sustentan, los cuales en promedio no superan los 200 habitantes por comunidad. En el caso de las poblaciones que abarca el proyecto de tiene a la comunidad de Bánome y Zapotes y la localidad de San José de La Laguna con alrededor de 200 habitantes considerada como una población con mayores servicios en comparación a los poblados aledaños.

Los poblados más importantes dentro del sitio, así como algunos indicadores del desarrollo de la población se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-53. Información estadística de los poblados de la zona.

NOMBRE DE LA LOCALIDAD		Bánome	San José de La Laguna	Promedio/Totales
POBLACIÓN TOTAL		266	228	494
EDUCACIÓN	Población Analfabeta (mayor de 15 años) (%)	6.0	2.2	8.21
	Población primaria incompleta (mayor de 15 años) (%)	7.5	3.1	10.59
	Población con primaria completa (mayor de 15 años) (%)	13.5	6.6	20.11
	Población con secundaria completa (mayor de 15 años) (%)	28.2	40.4	68.55
ECONOMÍA	Población Económicamente Activa (%)	30.1	30.3	60.34
SALUD	Población sin seguridad social (%)	14.7	13.6	28.26
VIVIENDA	Viviendas Totales	50.0	92.0	142.00
	Promedio de habitantes por vivienda	6.7	4.4	11.03
	Vivienda con piso de tierra (%)	8.0	2.2	10.17
SERVICIOS	Vivienda sin refrigerador* (%)	14.0	0.0	14.00
	Viviendas sin agua entubada (%)	14.0	1.1	15.09

Datos generados a partir del Censo de Población y Vivienda 2020 "Principales Resultados por Localidad" (INEGI, 2010). *Población total censada,

**Número de viviendas censadas.

*Índice de Marginación por Localidad, 2010

Factores socioculturales

Los habitantes más próximos al tramo de la línea eléctrica son de las localidades de Bánome y Zapotes y San José de La Laguna, su principal fuente de ingresos es el trabajo por medio del aprovechamiento forestal. La mayoría de los habitantes ejercen la religión católica, los demás son grupos pequeños pertenecientes a la religión Testigos de Jehová y Cristianos Evangélicos. A pesar de sus diferencias religiosas, los habitantes de la región se encuentran abiertos a nuevas oportunidades que garanticen el desarrollo de su localidad, puesto que el terreno destinado para la obra, no tiene valor histórico o religioso.

Empleo

A nivel estatal el PIB lo componen en 10.10 % las actividades primarias, en 34.75 % las actividades secundarias y en 55.15 % las actividades terciarias (Cuéntame/INEGI). En la región las principales actividades económicas son las

relacionadas al sector primario, destacándose las actividades forestales, y en segundo plano las ganaderas y agrícolas; mientras que las actividades secundarias y terciarias se desarrollan a nivel mínimo en los núcleos poblacionales más poblados, para este caso en la cabecera municipal “Otáez”.

Para la gran mayoría de los habitantes de la región, las actividades forestales y agrícolas, representan la fuente principal de empleo e ingreso en las familias, con el acceso a la electricidad mediante la línea eléctrica se espera traer más oportunidades de empleo para invertir en los diferentes sectores de la economía local y regional de las actividades primarias y de sus derivados. La Comisión Nacional de los Salarios Mínimos mediante resolución publicada en el DOF del 16 de diciembre de 2020, estableció que a partir del 1 de enero de 2021 se tendrían dos áreas geográficas, el sitio la tarifa es de \$141.70 pesos como salario mínimo.

Migración

A nivel estatal al igual que en el resto del país el proceso migratorio se ha manifestado de manera significativa en las últimas décadas del siglo XX y se ha mantenido como un flujo constante en las primeras décadas del siglo XXI. Para el estado de Durango del 2015 al 2020 se reporta una emigración interna de alrededor de 54,705 personas, siendo los principales destinos Chihuahua, Coahuila, Sinaloa, Baja California y Nuevo León; los procesos de inmigración interna del 2015 al 2020 llegaron a 39,250 personas que se mudaron a Durango, principalmente de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Zacatecas; en cuanto a la emigración internacional al 2020, en el estado Durango se estimó que de cada 100 emigrantes internacionales, 92 se fueron a EE.UU. (Cuéntame/INEGI).

Según el Anuario de Migración y Remesas 2020, el grado absoluto de intensidad migratoria para el estado de Durango es de 2.7, lo cual lo posiciona como Alto, además de que se considera como uno de los estados con amplia tradición migratoria a EE.UU.; los municipios con principal emigración son Durango, Canatlán, Santiago Papasquiaro, Gómez Palacios y Guadalupe Victoria, siendo su destino más frecuente los estados estadounidenses de Texas, California, Illinois, Colorado y Kansas. Este proceso migratorio, se presenta de manera esporádica en la región (municipio de Otáez), por lo que el proyecto no contribuirá a este fenómeno, sino que lo frenará debido a que, con la generación de empleos durante y después de la apertura de la LDEE, se propicia residencia de los habitantes de una manera más estable en todos los pueblos más cercanos al proyecto.

Salud

La dinámica de población del estado es de 1.8, teniendo como esperanza de vida 72.1 años para los hombres y 78.3 años para las mujeres. Para el año 2020, se registraron 22,505 nacimientos y 10,128 defunciones, siendo la causa principal las enfermedades del corazón, diabetes mellitus y tumores malignos (Cuéntame/INEGI).

Según la información generada en el Cuadro IV-53 en la zona el sólo 28.26% tiene acceso a los servicios de salud, estos servicios se cubren por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social, atendándose a los derechohabientes en las clínicas rurales que en las comunidades existen. En casos de enfermedades de urgencias o graves que se presentan en la región, los habitantes son trasladados a la ciudad de Otáez o en su caso en la ciudad de Santiago Papasquiaro o Victoria de Durango.

En el poblado de San José de La Laguna y Bánome y Zapotes se cuenta con una clínica y un médico de cabecera que atiende a las familias de la región los 365 días del año. Las medicinas son proporcionadas por el IMSS y la Secretaría de Salud del gobierno del estado de Durango.

Economía

De acuerdo con la información generada en el Anuario de Migración y Remesas 2020 las remesas para el estado de Durango en 2019, estuvo estimada en 870.1 millones de dólares, ocupando el lugar 18 a nivel nacional, aportando el 2.4% del total; mientras que en la analogía de las diez entidades federativas con mayor dependencia de remesas ocupa el número 6, con el 4.0% de remesas del PIB estatal.

Vivienda

En promedio en la zona no se alcanzan las 100 viviendas por localidad (INEGI, 2020). Las casas habitación se construyen con recursos propios y en la mayoría de los casos se utiliza como principal componente constructivo la

madera, en algunos casos especiales, se usa como componente principal del sistema constructivo el tabique y cemento, además en promedio el 10.17% de las viviendas tienen piso de tierra. Se estima que por cada vivienda se tienen alrededor de 5 habitantes.

Servicios públicos

A nivel regional la mayoría de los servicios públicos se dan en localidades cuya población es mayor a 500 habitantes, que para el caso es en el poblado de Otáez, o en su caso en la ciudad de Santiago Papasquiaro, los servicios básicos a los que tienen acceso casi total son: redes locales de agua entubada procedente de manantiales locales, suministro de energía eléctrica por parte de la CFE, telefonía fija y señal de telefonía celular, servicios médicos y de educación.

Ahora bien, para la comunidad de Bánome, para estimar el promedio de viviendas con energía eléctrica se el valor para las viviendas sin energía eléctrica generado por la CONAPO (IML, 2020) utilizó el valor de viviendas sin refrigerador, de donde se estima que en promedio el 0% de las viviendas cuentan con servicio eléctrico, mientras que en promedio el 14% no cuenta con servicio de agua entubada.

Medios de comunicación

Los poblados considerados en este proyecto, pertenecientes al municipio de Otáez, utilizan como vía de comunicación principal los caminos de terracería creados por la actividad forestal para la extracción de los productos forestales maderables; los cuales la mayor parte del año está en condiciones de ser transitados, siendo el medio de transporte principal son las camionetas tipo Pick – Up de uso particular

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

IV.2.5.1 Integración del inventario ambiental

A fin de sintetizar la información de utilidad para interpretar el estado actual del SA, se integró la información de cada elemento ambiental y sus características más importantes como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-54. Descripción del inventario ambiental.

Elemento	Integración de la información
Fisiografía	La fisiografía a nivel SA es sumamente variada, ya que se encuentra en la Sierra Madre Occidental, en la subprovincia Gran Meseta y Cañones Duranguenses. Sin embargo, se encuentra en la clase de topografía meseta y sierra, con pendientes que llegan hasta el 60%.
Hidrología	El SA se ubica dentro de los límites de la cuenca Río San Lorenzo, Presa Lázaro Cárdenas y cuenca Río Piaxtla -Río Elota -Río Quelite, pertenecientes a la Región Hidrológica 10 "Sinaloa". Se trata de un sistema hidrológico abierto. El SA se encuentra dentro de seis subcuencas, pero la mayoría de su superficie está en la subcuenca San Lorenzo, donde se encuentra el AI del sitio dentro de la microcuenca denominada San Gregorio de Bosos y San Pedro de Azafranés. El sitio se encuentra en la parte central de dicha subcuenca, las corrientes son intermitentes en su mayoría, sin embargo, en la parte baja cruza el Río Presidio que es de tipo perenne. Respecto al sitio, solo cuenta con una corriente intermitente. La hidrología subterránea del SA corresponde a 4 acuíferos: Río San Lorenzo, Río Elota, Tepehuanes – Santiago y Río Piaxtla de acuerdo al Estudio Hidrológico se considera como NO vulnerable, no sobre explotado; el sitio se localiza en el acuífero Río San Lorenzo y no existen aprovechamientos hidráulicos para el sitio en un perímetro de 500 m.
Geología	A nivel SA se identificaron 5 tipos de roca: ígneas intrusivas, extrusivas y sedimentarias; siendo las ígneas las más abundantes en el sistema. En el sitio se localizan 2 de esos tipos de rocas y en el derecho de vía un tipo de roca del SA. A nivel sitio no se aprecian minerales que pudieran tener relación con posibles yacimientos económicos a profundidad, y no se aprecia presencia de minerales no metálicos.
Edafología	A nivel SA se tienen 6 grupos de suelos predominantes: Cambisol, Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Regosol y Umbrisol. Siendo los más abundantes los Cambisoles y Phaeozems. Mientras que a nivel sitio se tienen se tienen 2 tipos de suelo predominantes: Leptosol, Luvisol. En el derecho de vía se tiene 2 tipos de suelo: LPeusk+RGsklep/2 y LVumlep+LVdylep+RGdylep/2R.
Clima	A nivel SA se tienen climas: Templados subhúmedos, Cálidos subhúmedos, Semicálidos subhúmedos y Semifríos subhúmedos. Siendo los más abundantes los templado subhúmedos. A nivel sitio se tiene 1 clase de clima que van del Templado-subhúmedo. A nivel de derecho de vía se tiene el clima C(w1), C(w2), que corresponde a los Templado - subhúmedo. Conforme a la descripción del tipo de clima del sitio, la temperatura media anual es de 26.9 °C, la temperatura mínima del mes más frío es de 11 °C en el mes de enero, la

Elemento	Integración de la información
	temperatura máxima del mes más cálido es de 3.2 °C en el mes de junio, por lo tanto, se considera como un clima semicálido. La precipitación media anual es de 783.9mm, la mínima ocurre en el mes de abril 8.5 mm y la máxima es de 201.3 mm en agosto
Vegetación	Los grupos de vegetación se distribuyen en el SA en función de la altitud, temperatura y humedad principalmente. Los bosques de pino y encino se encuentran en las zonas más altas, cercanas al parteaguas, mientras que los bosques mesófilos de montaña se limitan a unas pocas áreas al suroeste del SA, así como las selvas bajas caducifolias. Los pastizales inducidos se encuentran en las partes bajas del norte y noreste del SA, la agricultura de practica en las áreas norte y noreste del SA. Finalmente, se encuentran dos áreas desprovistas de vegetación en el SA. A nivel sitio no se tienen especies con categoría de riesgo, se identificaron especies de lento crecimiento como Agaves y cactáceas que de ser necesario se aplicara el programa de rescate y reubicación. .
Fauna	La fauna a nivel SA es muy variada, de acuerdo al inventario de fauna a nivel región se identificaron 16 especies de anfibios y reptiles, 67 especies de aves, 21 especies de mamíferos. De la fauna identificada 11 especies son de importancia cinegética y 16 especies se encuentran en la NOM-059.
Paisaje	A nivel SA es ampliamente variado, sin embargo, en un análisis a nivel AI del sitio, se tiene una composición entre los cerros que dan origen al sistema de topoformas.
Social	Las poblaciones son consideradas como zona rural, por los servicios que se presentan, los empleos son escasos y el fenómeno de migración hacia otros estados y a EE. UU es recurrente. Las actividades principales son la agricultura, silvicultura, ganadería y minería.

IV.2.5.2 Valoración del estado actual

La alteración y/o conservación ambiental implica la definición de una escala de valoración, para indicar el grado de susceptibilidad del medio en relación con el agente generador de perturbaciones. Las clases en cuestión y las valoraciones asignadas, de acuerdo con una escala que indica más bien cualidad que cantidad, están enfocadas particularmente en las variables consideradas más relevantes en el desarrollo de las etapas de la obra.

La metodología de la valoración del inventario ambiental se lleva a cabo conforme a tres aproximaciones:

La primera de ellas **asigna un valor numérico a las distintas unidades**, de modo tal que las diferencias entre ellas son cuantitativas y por lo tanto pueden ser procesadas en forma numérica y estadística. La segunda aproximación se inicia con una **ordenación de las unidades** según una escala jerárquica referida a cada variable del inventario. El grado de alteración se podrá valorar por diferencias ordinales. Por último, la tercera aproximación tiene su origen en una **valoración semicuantitativa** en la cual las unidades se clasifican con adjetivos tales como alto, medio y bajo, o con escalas similares.

Los criterios de valoración utilizados para describir el escenario ambiental, identificar la interrelación de los componentes y de forma particular, detectar los puntos críticos del diagnóstico, que pueden ser considerados son: Normativos (N), de Diversidad (D), Rareza, Naturalidad (R), Grado de Aislamiento (A) y Calidad (C), según la definición de la Guía. La calificación para cada uno de los criterios se da en función de la existencia (1-3) o ausencia (0); posteriormente se hace una sumatoria de todos los criterios (E); para finalmente asignar una valoración. Los elementos con unidades menores de 5 son considerados con un grado de conservación bajo, los elementos con unidades mayores a 5 y menores de 10 se consideran con un grado de conservación medio, y los elementos con unidades mayores a 10 y 15 son considerados con un grado de conservación alto

Cuadro IV-55. Valoración de estado actual del inventario ambiental.

Elemento	Diversidad	Rareza	Naturalidad	Grado de aislamiento	Calidad	Unidades	Valoración
Fisiografía	3	0	3	2	3	11	Alta
Hidrología	3	0	3	3	3	12	Alta
Geología	2	3	3	1	3	12	Alta
Edafología	3	2	3	2	2	12	Alta
Clima	3	1	3	1	3	11	Alta
Vegetación	3	3	2	0	2	10	Media
Fauna	3	2	3	1	2	11	Alta

Elemento	Diversidad	Rareza	Naturalidad	Grado de aislamiento	Calidad	Unidades	Valoración
Paisaje	3	0	2	0	3	8	Media
Social	3	0	2	1	1	7	Media

IV.2.5.3 Síntesis

La valoración numérica del cuadro anterior puede describirse de la manera siguiente:

Fisiografía

Dado que el sistema ambiental se encuentra dentro de la Sierra Madre Occidental es un relieve bastante amplio y variado (3), sin embargo, a nivel sitio se presenta el mismo tipo de relieve (0); estas formaciones son totalmente naturales (3). Se puede considerar con cierto grado de aislamiento producto del mismo relieve, es decir, que el acceso en ciertas zonas es limitado (2); su calidad es buena ya que no se muestra evidencias de modificación significativa (3). Se puede catalogar con una calidad ambiental **ALTA (11)**.

Hidrología

Las subcuencas en que se encuentra el SA son de suficiente amplitud y su diversificación de corrientes es variada por lo que se le puede considerar que la diversidad del recurso hídrico es alta (3), a nivel sitio sólo se presenta una corriente de tipo intermitente (0). La formación y distribución de la red hídrica obedece a factores climáticos y la conformación del relieve (3). El flujo natural de la mayoría de las corrientes no ha sido modificado (3). Ya que se encuentra en la parte media de la subcuenca la calidad es buena (3), como consecuencia de la no existencia de focos de contaminación importantes en la región. Se puede catalogar con una calidad ambiental **ALTA (12)**.

Geología

La disposición de la geología en el SA corresponde en su mayoría a rocas ígneas intrusivas, extrusivas y sedimentarias, por lo que se considera medianamente diverso (2), y se tiene registro de materiales de importancia económica en el sitio (3). No es un elemento que obedezca a influencias antropogénicas, sino se trata de un componente netamente natural (3). El sistema de topoformas hace que las disposiciones de los materiales geológicos estén un poco aisladas (1). La calidad de las rocas puede valorarse por su disposición en el terreno la cual es amplia y suficiente (3). Su calidad ambiental debe considerarse como **ALTA (12)**.

Suelo

Este recurso registra a nivel SA diferentes composiciones (3), por la complejidad de su formación se ha considerado como raro (2); su naturalidad es modificada por las diferentes actividades del hombre (3), ya en el SA se desarrolla la agricultura, ganadería, silvicultura y minería (2) debido a las actividades anteriores, por tanto, su calidad es mermada (2). Se puede catalogar con una calidad ambiental **ALTA (12)**.

Clima

Los climas que se presentan en el SA obedecen a las diferentes interacciones globales (3); sin embargo, a nivel sitio únicamente se identificaron 2 variante (1). La determinación del gradiente térmico y de humedad obedece principalmente al gradiente altitudinal, el efecto sotavento y barlovento es poco apreciable, así como el efecto de la exposición de las laderas norte – sur, por lo que se considera un proceso natural (3); a nivel SA se tienen tipos de clima muy específicos, pero no llegan a trascender en superficie (1). En términos de calidad atmosférica no se tienen registros de índices, sin embargo, por tratarse de una zona rural, puede considerarse con calidad atmosférica alta (3). Su calidad ambiental debe considerarse como **ALTA (11)**.

Vegetación

A nivel SA se identificaron 15 tipos de asociaciones vegetales (3), mientras que a nivel sitio únicamente se tienen 4 tipos de vegetación; y fueron identificadas especies de lento crecimiento (3). Su distribución y formación obedece a diferentes factores como el gradiente altitudinal y la disposición de humedad, pero también a las diferentes actividades

del hombre (2). No se considera un elemento aislado (0). La actividad humana influye directamente en su composición y disposición, en términos generales es considerado de calidad bueno (2). Su calidad se considera como **MEDIA (10)**.

Fauna silvestre

En el SA se tiene amplia diversidad de especies de fauna (3), dentro del inventario a nivel sitio pudieron identificarse algunas especies en categoría de riesgo (2). La distribución de las especies de fauna en el ecosistema, pero es influenciado por las actividades antropogénicas (3). El grado de aislamiento es bajo por lo accidentado de la topografía (1); sin embargo, ante las actividades antropogénicas la fauna se resguarda en zonas menos perturbadas (cañones) (2). Su calidad es considerada como **ALTA (11)**.

Medio Perceptual (paisaje)

El paisaje es valorado por sus formaciones vegetales (3); sin embargo, aunque los paisajes varían en el SA, no es de considerarse único o con algún grado de rareza (0), es un sistema totalmente natural sin embargo los elementos antropogénicos son significativos (2). Ya que es sólo un fragmento de todo el macizo montañosos de la Sierra Madre Occidental y su valor recreativo es poco relevante (0), aunque su calidad se mantiene (3). Su calidad ambiental es considerada como **MEDIA (8)**.

Socioeconómico

En este rubro la valoración de los criterios fue la siguiente: las poblaciones localizadas en el SA son consideradas como rurales; sin embargo, éstas son abundantes y diversas (3), en las poblaciones cercanas al sitio no se tiene registro de poblaciones de grupos indígenas (0). Los habitantes de las poblaciones se dedican a actividades agrícolas y ganaderas, en su mayoría (2), y por su ubicación se encuentran limitados en los servicios más básicos (1). Las poblaciones están establecidas en zonas bien definidas y en general cuentan con accesos servicios básicos, sin embargo, existe migración de los habitantes en busca de fuentes de empleo (1). Su calidad ambiental es considerada como **MEDIA (7)**.

Respecto a la cultura, los habitantes no se verán afectados de manera significativa en sus usos y costumbres, ya que se aumentarán las fuentes de empleo para los pobladores de localidades cercanas. Algún factor que pudiera repercutir de forma negativa en los pobladores, pero sobre todo en los trabajadores, serían algunos relacionados con posibles afectaciones a su salud, provocados por la emisión de ruido, vibraciones y partículas a la atmósfera; por lo que se tendrá que poner cierta atención en estos aspectos para evitar cualquier eventualidad de esta índole.

Figura IV-19. Síntesis del inventario ambiental del sitio (Predio).

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTRIOS	SÍNTESIS DEL INVENTARIO AMBIENTAL	
			Estado actual	En la etapa de operación
BIÓTICO	Flora	Desmonte	La vegetación a remover en el sitio de CUSTF corresponde a vegetación bosque de pino - encino en una superficie de 2.4 ha	El sitio ocupado por el derecho de vía no contempla la eliminación de los estratos herbáceos y cactáceos o arbustivos pequeños.
BIÓTICO	Flora	Fragmentación	El sitio se encuentra fragmentado por la infraestructura de vías de comunicaciones. La mayoría del área está relacionada con cañadas y un sistema montañoso, pero las áreas que comprenden lomeríos en su mayoría están aprovechadas por el uso agrícola	Se contemplará el derecho de vía con suelo desnudo Se modifica la estructura y composición de la vegetación al remover especies vegetales en lo más mínimo al ser únicamente la franja del derecho de vía
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición	La diversidad vegetal del sitio es baja	Se mantendrá la diversidad vegetal
BIÓTICO	Flora	Especies de interés	En el sitio se pueden encontrar especies con alguna categoría de protección especial	Se mantendrán las especies con estatus de protección identificadas
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento	Por las actividades antropogénicas hay evidencia de desplazamiento de especies	Por las presencias de personal y equipos en la zona la fauna comenzará a estresarse y desplazarse en todas direcciones en busca de refugio al igual que con el programa de ahuyentamiento de fauna
BIÓTICO	Fauna	Mortandad	Principalmente a causa de atropellamientos en vías de comunicación	Posiblemente se incremente la mortandad por la electrificación en especies de aves

BIÓTICO	Fauna	Abundancia	El sitio presenta un poco abundancia de fauna	Se reduce de manera temporal la abundancia de especies
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad	El sitio presenta bajo índice de biodiversidad	El sitio presenta bajo índice de biodiversidad
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés	Existe la posibilidad de encontrar especies de lento desplazamiento y aves con estatus de protección en la NOM-059	Es un impacto puntual por lo que no tendrá mucha influencia en el desplazamiento de la fauna
FÍSICO	Topografía	Pendiente	La pendiente promedio del sitio del terreno es de mayor al 10%	La pendiente no se modifica, solo se abrirá una pequeña brecha entre el bosque que corresponde al derecho de vía.
FÍSICO	Topografía	Relieve	Relieve relativamente inclinado con algunas lomas planas	Se mantiene el relieve
FÍSICO	Topografía	Orientación	Predomina la exposición noreste	Se mantiene la exposición
FÍSICO	Topografía	Curvatura	Se presenta un contorno con lomeríos característicos de la zona	Se implementarán actividades de restauración como material vegetal acomodado que seguirán las curvas de nivel
FÍSICO	Suelo	Contaminación	No hay evidencia de contaminación del suelo por algún tipo de residuos	No se utilizarán algún tipo de residuo que pueda contaminar el suelo
FÍSICO	Suelo	Compactación	El tráfico de vehículos es regular	Aumento moderado de vehículos en actividades de operación y mantenimiento
FÍSICO	Suelo	Temperatura	La cubierta vegetal regula la temperatura del suelo	La modificación de la cobertura vegetal será mínima y muy puntual.
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica	La materia orgánica presente genera suelo rico en nutrientes por el proceso de descomposición natural de la vegetación	Se tendrá pérdida de suelo con el cambio de uso de suelo, aunque se realizaran las obras de mitigación ambiental
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica	Existe presencia de erosión hídrica por el tipo de topografía en la que se encuentra	Se alterará el grado de erosión hídrica debido a la eliminación de cobertura vegetal, pero se mitigará con las obras ambientales programadas
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica	Principalmente por las ráfagas de viento que se generan en las regiones montañosas y las áreas con suelo desnudo de la zona	Se modificará en lo más mínimo
FÍSICO	Suelo	Remoción	No hay evidencias de remoción de suelo por procesos antrópicos y naturales	No se presentará remoción de suelo durante la etapa de construcción
FÍSICO	Agua	Contaminación	La calidad del agua es buena, no hay fuentes de contaminación en el sitio	No se producirán desechos o residuos que puedan contaminar los cauces
FÍSICO	Agua	Escorrentamiento superficial e infiltración	No hay barreras que modifiquen el escurrimiento superficial y subterráneo	No habrá cambios importantes únicamente el arrastre de partículas con el suelo desnudo, pero se realizarán obras de retención de suelo.
FÍSICO	Agua	Evo transpiración	El proceso de evapotranspiración es natural	El cambio será por la eliminación de la cobertura vegetal del derecho de vía, pero será mínimo.
FÍSICO	Aire	Olor	Olores naturales característicos del bosque de pino - encino	No se modificará nada en este aspecto
FÍSICO	Aire	Visibilidad	Contempla la visibilidad natural del bosque de pino encino con algunas áreas donde se presenta la afectación antropogénica	Debido a la pérdida de cobertura vegetal se apreciará la franja del derecho de vía
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas	Únicamente en las áreas destinadas a la agricultura y zonas desnudas a causa de las altas pendientes del sitio	Únicamente se removerán los arbóreos y arbustivos de grandes tamaños
FÍSICO	Aire	Ruidos	Ruidos de la fauna local, principalmente aves, ocasionalmente ruidos provenientes de equipos motorizados pick-up y camiones de transporte de madera.	Ruidos de la fauna local, principalmente aves, ocasionalmente ruidos provenientes de equipos automotores
FÍSICO	Paisaje	Calidad	El potencial estético es medio con una buena calidad visual	La franja del derecho de vía representara un cambio en la calidad visual
FÍSICO	Paisaje	Visitantes	Baja presencia de visitantes	No se espera cambio
FÍSICO	Infraestructura	Caminos	Presencia de caminos antiguos y veredas	No se abrirán caminos nuevos
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas	No se tienen presentes	Se pretende la construcción de la línea eléctrica

FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones	No se tiene infraestructura civil	No se contemplan
SOCIOECONÓMICO	Valores históricos	Personajes	El bosque de pino - encino es patrimonio de los ejidatarios, parte de su subsistencia depende del aprovechamiento de los recursos forestales maderables	Se aprovechará la madera producto del cambio de uso de suelo
SOCIOECONÓMICO	Culturas	Grupos étnicos	No se tienen presentes	No se tendrán
SOCIOECONÓMICO	Centros de población	Dentro	Sin energía eléctrica que ilumine os centros poblacionales y ayude con demás servicios básicos.	Se mejora la calidad de vida con el servicio eléctrico en la comunidad de Banome y Zapotes
SOCIOECONÓMICO	Centros de población	Colindantes	San José de la Laguna	San José de la laguna
SOCIOECONÓMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	Media	Aumento significativo
SOCIOECONÓMICO	Estilos de vida	Calidad de vida	Media	Mejorará considerablemente con el servicio de energía eléctrica

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa. La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aun cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse. Es importante contrastarlos con indicadores de la calidad ambiental deseada o existente. El proceso de la evaluación de los impactos ambientales, en términos generales se dio de la manera siguiente:

1. Se establecieron criterios para la identificación y evaluación de los impactos. En este primer paso se analizó el punto de partida para llevar a cabo el proceso de identificación y evaluación de los impactos; analizando el sistema ambiental y sus características, su estado de conservación o deterioro y los aspectos sociales y económicos, es decir a partir del inventario ambiental se establecieron los criterios a aplicarse.
2. Proceso para la identificación y evaluación de los impactos. Se identificaron los impactos ambientales a través de una lista de verificación, en dónde se presenta el primer acercamiento a la identificación de los impactos generados por las diferentes actividades.
3. Establecimiento de la lista de indicadores de impacto. Ayuda a dar seguimiento a los impactos generados para cada componente ambiental.
4. Caracterización final de los impactos generados. Se plantea el proceso final de la evaluación de los impactos generados, estableciendo los criterios y categorías a utilizarse en la evaluación.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para identificar y valorar los impactos ambientales se utilizó el método del instituto [Batelle – Columbus \(1972\)](#), el cual fue desarrollado para proyectos hídricos en USA y adaptado para obras que requieren CUSTF. El método consiste en un formato en forma de árbol o matriz que contiene cuatro niveles; i) categorías, ii) componentes, iii) parámetros y, iv) mediciones ambientales. Estos niveles van en orden creciente a la información que proporcionan, constituyendo el nivel tres la clave del sistema de evaluación, resultando 32 parámetros que son considerados significativos del medio ambiente y adoptan el carácter de *indicadores de impacto* para evaluar su calidad ambiental.

V.1.1 Indicadores de impacto

Obtenidos los parámetros, se procede a transformar los valores en unidades conmensurables (medibles para poder hacer comparaciones), las medidas de cada parámetro se trasladan a una escala de puntuación que va de 0 a 1, misma que representa la calidad ambiental o *índice de calidad ambiental (CA)* en unidades medibles, los paso para hacer la transformación de datos en Unidades de Impacto Ambiental (UIA) en la siguiente:

- a) Transformar cada uno de los datos (resultado de mediciones) en su correspondiente equivalente de índice de calidad ambiental (CA), a partir del inventario ambiental. Para obtener valores de calidad ambiental comparables, al extremo óptimo se le asigna el 1 y al pésimo 0 (cero), quedando comprendidos entre ambos extremos los valores intermedios para definir los distintos estados de calidad posibles del parámetro considerado.
- b) Ponderar las Unidades de Importancia Ambiental (UIA) de parámetro considerado, según su peso relativo dentro de los componentes ambientales considerados. A cada parámetro se le asigna un valor resultado de la distribución de 1,000 UIA, el cual se asigna según su contribución al medio ambiente, quedando ponderados los distintos parámetros. Las Unidades de Importancia Ponderada (UIP) para la presente evaluación considero la distribución de las UIA de la manera siguiente; i) *biótico* = 405, ii) *físico* = 475 y, *socioeconómico* = 120.
- c) Expresar a partir de los valores anteriores encontrados el Impacto Neto (IN) resultado al multiplicar el índice de calidad (CA) por el peso respectivo, quedando la función siguiente: $IN = (CA) * (UIP)$.

En este trabajo, seleccionamos los indicadores de calidad basados en estudios previos, conocimiento de expertos, objetivo de las obras, decisiones subjetivas, la disponibilidad y precisión de datos estadísticos y factores locales y externos que afectan el sistema ambiental. En consecuencia, se agregó un conjunto completo de datos socioambientales a nivel sistema ambiental y Predio, integrando datos estadísticos de centro oficiales y organizaciones internacionales.

V.1.2 Lista de verificación de indicadores de impacto

En la definición de la lista de indicadores de los impactos, se ha considerado el proceso analítico siguiente:

- i. Se enlistaron todas las **categorías** ambientales identificadas en el área de influencia.
- ii. Cada categoría fue dividida en **componentes**, es decir las características más importantes que ayudarán a establecer el primer umbral de calidad ambiental.
- iii. Para cada componente fueron asignados **parámetros** para establecer puntualmente la afectación o generación de impacto.
- iv. Se establecieron **umbrales** en los parámetros en relación al funcionamiento o principales factores que intervienen en la modificación o afectación de cada componente.
- v. Para poder realizar la valoración de la afectación o generación de **impacto**, en un primer ejercicio a juicio abierto se seleccionaron todos aquellos impactos con posibilidad de presentarse por las diferentes obras y actividades. Posteriormente, en un análisis a profundidad considerando las medidas de prevención y mitigación se analizó la probabilidad de ocurrencia del impacto.
- vi. Se consideró que **no existía afectación o generación de impacto (0)** siempre y cuando se aplicarán las **medidas preventivas (justificación)**; y para aquellos que a pesar de aplicar las medidas preventivas se identificaba que la **afectación (1)** a las consideraciones del atributo, fue necesario establecer y concretar la **definición del impacto**.
- vii. **Fue necesario, a manera de comprobación como es que se pudiese dar seguimiento y cumplimiento de la** generación o no generación de impactos, y definir las principales **etapas** en la vigilancia.

Una vez que los impactos fueron identificados, se filtró una lista para aquellos con valor mayor a 0, es decir aquellos que se manifestarán. Posteriormente, esa lista fue analizada para englobar aquellos impactos que tuvieran alguna característica común.

Cuadro V-1. Lista de indicadores de impacto ambiental.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS
BIÓTICO	Flora	Desmonte
BIÓTICO	Flora	Fragmentación
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad
BIÓTICO	Flora	Especies de interés
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento

BIÓTICO	Fauna	Mortandad
BIÓTICO	Fauna	Abundancia
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés
FÍSICO	Topografía	Pendiente
FÍSICO	Topografía	Relieve
FÍSICO	Topografía	Orientación
FÍSICO	Topografía	Curvatura
FÍSICO	Suelo	Contaminación
FÍSICO	Suelo	Compactación
FÍSICO	Suelo	Temperatura
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica
FÍSICO	Suelo	Remoción
FÍSICO	Agua	Contaminación
FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración
FÍSICO	Aire	Olor
FÍSICO	Aire	Visibilidad
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas
FÍSICO	Aire	Ruidos
FÍSICO	Paisaje	Calidad
FÍSICO	Paisaje	Visitantes
FÍSICO	Infraestructura	Caminos
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes
SOCIOECONOMICO	Culturas	Grupos étnicos
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Dentro
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Colindantes
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida

V.1.3 Normalización de datos

La normalización de los datos ambientales es un paso crucial en su preprocesamiento, particularmente cuando los indicadores estadísticos de impacto ambiental involucran diferentes unidades de medida. Este proceso hace que los indicadores ambientales estén libres de unidades, lo que permite comparaciones significativas y agregaciones estadísticas, lo que en última instancia mejora la precisión y validez de los resultados analíticos posteriores. En este estudio, se utilizó la técnica de normalización *min-max* para los indicadores de calidad ambiental, elegida por su simplicidad para transformar sus unidades a una escala de 0 a 1. Este método fue seleccionado para garantizar la interpretabilidad al analizar la conexión entre los indicadores ambientales y su efecto con la calidad ambiental (directa e inverso), donde se prefiere un rango fijo. El método proporciona ecuaciones para relaciones funcionales positivas y negativas, que denotan el valor normalizado de la variable X_r como I_n , donde X_{min} y X_{max} representan los valores mínimo y máximo del conjunto de datos, respectivamente (Grigorescu et al., 2021).

Para una relación funcional **directa** (donde un aumento en el valor del indicador corresponde a un aumento en la calidad y/o vulnerabilidad ambiental positiva):

$$I_n = (X_r - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$$

Para una relación funcional **inversa** (donde un aumento en el valor del indicador corresponde a una disminución en la calidad y/o vulnerabilidad ambiental negativa):

$$I_n = (X_{max} - X_r) / (X_{max} - X_{min})$$

En este trabajo se seleccionaron los indicadores ambientales propuestos por Robbine, (2021) y ajustados a las condiciones del sistema ambiental y proceso constructivo de las obras, éstos se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro V-2. Indicadores de calidad y vulnerabilidad ambiental.

ID	Indicador	Unidades de medida	Fuente de datos	Impacto	Influencia
1	Temperature (<i>te</i>)	Degrees Celsius (°C)	INEGI	Inverse	-
2	Precipitation (<i>pm</i>)	Milimeters (mm)	INEGI	Direct	+
3	Elevation (<i>el</i>)	Meters(m)	CEM ^[a]	Direct	+
4	Wind power density (<i>wi</i>)	Watts per square meter (W/m ²)	Wind global atlas ^[b]	Inverse	-
5	Speed wind (<i>sw</i>)	Meters per second (m/s)	Wind global atlas	Inverse	-
6	Slope (<i>sl</i>)	Degrees (°)	CEM	Inverse	-
7	Topographic wetness index (<i>TWI</i>)	Dimensionless (unitless index)	CEM	Direct	+
8	Plan corvature (<i>pc</i>)	Dimensionless (unitless index)	CEM	Direct	+
9	Soil loss (<i>sl</i>)	ton/ha/year	USLE	Inverse	-
10	Animal habitats and species diversity (<i>ah</i>)	Number of rare and endangered species	NOM-059 (muestreo de campo), SiPlaFor ^[c]	Direct	+
11	Rare, endangered and diversity plants (<i>re</i>)	Number of rare and endangered plants	NOM-059 (muestreo de campo)	Direct	+
12	The normalized difference vegetation index (<i>NDVI</i>)	Dimensionless (unitless index)	Landsat 8 Collection ^[d]	Direct	+

^[a] Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM): <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>

^[b] Wind global atlas: <https://globalwindatlas.info/en>

^[c] Landsat 8 Collection USGS: <https://earthengine.google.com/>

^[d] Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal

^[e] OpenStreetMap Data Extracts: <https://download.geofabrik.de/>

La información de estos índices fue colectada en un SIG y métricas de los sensores remotos (RS). El ajuste de los tamaños de píxeles para todos los factores condicionales se llevó a cabo para alinearlos a resolución de 30 metros del DEM y los datos multiespectrales Landsat 8.

Dado que los indicadores tienen una gran variabilidad en el sistema ambiental, fue necesario generar un índice que asigne mayor importancia a los indicadores con valores consistentes y menos importancia a aquellos con mayor fluctuación. El índice compuesto se puede crear aplicando ponderaciones iguales o desiguales a sus indicadores de calidad y vulnerabilidad ambiental. Este método cuantitativo determina el peso de cada indicador en función de su variabilidad, influyendo en su contribución a la evaluación global de la **calidad ambiental**.

$$W_n = \frac{1}{\sigma_n \left(\sum_{n=1}^k \frac{1}{\sigma_n} \right)}$$

Donde W_n , σ_n y k representan el peso del indicador normalizado, la desviación estándar del conjunto de valores para el indicador n y el número de indicadores seleccionados, respectivamente.

Los valores del rango (mínimo y máximo), la media, desviación estándar normalizada y su peso (μ , σ y W_n) se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro V-3: Metodología de cálculo del peso de cada indicador ambiental.

ID	Indicador (I_n)	Mínimo	Máximo	μ_n	σ_n	$1/\sigma_n$	W_n
1	Temperature (<i>te</i>)	19.76	33.66	0.30	0.23	4.42	0.06
2	Precipitation (<i>pm</i>)	467.19	3579.04	0.15	0.13	7.91	0.10

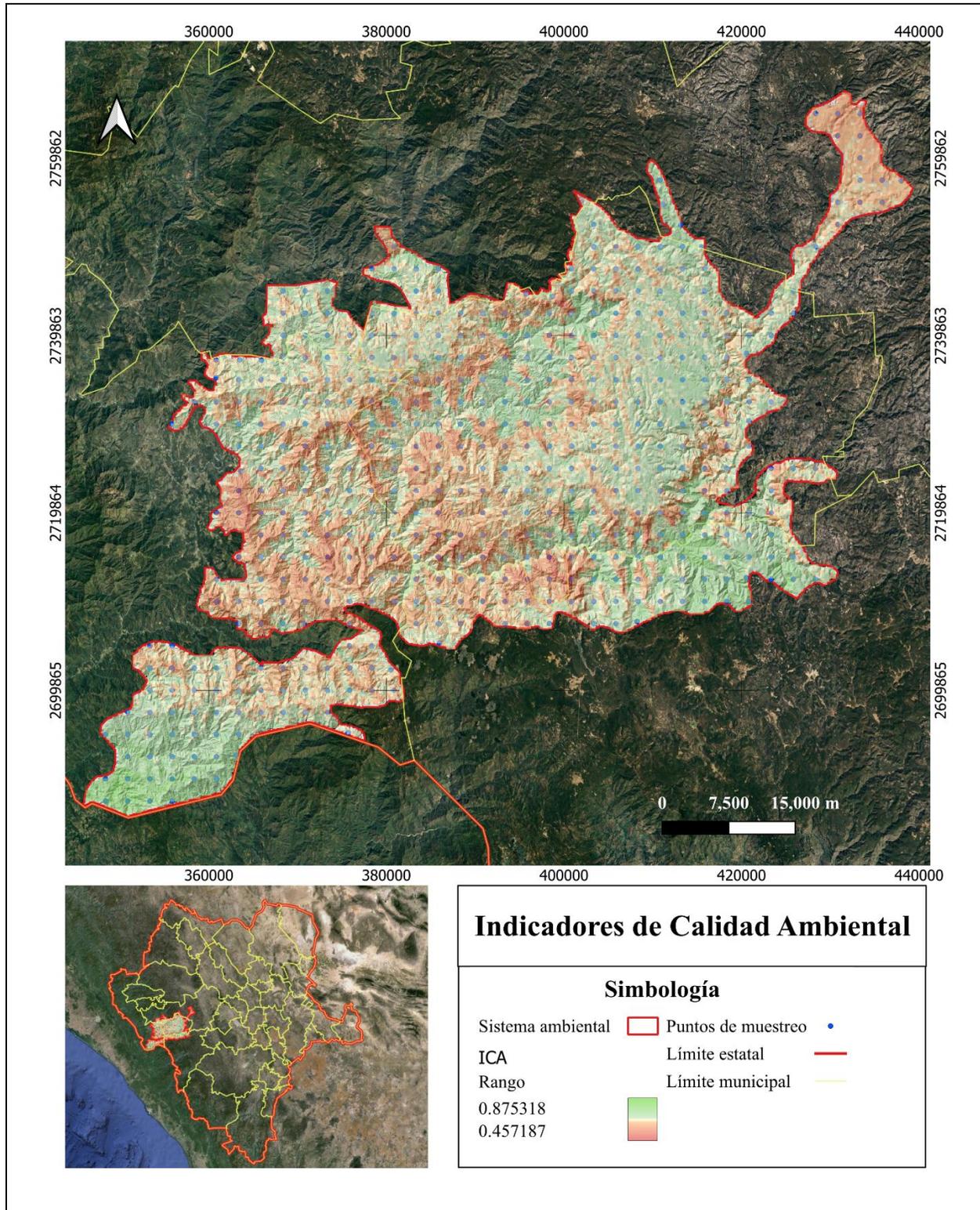
3	<i>Elevation (el)</i>	439.00	2923.00	0.56	0.23	4.37	0.05
4	<i>Wind power density (wi)</i>	0.13	1117.69	0.93	0.07	14.43	0.18
5	<i>Speed wind (sw)</i>	0.39	8.59	0.67	0.15	6.56	0.08
6	<i>Slope (sl)</i>	0.00	74.45	0.36	0.18	5.63	0.07
7	<i>Topographic wetness index (TWI)</i>	1.88	17.54	0.21	0.10	9.78	0.12
8	<i>Plan corvature (pc)</i>	0.05	0.10	0.50	0.06	0.01	0.22
9	<i>Soil loss (sl)</i>	5.05	29.23	0.82	0.11	8.87	0.11
10	<i>Animal habitats and species diversity (ah)</i>	1.00	61.00	0.71	0.16	6.13	0.08
11	<i>Rare, endangered and diversity plants (re)</i>	0.00	315.00	0.37	0.22	4.48	0.06
12	<i>The normalized difference vegetation index (NDVI)</i>	0.01	0.44	0.39	0.14	7.38	0.09

Finalmente, el índice de calidad ambiental en el tiempo cero (ICA_0) quedará integrado por la expresión siguiente.

$$ICA_0 = \sum_i^k W_n \cdot I_n$$

Con el objetivo de representar geográficamente la calidad ambiental para poder lograr simulaciones en diferentes tiempos y con diferentes condiciones, fue necesario discretizar los valores de ICA en las categorías siguientes; i) **muy baja** (0.0 – 0.2); ii) **bajo** (0.2 – 0.4); iii) **moderado** (0.4 – 0.6), iv) **alto** (0.6 – 0.8) y, v) **muy alto** (0.8 – 1.0). El examen de estos valores y niveles permite la toma de decisiones informadas (objetivas) y las intervenciones específicas para mitigar los impactos asociados con las obras y actividades en cualquier tiempo y etapa.

El ráster del índice de calidad ambiental en el tiempo cero (ICA_0) y los sitios de muestreo para realizar su pronóstico en un tiempo n se muestran en la figura siguiente.



V.1.4 Predicción del impacto (simulación)

En este estudio, se empleó el algoritmo *Random Forest* (RF) para predecir la calidad ambiental en un tiempo futuro (después de ejecutar las obras y actividades en las diferentes etapas). *Random Forest* es una técnica de aprendizaje automático (*machine-learning*) reconocida por su capacidad para manejar relaciones complejas y grandes conjuntos de datos (Breiman, 2001, Pedregosa et al., 2011). Para formular la base de datos de entrenamiento (70% de la base de datos) y validación (30% de la base de datos), se generó un muestreo sistemático aleatorio dentro del sistema ambiental, donde se extrajeron 500 valores de cada pixel de la calidad ambiental e indicadores. Los datos se distribuyeron de manera aleatoria sistemática en usando la herramienta de investigación *Create grid* de Qgis equidistantes a 2500 m. El entrenamiento y validación del algoritmo RF fue usando el paquete *randomForest* en R (R Core Team, 2024). *Random Forest* en *R Programming* es un conjunto de árboles de decisión. Crea y combina múltiples árboles de decisión para obtener predicciones más precisas. Es un algoritmo de clasificación no lineal. Cada modelo de árbol de decisión se utiliza cuando se emplea por sí solo. Se realiza una estimación de error de casos que no se utiliza al construir el árbol. Esto se denomina estimación del error de falta de bolsa y se menciona como porcentaje. El código usado para estimar el ICAo es el siguiente

```
# 1. Copyright statement comment -----
# Copyright 2024
# 2. Author comment -----
# Sacramento Corral-Rivas
# 3. File description comment -----
# Compute the Environmental Quality Index
# 4. Source() and library() statements -----
# Loading package
library(caTools)
library(randomForest)
# 5. Function definitions -----
# 6. Execution statements -----
# Import data set
f01 <- read.csv("C:/AA/02_EIA/031_BANOME/00_SIG/01_Data/ICA1.csv")
f01$ClasICA1 <- with(f01, ifelse(ICA1 <= 0.2, "MuyBaja", ifelse(ICA1 <= 0.4, "Baja", ifelse(ICA1 <= 0.6, "Moderada", ifelse(ICA1 <= 0.8, "Alta", "MuyAlta"))))
# Splitting data in train and test data
# SplitRatio: percentage of data to use in training set
split <- sample.split(f01, SplitRatio = 0.7)
# Data for fitting the random algorithm
train <- subset(f01, split == "TRUE")
# nrow(train)
# Data for predictions with the random forest algorithm
test <- subset(f01, split == "FALSE")
# nrow(test)
# Fitting Random Forest to the train data set
set.seed(120) # Setting seed
classifier_RF = randomForest(x = train[, 3:14], y = as.factor(train$ClasICA1), ntree = 500)
```

```

classifier_RF
subset_data <- train[train$ClasICA1 == "Moderada", ]
with(train, tapply(ClasICA1, ClasICA1, length))
# Fitting Random Forest to the test data set
set.seed(120) # Setting seed
classifier_RF = randomForest(x = test[, 3:14], y = as.factor(test$ClasICA), ntree = 500)
classifier_RF
# Predicting the Test set results
y_pred = predict(classifier_RF, newdata = test[, 3:14])
test$y_pred <- predict(classifier_RF, newdata = test[, 3:14])
# Confusion Matrix
# confusion_mtx = table(test[, 2], y_pred)
confusion_mtx = table(test[, 15], y_pred)
addmargins(confusion_mtx)
with(test, tapply(ClasICA1, ClasICA1, length))
with(test, tapply(y_pred, y_pred, length))
# Plotting model
plot(classifier_RF)
# Importance plot
importance(classifier_RF)
# Variable importance plot
varImpPlot(classifier_RF).

```

Los resultados del entrenamiento y prueba para estimar el valor del CA₁ con el algoritmo RF son los siguientes.

	Alta		Moderada	Class error
Alta	317	0	5	0.01552795
Baja	0	13	2	0.13333333
Moderada	17	3	34	0.37037037

Mientras que, el ajuste del modelos de predicción es el siguiente;

```

Call:
randomForest(x = test[, 3:14], y = as.factor(test$ClasICA), ntree = 500)
Type of random forest: classification
Number of trees: 500
No. of variables tried at each split: 3

```

El número de árboles es 500 en el modelo y el número de variables probadas en cada división son 3. El error de clasificación es 0.00085.

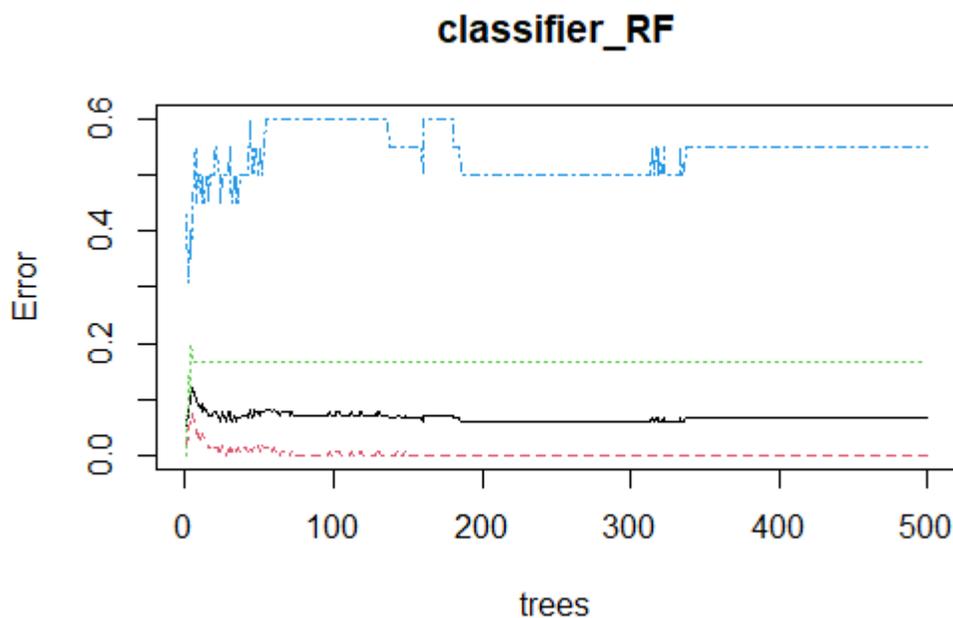


Figura V-1. La tasa de error se estabiliza con un aumento en el número de árboles.

Las variables de importancia en las predicciones son las siguientes.

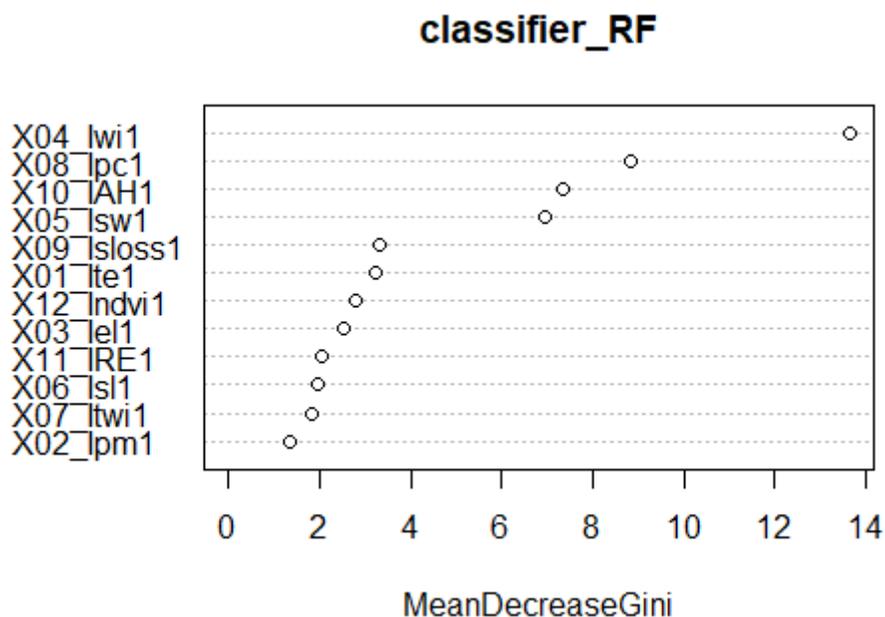


Figura V-2. Indicadores de importancia en la predicción del ICA

En vista del gráfico anterior los indicadores ambientales en orden de importancia que más contribuyen en describir la calidad ambiental son la densidad y plan de curvatura, hábitats y diversidad de especies, pérdida de suelo, temperatura e índice de vegetación de diferencia normalizada.

Conclusión. Con el algoritmo RF es posible predecir la calidad ambiental en un tiempo futuro, así lo evidencian la validación (y_{pred}), por tanto, para su uso solo será necesario alimentar la base de datos con los cambios esperados en cada indicador (i.e. al eliminar la cubierta vegetal se modifica el valor de pixel de los ráster NDVI, erosión, etc.)

después de realizar las obras y actividades en un tiempo 2 (ICA₂). Esta metodología es 100% conmensurable y su validez depende de la calidad de información que se alimente al algoritmo RF.

V.1.5 Criterios y metodología de evaluación

V.1.5.1 Criterio

El valor de la UIA se estima considerando la diferencia de dos escenarios; **UIA₁** en el estado actual (sin obras), es decir, no considera las obras y actividades en la etapa que se evalúa y, **UIA₂** considera el pronóstico del indicador ambiental una vez que se realizaron las obras y actividades para la etapa que se evalúa, es decir, cuál será el escenario esperado después de realizar las obras y actividades en la etapa que se evalúa. La expresión resultante es la siguiente:

$$CA_N = UIA_2 - UIA_1$$

El valor de la Calidad Ambiental Neta (**CA_N**) puede resultar ser negativo (adverso) o positivo (beneficioso) y, considerando que las UIA evaluadas para cada parámetro son conmensurables, se suman y se evalúa el impacto global con distintas alternativas para obtener la óptima (minimizar impactos negativos o maximizar impactos positivos) considerando las obras y actividades a desarrollar en cada etapa. El impacto total será la suma de cada uno de los impactos netos (**IN**) expresados en sus correspondientes UIA, cuanto más cercano sea su valor a 1,000 (valor óptimo), más positivo es el impacto y cuanto más bajo, más desfavorable. La metodología dispone de un sistema de alertas por considerar la magnitud del impacto ante la presencia de algunas situaciones críticas. Aunque el impacto global sea admisible, puede haber ciertos parámetros que pueden tener afectaciones considerables que no están dentro de los límites admisibles. Ante tal situación se establece un sistema de semáforo que considera las categorías siguientes; i) azul (compatible) > -0.2, ii) verde (moderado) >= -0.4, iii) amarillo (notable) >= -0.6, iv) naranja (crítico) >= -0.8 y, v) rojo (inaceptable) < -0.8. Finalmente, la valoración cuantitativa consiste en determinar la calidad ambiental del factor afectado por el impacto mediante la función de transformación adecuada, para la obtención de unidades de impacto neto (conmensurables), su contribución a la situación del medio vendrá disminuida en el mismo porcentaje que su calidad (UIA). Se aplica la valoración a la situación CON obras y actividades (CA₂) y SIN obras y actividades (CA₀), de cuya diferencia se tendrá el impacto neto (CA_N) y la sumatoria de este último representa la valoración global o de comparación de alternativas.

V.1.5.2 Caracterización y valoración de los impactos

En este estudio se utilizó la matriz de Batelle – Columbus modificada para estimar el impacto ambiental neto considerando el ICA₀ estimado en el tiempo cero y el ICA₂ (simulación) estimado con el algoritmo RF, cuando se modifican los indicadores ambientales por las obras y actividades en cada etapa. Ambos, escenarios se mantienen en una escala de 0 a 1, para poder caracterizar la importancia del impacto en el sistema de alerta de la matriz Batelle – Columbus. Si bien es cierto que el ICA oscila en un rango de 0.45 – 0.87, este se ponderó a la escala de 0 – 1 para cumplir con los criterios metodológicos de la matriz de Batelle – Columbus. La estimación del impacto neto (IN) para cada etapa es el siguiente.

Cuadro V-4. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de preparación del sitio.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	Índice de CA		CA _N Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			CA ₀	CA ₂			IN ₀	IN ₂	
BIÓTICO	Flora	Desmonte	0.87	0.45	-0.42	80	69.6	36	-33.6
BIÓTICO	Flora	Fragmentación	0.83	0.48	-0.35	40	33.2	19.2	-14
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición	0.81	0.49	-0.32	60	48.6	29.4	-19.2
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad	0.78	0.47	-0.31	40	31.2	18.8	-12.4
BIÓTICO	Flora	Especies de interés	0.69	0.48	-0.21	20	13.8	9.6	-4.2
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento	0.74	0.50	-0.24	25	18.5	12.5	-6
BIÓTICO	Fauna	Mortandad	0.80	0.71	-0.09	20	16	14.2	-1.8
BIÓTICO	Fauna	Abundancia	0.84	0.64	-0.2	40	33.6	25.6	-8
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad	0.82	0.60	0.8	40	32.8	24	-8.8
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés	0.79	0.55	0.9	40	31.6	22	-9.6
FÍSICO	Topografía	Pendiente	0.85	0.75	-0.1	20	17	15	-2
FÍSICO	Topografía	Relieve	0.87	0.84	-0.03	10	8.7	8.4	-0.3
FÍSICO	Topografía	Orientación	0.86	0.83	-0.03	10	8.6	8.3	-0.3
FÍSICO	Topografía	Curvatura	0.81	0.78	-0.03	10	8.1	7.8	-0.3
FÍSICO	Suelo	Contaminación	0.86	0.80	-0.06	20	17.2	16	-1.2
FÍSICO	Suelo	Compactación	0.83	0.73	-0.1	20	16.6	14.6	-2

FÍSICO	Suelo	Temperatura	0.75	0.73	-0.02	10	7.5	7.3	-0.2
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica	0.84	0.74	-0.1	30	25.2	22.2	-3
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica	0.85	0.59	-0.26	50	42.5	29.5	-13
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica	0.85	0.57	-0.28	50	42.5	28.5	-14
FÍSICO	Suelo	Remoción	0.87	0.81	-0.06	20	17.4	16.2	-1.2
FÍSICO	Agua	Contaminación	0.85	0.75	-0.1	25	21.25	18.75	-2.5
FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.83	0.35	-0.48	45	37.35	15.75	-21.6
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración	0.79	0.50	-0.29	25	19.75	12.5	-7.25
FÍSICO	Aire	Olor	0.87	0.76	-0.11	10	8.7	7.6	-1.1
FÍSICO	Aire	Visibilidad	0.83	0.63	-0.2	5	4.15	3.15	-1
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.85	0.61	-0.24	20	17	12.2	-4.8
FÍSICO	Aire	Ruidos	0.81	0.69	-0.12	20	16.2	13.8	-2.4
FÍSICO	Paisaje	Calidad	0.87	0.63	-0.24	20	17.4	12.6	-4.8
FÍSICO	Paisaje	Visitantes	0.78	0.50	-0.28	20	15.6	10	-5.6
FÍSICO	Infraestructura	Caminos	0.58	0.78	0.2	20	11.6	15.6	4
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.48	0.50	0.02	10	4.8	5	0.2
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones	0.50	0.52	0.02	5	2.5	2.6	0.1
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes	0.60	0.60	0.00	10	6	6	0
SOCIOECONOMICO	Cultura	Grupos étnicos	0.50	0.50	0	10	5	5	0
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.60	0.67	0.07	20	12	13.4	1.4
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales indirectos	0.60	0.65	0.05	20	12	13	1
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.50	0.80	0.3	30	15	24	9
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.50	0.82	0.32	30	15	24.6	9.6

El resumen de la valoración cuantitativa del impacto neto para cada componente ambiental se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro V-5. Estimación del impacto neto en la etapa de preparación del sitio.

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA ₁	UIA ₂	
Flora	240	196.4	113.0	-83.4
Fauna	165	132.5	98.3	-34.2
Topografía	50	42.4	39.5	-2.9
Suelo	200	168.9	134.3	-34.6
Agua	95	78.4	47.0	-31.4
Aire	55	46.1	36.8	-9.3
Paisaje	40	33.0	22.6	-10.4
Infraestructura	35	18.9	23.2	4.3
Valores históricos	10	6.0	6.0	0.0
Cultura	10	5.0	5.0	0.0
Centros de población	40	24.0	26.4	2.4
Estilos de vida	60	30.0	48.6	18.6
Total	1,000	781.50	600.65	-180.85

La metodología de cálculo de la matriz de Bettella – Columbus para estimar el impacto neto en la etapa de construcción es la siguiente.

Cuadro V-6. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de construcción.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	Índice de CA		CA _N Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			CA ₀	CA ₂			IN ₀	IN ₂	
BIÓTICO	Flora	Desmonte	0.87	0.64	-0.23	80	69.6	51.2	-18.4
BIÓTICO	Flora	Fragmentación	0.83	0.67	-0.16	40	33.2	26.8	-6.4
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición	0.81	0.64	-0.17	60	48.6	38.4	-10.2
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad	0.78	0.68	-0.1	40	31.2	27.2	-4
BIÓTICO	Flora	Especies de interés	0.69	0.59	-0.1	20	13.8	11.8	-2
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento	0.74	0.63	-0.11	25	18.5	15.75	-2.75
BIÓTICO	Fauna	Mortandad	0.80	0.73	-0.07	20	16	14.6	-1.4
BIÓTICO	Fauna	Abundancia	0.84	0.74	-0.1	40	33.6	29.6	-4
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad	0.82	0.75	-0.07	40	32.8	30	-2.8
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés	0.79	0.68	-0.11	40	31.6	27.2	-4.4
FÍSICO	Topografía	Pendiente	0.85	0.78	-0.07	20	17	15.6	-1.4
FÍSICO	Topografía	Relieve	0.87	0.66	-0.21	10	8.7	6.6	-2.1
FÍSICO	Topografía	Orientación	0.86	0.72	-0.14	10	8.6	7.2	-1.4
FÍSICO	Topografía	Curvatura	0.81	0.78	-0.03	10	8.1	7.8	-0.3
FÍSICO	Suelo	Contaminación	0.86	0.60	-0.26	20	17.2	12	-5.2
FÍSICO	Suelo	Compactación	0.83	0.50	-0.33	20	16.6	10	-6.6
FÍSICO	Suelo	Temperatura	0.75	0.68	-0.07	10	7.5	6.8	-0.7
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica	0.84	0.75	-0.09	30	25.2	22.5	-2.7
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica	0.85	0.52	-0.33	50	42.5	26	-16.5

FÍSICO	Suelo	Erosión eólica	0.85	0.53	-0.32	50	42.5	26.5	-16
FÍSICO	Suelo	Remoción	0.87	0.67	-0.2	20	17.4	13.4	-4
FÍSICO	Agua	Contaminación	0.85	0.60	-0.25	25	21.25	15	-6.25
FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.83	0.67	-0.16	45	37.35	30.15	-7.2
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración	0.79	0.71	-0.08	25	19.75	17.75	-2
FÍSICO	Aire	Olor	0.87	0.65	-0.22	10	8.7	6.5	-2.2
FÍSICO	Aire	Visibilidad	0.83	0.73	-0.1	5	4.15	3.65	-0.5
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.85	0.65	-0.2	20	17	13	-4
FÍSICO	Aire	Ruidos	0.81	0.60	-0.21	20	16.2	12	-4.2
FÍSICO	Paisaje	Calidad	0.87	0.67	-0.2	20	17.4	13.4	-4
FÍSICO	Paisaje	Visitantes	0.78	0.72	-0.06	20	15.6	14.4	-1.2
FÍSICO	Infraestructura	Caminos	0.58	0.73	0.15	20	11.6	14.6	3
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.48	0.78	0.3	10	4.8	7.8	3
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones	0.50	0.67	0.17	5	2.5	3.35	0.85
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes	0.60	0.60	0	10	6	6	0
SOCIOECONOMICO	Cultura	Grupos étnicos	0.50	0.50	0	10	5	5	0
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.60	0.78	0.18	20	12	15.6	3.6
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales indirectos	0.60	0.75	0.15	20	12	15	3
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.50	0.81	0.31	30	15	24.3	9.3
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.50	0.76	0.26	30	15	22.8	7.8

El resumen de la valoración cuantitativa del impacto neto para cada componente ambiental se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro V-7. Estimación del impacto neto en la etapa de construcción.

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA ₁	UIA ₂	
Flora	240	196.4	155.4	-41.0
Fauna	165	132.5	117.2	-15.4
Topografía	50	42.4	37.2	-5.2
Suelo	200	168.9	117.2	-51.7
Agua	95	78.4	62.9	-15.5
Aire	55	46.1	35.2	-10.9
Paisaje	40	33.0	27.8	-5.2
Infraestructura	35	18.9	25.8	6.9
Valores históricos	10	6.0	6.0	0.0
Cultura	10	5.0	5.0	0.0
Centros de población	40	24.0	30.6	6.6
Estilos de vida	60	30.0	47.1	17.1
Total	1,000	781.50	667.25	-114.25

La metodología de cálculo de la matriz de Bettella – Columbus para estimar el impacto neto en la etapa de operación y mantenimiento es la siguiente.

Cuadro V-8. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de operación y mantenimiento.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTRICOS	Índice de CA		CA _N Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			CA ₀	CA ₂			IN ₀	IN ₂	
BIÓTICO	Flora	Desmonte	0.87	0.78	-0.09	80	69.6	62.4	-7.2
BIÓTICO	Flora	Fragmentación	0.83	0.76	-0.07	40	33.2	30.4	-2.8
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición	0.81	0.78	-0.03	60	48.6	46.8	-1.8
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad	0.78	0.73	-0.05	40	31.2	29.2	-2
BIÓTICO	Flora	Especies de interés	0.69	0.64	-0.05	20	13.8	12.8	-1
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento	0.74	0.68	-0.06	25	18.5	17	-1.5
BIÓTICO	Fauna	Mortandad	0.80	0.5	-0.3	20	16	10	-6
BIÓTICO	Fauna	Abundancia	0.84	0.75	-0.09	40	33.6	30	-3.6
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad	0.82	0.76	-0.06	40	32.8	30.4	-2.4
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés	0.79	0.72	-0.07	40	31.6	28.8	-2.8
FÍSICO	Topografía	Pendiente	0.85	0.83	-0.02	20	17	16.6	-0.4
FÍSICO	Topografía	Relieve	0.87	0.86	-0.01	10	8.7	8.6	-0.1
FÍSICO	Topografía	Orientación	0.86	0.81	-0.05	10	8.6	8.1	-0.5
FÍSICO	Topografía	Curvatura	0.81	0.79	-0.02	10	8.1	7.9	-0.2
FÍSICO	Suelo	Contaminación	0.86	0.83	-0.03	20	17.2	16.6	-0.6
FÍSICO	Suelo	Compactación	0.83	0.8	-0.03	20	16.6	16	-0.6
FÍSICO	Suelo	Temperatura	0.75	0.73	-0.02	10	7.5	7.3	-0.2
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica	0.84	0.8	-0.04	30	25.2	24	-1.2
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica	0.85	0.83	-0.02	50	42.5	41.5	-1
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica	0.85	0.8	-0.05	50	42.5	40	-2.5
FÍSICO	Suelo	Remoción	0.87	0.82	-0.05	20	17.4	16.4	-1
FÍSICO	Agua	Contaminación	0.85	0.81	-0.04	25	21.25	20.25	-1

FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.83	0.78	-0.05	45	37.35	35.1	-2.25
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración	0.79	0.75	-0.04	25	19.75	18.75	-1
FÍSICO	Aire	Olor	0.87	0.87	0	10	8.7	8.7	0
FÍSICO	Aire	Visibilidad	0.83	0.83	0	5	4.15	4.15	0
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.85	0.85	0	20	17	17	0
FÍSICO	Aire	Ruidos	0.81	0.81	0	20	16.2	16.2	0
FÍSICO	Paisaje	Calidad	0.87	0.88	0.01	20	17.4	17.6	0.2
FÍSICO	Paisaje	Visitantes	0.78	0.79	0.01	20	15.6	15.8	0.2
FÍSICO	Infraestructura	Caminos	0.58	0.68	0.1	20	11.6	13.6	2
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.48	0.87	0.39	10	4.8	8.7	3.9
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones	0.50	0.75	0.25	5	2.5	3.75	1.25
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes	0.60	0.6	0	10	6	6	0
SOCIOECONOMICO	Cultura	Grupos étnicos	0.50	0.5	0	10	5	5	0
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.60	0.78	0.18	20	12	15.6	3.6
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales indirectas	0.60	0.74	0.14	20	12	14.8	2.8
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.50	0.81	0.31	30	15	24.3	9.3
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.50	0.75	0.25	30	15	22.5	7.5

El resumen de la valoración cuantitativa del impacto neto para cada componente ambiental se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro V-9. Estimación del impacto neto en la etapa de operación y mantenimiento.

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA ₁	UIA ₂	
Flora	240	196.4	181.6	-14.8
Fauna	165	132.5	116.2	-16.3
Topografía	50	42.4	41.2	-1.2
Suelo	200	168.9	161.8	-7.1
Agua	95	78.4	74.1	-4.3
Aire	55	46.1	46.1	0.0
Paisaje	40	33.0	33.4	0.4
Infraestructura	35	18.9	26.1	7.2
Valores históricos	10	6.0	6.0	0.0
Cultura	10	5.0	5.0	0.0
Centros de población	40	24.0	30.4	6.4
Estilos de vida	60	30.0	46.8	16.8
Total	1,000	781.50	768.60	-12.90

La metodología de cálculo de la matriz de Bettella – Columbus para estimar el impacto neto en la etapa de abandono del sitio es la siguiente.

Cuadro V-10. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de abandono del sitio.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTRICOS	Índice de CA		CA _N Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			CA ₀	CA ₂			IN ₀	IN ₂	
BIÓTICO	Flora	Desmonte	0.87	0.85	-0.02	80	69.6	68	-1.6
BIÓTICO	Flora	Fragmentación	0.83	0.82	-0.01	40	33.2	32.8	-0.4
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición	0.81	0.8	-0.01	60	48.6	48	-0.6
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad	0.78	0.77	-0.01	40	31.2	30.8	-0.4
BIÓTICO	Flora	Especies de interés	0.69	0.68	-0.01	20	13.8	13.6	-0.2
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento	0.74	0.9	0.16	25	18.5	22.5	4
BIÓTICO	Fauna	Mortandad	0.80	0.76	-0.04	20	16	15.2	-0.8
BIÓTICO	Fauna	Abundancia	0.84	0.82	-0.02	40	33.6	32.8	-0.8
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad	0.82	0.8	-0.02	40	32.8	32	-0.8
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés	0.79	0.82	0.03	40	31.6	32.8	1.2
FÍSICO	Topografía	Pendiente	0.85	0.84	-0.01	20	17	16.8	-0.2
FÍSICO	Topografía	Relieve	0.87	0.88	0.01	10	8.7	8.8	0.1
FÍSICO	Topografía	Orientación	0.86	0.87	0.01	10	8.6	8.7	0.1
FÍSICO	Topografía	Curvatura	0.81	0.83	0.02	10	8.1	8.3	0.2
FÍSICO	Suelo	Contaminación	0.86	0.87	0.01	20	17.2	17.4	0.2
FÍSICO	Suelo	Compactación	0.83	0.85	0.02	20	16.6	17	0.4
FÍSICO	Suelo	Temperatura	0.75	0.73	-0.02	10	7.5	7.3	-0.2
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica	0.84	0.86	0.02	30	25.2	25.8	0.6
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica	0.85	0.82	-0.03	50	42.5	41	-1.5
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica	0.85	0.83	-0.02	50	42.5	41.5	-1
FÍSICO	Suelo	Remoción	0.87	0.85	-0.02	20	17.4	17	-0.4
FÍSICO	Agua	Contaminación	0.85	0.84	-0.01	25	21.25	21	-0.25
FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.83	0.82	-0.01	45	37.35	36.9	-0.45
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración	0.79	0.81	0.02	25	19.75	20.25	0.5
FÍSICO	Aire	Olor	0.87	0.88	0.01	10	8.7	8.8	0.1

FÍSICO	Aire	Visibilidad	0.83	0.84	0.01	5	4.15	4.2	0.05
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.85	0.85	0	20	17	17	0
FÍSICO	Aire	Ruidos	0.81	0.79	-0.02	20	16.2	15.8	-0.4
FÍSICO	Paisaje	Calidad	0.87	0.86	-0.01	20	17.4	17.2	-0.2
FÍSICO	Paisaje	Visitantes	0.78	0.7	-0.08	20	15.6	14	-1.6
FÍSICO	Infraestructura	Camino	0.58	0.5	-0.08	20	11.6	10	-1.6
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.48	0.48	0	10	4.8	4.8	0
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones	0.50	0.5	0	5	2.5	2.5	0
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes	0.60	0.6	0	10	6	6	0
SOCIOECONOMICO	Cultura	Grupos étnicos	0.50	0.5	0	10	5	5	0
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.60	0.63	0.03	20	12	12.6	0.6
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales indirectas	0.60	0.63	0.03	20	12	12.6	0.6
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.50	0.5	0	30	15	15	0
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.50	0.5	0	30	15	15	0

El resumen de la valoración cuantitativa del impacto neto para cada componente ambiental se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro V-11. Estimación del impacto neto en la etapa de abandono del sitio.

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA ₁	UIA ₂	
Flora	240	196.4	193.2	-3.2
Fauna	165	132.5	135.3	2.8
Topografía	50	42.4	42.6	0.2
Suelo	200	168.9	167.0	-1.9
Agua	95	78.4	78.2	-0.2
Aire	55	46.1	45.8	-0.3
Paisaje	40	33.0	31.2	-1.8
Infraestructura	35	18.9	17.3	-1.6
Valores históricos	10	6.0	6.0	0.0
Cultura	10	5.0	5.0	0.0
Centros de población	40	24.0	25.2	1.2
Estilos de vida	60	30.0	30.0	0.0
Total	1,000	781.50	776.75	-4.75

Gráficamente el impacto neto (IN) para cada componente ambiental se puede observar en las gráficas siguientes.

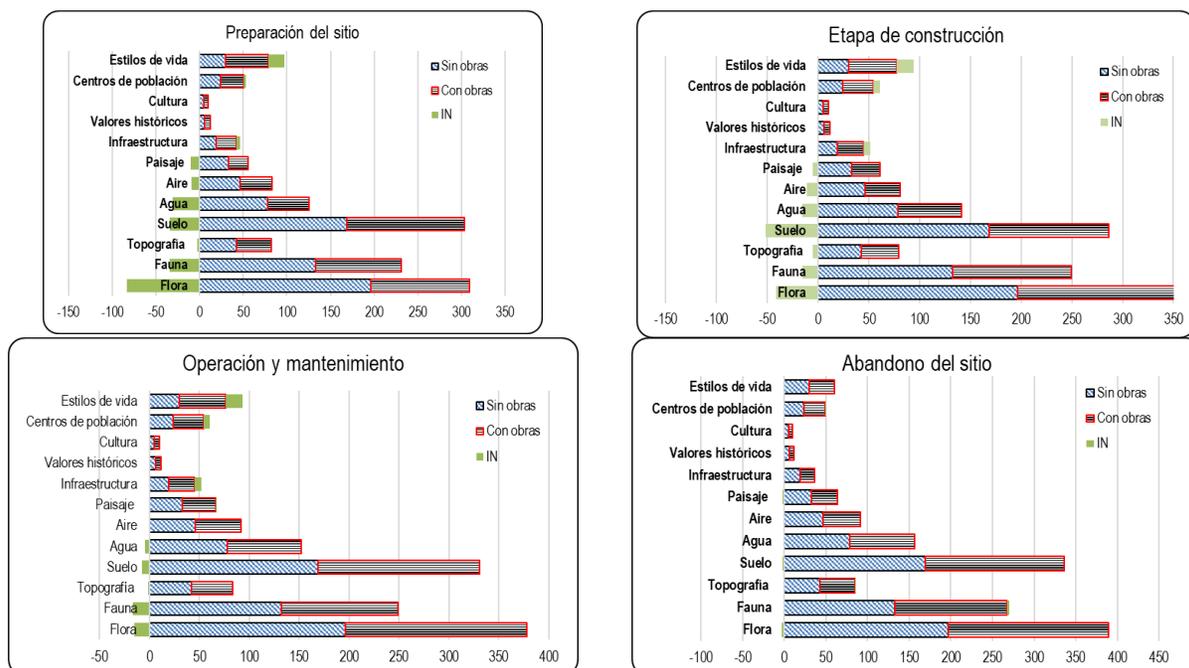


Figura V-3. Distribución del impacto neto (IN) de los componentes ambientales por etapa

Finalmente, el resultado del impacto neto por etapa es el siguiente.

Cuadro V-12. Impacto neto por etapa.

COMPONENTES	IMPACTO NETO POR ETAPA
-------------	------------------------

	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono del sitio
Flora	-83.4	-41.0	-14.8	-3.2
Fauna	-34.2	-15.4	-16.3	2.8
Topografía	-2.9	-5.2	-1.2	0.2
Suelo	-34.6	-51.7	-7.1	-1.9
Agua	-31.4	-15.5	-4.3	-0.2
Aire	-9.3	-10.9	0.0	-0.3
Paisaje	-10.4	-5.2	0.4	-1.8
Infraestructura	4.3	6.9	7.2	-1.6
Valores históricos	0.0	0.0	0.0	0.0
Cultura	0.0	0.0	0.0	0.0
Centros de población	2.4	6.6	6.4	1.2
Estilos de vida	18.6	17.1	16.8	0.0
Total	-180.85	-114.25	-12.90	-4.75

V.1.5.3 Identificación y globalización de los impactos adversos

En la identificación y globalización de los impactos relevantes adversos se consideró el proceso analítico siguiente.

- Se identificó el grado de alerta del impacto por etapa (colores amarillo, naranja y rojo), así como su ocurrencia.
- Se filtraron los parámetros por componente ambiental que tienen los valores más bajos (negativos).
- Se definieron los impactos negativos y su ocurrencia en las etapas.

El resultado del escrutinio de los impactos adversos relevantes se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro V-13. Identificación de los impactos negativos relevantes.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTRICOS	IMPACTOS NEGATIVOS DETECTADOS	ETAPA DEL IMPACTO
BIÓTICO	Flora	Desmonte	Remoción de cobertura vegetal	Preparación del sitio
BIÓTICO	Flora	Fragmentación	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	Preparación del sitio
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	Preparación del sitio
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento
BIÓTICO	Fauna	Mortandad	Electrocución de aves	Operación y mantenimiento
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Todas
FÍSICO	Topografía	Pendiente	Modificación del relieve	Construcción, operación y mantenimiento
FÍSICO	Topografía	Relieve	Modificación del relieve	Construcción, operación y mantenimiento
FÍSICO	Suelo	Contaminación	Generación de residuos sólidos urbanos	Todas
FÍSICO	Suelo	Compactación	Erosión de sedimentos y fertilidad	Todas
FÍSICO	Suelo	Temperatura	Erosión de sedimentos y fertilidad	Preparación del sitio
FÍSICO	Agua	Materia orgánica	Incorporación de sedimentos en los cuerpos de agua	Preparación del sitio
FÍSICO	Agua	Erosión hídrica	Incorporación de sedimentos en los cuerpos de agua	Preparación del sitio
FÍSICO	Agua	Contaminación	Incorporación de sedimentos en los cuerpos de agua	Todas
FÍSICO	Agua	Escorrentamiento superficial e infiltración	Incorporación de sedimentos en los cuerpos de agua	Preparación del sitio y abandono
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración	Incorporación de sedimentos en los cuerpos de agua	Preparación del sitio y abandono
FÍSICO	Aire	Visibilidad	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	Todas
FÍSICO	Paisaje	Calidad	Modificación de la calidad del paisaje natural	Construcción, operación y mantenimiento

Finalmente, la globalización de los impactos adversos se resume de la manera siguiente.

Cuadro V-14. Impactos adversos identificados.

ID	CATEGORÍA	COMPONENTE	IMPACTOS ADVERSOS
1	BIÓTICO	Flora	Remoción de cobertura vegetal
2	BIÓTICO	Flora	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora
3	BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento de especies de fauna silvestre
4	BIÓTICO	Fauna	Electrocución de aves

2. Modificación de la abundancia y diversidad de la flora. Es un impacto Moderado que manifiesta una intensidad baja, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como parcial y de acuerdo al momento de su manifestación será a corto plazo. Este impacto tendrá una persistencia temporal en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al largo plazo con una recuperabilidad a mediano plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado moderado que tendrá un efecto indirecto sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental e irregular de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

3. Desplazamiento de especies de fauna silvestre. Es un impacto Moderado que manifiesta una intensidad media, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como parcial y de acuerdo al momento de su manifestación será a mediano plazo. Este impacto tendrá una persistencia persistente en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al largo plazo con una recuperabilidad a mediano plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto directo sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental y periódico de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

4. Electrocuación de aves. Es un impacto Moderado que manifiesta una intensidad media, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como parcial y de acuerdo al momento de su manifestación será a mediano plazo. Este impacto tendrá una persistencia temporal en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al largo plazo con una recuperabilidad a mediano plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto indirecto sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental y periódico de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

5. Modificación del relieve. Es un impacto Moderado que manifiesta una intensidad alta, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como parcial y de acuerdo al momento de su manifestación será a corto plazo. Este impacto tendrá una persistencia temporal en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al mediano plazo con una recuperabilidad a mediano plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto directo sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental y irregular de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

6. Generación de residuos sólidos urbanos. Es un impacto Bajo que manifiesta una intensidad baja, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como puntual y de acuerdo al momento de su manifestación será a corto plazo. Este impacto tendrá una persistencia temporal en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al mediano plazo con una recuperabilidad inmediato, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto indirecto sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental y irregular de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

7. Erosión de sedimentos y fertilidad. Es un impacto Moderado que manifiesta una intensidad media, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como parcial y de acuerdo al momento de su manifestación será a mediano plazo. Este impacto tendrá una persistencia temporal en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al largo plazo con una recuperabilidad a mediano plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado moderado que tendrá un efecto indirecto sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado acumulativo en el sistema ambiental y periódico de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

8. Incorporación de sedimentos en los cuerpos de agua. Es un impacto Moderado que manifiesta una intensidad media, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como puntual y de acuerdo al momento de su manifestación será a mediano plazo. Este impacto tendrá una persistencia permanente en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al mediano plazo con una recuperabilidad a mediano plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto indirecto sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental y periódico de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

9. Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero. Es un impacto Bajo que manifiesta una intensidad media, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como parcial y de acuerdo al momento de su manifestación será a largo plazo. Este impacto tendrá una persistencia temporal en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al mediano plazo con una recuperabilidad a corto plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto directo sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental y irregular de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

10. Modificación de la calidad del paisaje natural. Es un impacto Moderado que manifiesta una intensidad alta, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como extenso y de acuerdo al momento de su manifestación será inmediato. Este impacto tendrá una persistencia permanente en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al largo plazo con una recuperabilidad a largo plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado moderado que tendrá un efecto directo sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental y periódico de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

V.2 Justificación de la metodología utilizada en la evaluación de los impactos ambientales

La guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental para obras y actividades que requieren cambio de uso de suelo publicada por la SEMARNAT, recomienda el uso de la matriz de Batelle – Columbus (1972) como un método cuantitativo (algunos autores lo definen como semicuantitativo) que considera todos los factores ambientales posibles a ser modificados o alterados por una acción. La matriz de Batelle - Columbus está formada por una lista de verificación con escala de ponderación de los diferentes factores ambientales, el método comprende una evaluación sistemática de impactos ambientales mediante el uso de indicadores homogéneos, los indicadores de impacto se evalúan con 78 parámetros ambientales agrupados en 4 categorías. Las principales ventajas que presenta esta matriz son las siguientes.

- Permite la evaluación sistemática de los impactos ambientales, mediante la utilización de indicadores homogéneos.
- Se pueden obtener evaluaciones globales cuantificables.
- Se pueden comparar alternativas.

- Es un método de poca subjetividad.

La justificación de la metodología de evaluación de los impactos ambientales radica en que para obras eléctricas que requieren CUSTF lo más conveniente es realizar una combinación de metodologías cualitativas y cuantitativas que compare dos escenarios del medio ambiente (estado actual y con la obra en operación). Entonces la metodología usada comprende las siguientes herramientas.

1. Lista de verificación. Su principal utilidad es identificar todas las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la evaluación de impacto ambiental que ninguna variable del medio ambiente relevante sea omitida. En este caso se usó las variables propuestas en la matriz de Batelle – Columbus.

2. Sobreposición de mapas. Los mapas pueden identificar, predecir y asignar un valor relativo a cada impacto. La sobreposición de mapas permite una comprensión global de impactos establecidos en forma independiente, relacionarlos con diversas características (como aspectos físico-territoriales y socioeconómicos de la población radicada en la zona) y establecer de esta forma un impacto global. El procedimiento que se utilizó fue a través de un SIG diseñado para dos áreas de influencia (sistema ambiental y Predio o sitio donde se llevarán las obras y actividades).

3. Cuadro de contingencia (matriz causa - efecto). Las matrices de causa-efecto consisten en un listado de acciones humanas y otro de indicadores de impacto ambiental, que se relacionan en un diagrama matricial. Son muy útiles cuando se trata de identificar el origen de ciertos impactos. Para este caso se usó la metodología de matriz de Batelle – Columbus modificada para estimar un impacto neto sobre los componentes ambientales en cada etapa. Con esta valoración se puede tener un mejor conocimiento y probabilidad del impacto esperado sobre el componente ambiental, de tal manera que se podrá anticipar en proponer las mejores estrategias y medidas de prevención y mitigación.

4. Descripción del impacto ambiental (matriz de importancia). Una vez definido el impacto ambiental es necesario su clasificación sobre el medio ambiente. Se hace notar que la clasificación ni es exhaustiva, ni excluyente, esto es, pueden existir impactos no descritos, y un impacto concreto puede pertenecer a la vez a dos o más grupos tipológico. Para esta tarea se usó la metodología de Coneza (2009), por ser bastante completa y muy utilizada en la descripción de impactos ambientales relacionados con la explotación de recursos naturales renovables y no renovables. Las ventajas que ofrece esta matriz son las siguientes.

- Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por las acciones, la matriz de importancia nos permitirá obtener una valoración cualitativa al nivel requerido por una EIA simplificada.
- La valoración cualitativa se efectuará a partir de la matriz de importancia. Cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.
- En esta matriz se puede definir los alcances o magnitud del impacto, y de esta manera proponer una medida correctiva o compensatoria adecuada para cada acción, lo cual hace posible su predicción cuantitativamente de la causa – efecto para la toma de decisiones futuras en tiempo y espacio del elemento afectado.
- En cuanto a la sobreposición de mapas utilizando la información contenida en el SIG, nos describe con precisión el ambiente afectado, su localización, magnitud y alcance. Los resultados son cuantitativos y pueden ser comparados indistintamente en diferentes escales temporales y espaciales usando diferentes indicadores ambientales.

En general la técnica utilizada es un método sistematizado para la comparación de diferentes alternativas de acciones sobre los componentes ambientales y alguna manera induce a la toma de decisiones, dado que se obtiene una cifra de alteración de la calidad ambiental para cada alternativa propuesta.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas

Las medidas que se establecen están basadas en los resultados de la caracterización de las actividades y el medio ambiente y en la normatividad ambiental aplicable. De esta forma, cada medida descrita en este apartado tiene como fin prevenir, restaurar, mitigar y/o compensar las alteraciones ambientales significativas a cada componente del medio ambiente. Estas medidas consisten en disposiciones y recomendaciones técnico-ambientales y normativas que tendrán que llevarse a cabo cuando sea necesario con la finalidad de evitar al máximo la perturbación de los recursos naturales y disminuir el riesgo de incidentes o accidentes que causen su degradación.

VI.1.1 Clasificación de las medidas

La agrupación de las medidas propuestas obedece a factores ambientales, propósito de la medida y desarrollo cronológico de cada una de ellas con relación a su etapa de aplicación. Las categorías de las medidas establecidas en el plan de manejo ambiental se agrupan de la manera siguiente:

A) Medidas preventivas

Estas tienen como finalidad anticiparse a los posibles impactos ambientales que pudieran registrarse por la ejecución o como resultado de las actividades programadas en cualquiera de las etapas establecidas. En estas se plasman las consideraciones ambientales desde el diseño y su forma de ejecución a fin de evitar o en el caso extremo disminuir los impactos ambientales provocados. Todo esto bajo la premisa de que siempre es mejor no producir impactos que corregirlos cuando llegue a suponerse una corrección total, por lo cual se considera este subgrupo como el más importante por la trascendencia de la prevención.

B) Medidas de mitigación

La mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos negativos que las acciones pueda generar sobre el entorno humano y natural. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser ello posible, se restablecen al menos las propiedades básicas iniciales.

C) Medidas de restauración

También denominadas como de **corrección o de rehabilitación**. Este tipo de medidas tiene como propósito recuperar, rescatar o reconstruir aquel componente ambiental, que no pudo ser evitado desde el diseño de las acciones y obras, y por tanto será modificado o alterado de sus condiciones actuales. El momento indicado para la aplicación de las medidas de restauración es inmediatamente después de terminadas las actividades que propiciaron la modificación o alteración de los factores del medio ambiente, previamente evaluadas las condiciones antes y después de que ocurra el impacto.

D) Medidas de compensación

Las medidas de compensación buscan producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a uno de carácter adverso. Solo se lleva a cabo en las áreas en que los impactos negativos significativos no pueden mitigarse. La compensación se utiliza cuando no es posible mitigar los impactos. Las medidas de compensación pretenden equilibrar el daño provocado irremediablemente a través de obras, acciones o remuneraciones al ambiente.

VI.1.2 Medidas propuestas para cada componente ambiental

Derivado de la identificación de los impactos adversos significativos identificados y evaluados se plantea una serie de medidas para prevenir, mitigar, compensar y restaurar los impactos ocasionados al ecosistema las cuales se describen a continuación.

Cuadro VI-1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

No.	Componente	Descripción de la medida	Tipo de medida	ID	Etapa / Duración
-----	------------	--------------------------	----------------	----	------------------

1	Aire	Se evitará en lo posible la emisión de contaminantes mediante el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada	Preventiva	P1	Todas las etapas
2	Aire	Se prohibirá el uso del fuego en la remoción de la vegetación para evitar la contaminación por humos y riesgos de incendios forestales	Preventiva	P2	Preparación del sitio
3	Aire	Humectar los suelos sueltos en las brechas y sitios de mayor tránsito de vehículos para mitigar la generación de polvos al ambiente	Mitigación	M3	Todas las etapas
4	Aire	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido	Preventiva	P4	Todas las etapas
5	Aire	Respetar las normas ecológicas para la protección del aire	Preventiva	P5	Todas las etapas
6	Topografía	Suavizar las pendientes para permitir el tránsito de los vehículos	Restauración	R6	Todas las etapas
7	Suelo	Se evitará en lo posible el arrastre del suelo para evitar la formación de canales y puedan convertirse en cárcavas	Mitigación	M7	Preparación del sitio
8	Suelo	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos, así como disminuir la frecuencia de su mantenimiento y mejorar el confort del conductor	Mitigación	M8	Todas las etapas
9	Suelo	Se acomodará y picará los productos forestales maderables resultado de la remoción de la vegetación en áreas aleatorias, en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación y disminuir la erosión hídrica	Restauración	R9	Preparación del sitio
10	Suelo	Los residuos sólidos que se generen, deberán manejarse por separado de acuerdo a sus características y depositarse en contenedores metálicos o de plástico, con tapa de cierre hermético, indicando su contenido; su disposición será de acuerdo a lo que señale la autoridad ambiental competente y normas aplicables	Preventiva	P10	Todas las etapas
11	Suelo	Para evitar la contaminación con hidrocarburos en el suelo, el mantenimiento de la maquinaria y equipo se dará en talleres autorizados	Preventiva	P11	Todas las etapas
12	Suelo	Implementar un programa de control de la erosión	Restauración	R12	Operación y mantenimiento
13	Suelo	No remover la vegetación herbácea ni la arbustiva de dimensiones pequeñas de forma que el suelo no quede desnudo y mitigue la erosión hídrica	Mitigación	M13	Preparación del sitio
14	Agua	Se prohíbe el vertido de residuos peligrosos como aceites, estopas impregnadas u otros materiales en los cuerpos de agua	Preventiva	P14	Todas las etapas
15	Agua	En la remoción de la vegetación, establecer pocos carriles de arrime para evitar el arrastre masivo sobre una mayor área de suelo y evitar formación de canalillos	Mitigación	M15	Preparación del sitio
16	Agua	Realizar las obras de retención de suelos para evitar que azolven los cuerpos de agua o modifiquen su curso natural	Preventiva	P16	Operación y mantenimiento
17	Paisaje	Colectar y transportar fuera del sitio, todos los materiales de desecho como madera, plástico, cartones entre otros y enviarlos a los centros de acopio autorizados	Preventiva	P17	Todas las etapas
18	Paisaje	Realizar las actividades por etapas para que la obra se integre de manera paulatina al paisaje	Mitigación	M18	Todas las etapas
19	Flora	Realizar la remoción de la vegetación utilizando la técnica de derribo direccional para evitar dañar a los árboles aleatorios	Preventiva	P19	Preparación del sitio
20	Flora	Prohibir la remoción de la vegetación fuera del área propuesta (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados)	Preventiva	P20	Todas las etapas
21	Flora	Prohibir el uso de fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales	Preventiva	P21	Todas las etapas
22	Flora	Implementar un programa de reforestación	Compensación	C22	Preparación del sitio
23	Flora	Implementar un programa de rescate y reubicación de flora (en su caso)	Preventiva	P23	Preparación del sitio
24	Flora	Respetar las normas ecológicas para la protección de la flora	Preventiva	P24	Todas las etapas
25	Fauna	Prohibir la cacería ilegal en todas las etapas	Preventiva	P25	Todas las etapas
26	Fauna	Elaborar y colocar tableros alusivos a la prohibición de la caza ilegal y sobre el cuidado del medio ambiente, así como del manejo adecuado de los residuos sólidos generados	Preventiva	P26	Todas las etapas
27	Fauna	Evitar el vertimiento de residuos en el suelo, que pudieran ser ingeridos por la fauna local	Preventiva	P27	Todas las etapas
28	Fauna	Permitir el ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad para garantizar su supervivencia	Preventiva	P28	Preparación del sitio
29	Fauna	Favorecer el establecimiento de madrigueras mediante el acomodo de desperdicios	Preventiva	P29	Preparación del sitio
30	Fauna	Implementar un programa de rescate y reubicación de fauna	Compensación	C30	Todas las etapas
31	Fauna	Queda prohibida la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas	Preventiva	P31	Todas las etapas
32	Fauna	Respetar las normas ecológicas para la protección de la fauna	Preventiva	P32	Todas las etapas

VI.1.3 Descripción de los programas de compensación y restauración

Con base en la evaluación ambiental realizada en este estudio se considera que en las etapas se presentan impactos ambientales **COMPATIBLES** (recuperación es inmediata tras el cese de la actividad). En los casos de las actividades de bajo impacto, esencialmente se realizarán medidas del tipo preventivas y de mitigación, sin embargo, para aquellas actividades que generan impactos **CRÍTICOS** se tienen considerados los programas siguientes.

VI.1.3.1 Programa de rescate y reubicación de fauna

En el SA se presenta una gran variedad fauna silvestre la cual no se verá afectada directamente por las obras y actividades, sin embargo, se deberá tener cuidado por la incidencia directa de los organismos en el sitio, con énfasis en la etapa de preparación del sitio; por lo que es necesario elaborar e instrumentar un **programa de rescate, protección y conservación de fauna silvestre**, debe mencionarse que el objeto de dicho programa es la protección a la fauna silvestre en general, sin embargo, se tendrá especial cuidado en aquellas especies que se encuentren listadas en la [NOM – 059](#).

VI.1.3.1.1 Objetivos

General

Conservar la biodiversidad de la fauna silvestre protegiendo aquellas especies de alto valor de importancia ecológica a nivel regional.

Específicos

- Rescate y reubicación de las especies de la fauna silvestre que se encuentran listadas en la [NOM-059](#) dentro del sitio.
- Determinar el método más adecuado para identificar, rescatar y asegurar la sobrevivencia de las especies reubicadas.
- Capacitación del personal que estará involucrado en las diferentes actividades.
- Realizar el rescate y conservación de especies de fauna con valor de importancia ecológica.

VI.1.3.1.2 Metas

- Ahuyentar la totalidad de la fauna en el sitio para asegurar su supervivencia.
- Tener un registro de rescate y evidencia fotográfica de la fauna registrada.

VI.1.3.1.3 Descripción de las especies de fauna

Para identificar la fauna en primera instancia se revisaron registros de la fauna en el SA, y se complementó con la información del levantamiento de campo, del total de las especies reportadas algunas especies se encuentran incluidas en alguna categoría de protección especial en la [NOM-59](#). Las especies de fauna silvestre que requieren ahuyentamiento y de ser necesario un Programa de Rescate y Reubicación (PRR) por tener posibilidades de encontrarlas dentro del Predio son las siguientes.

Cuadro VI-2. Especies de fauna consideradas en el PRR.

Número	Nombre científico	Nombre común	Grupo	Categoría	Endemismo
1	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura o aguilucho negro	Aves	Pr	No endémica
2	<i>Buteo lineatus</i>	Aguililla pecho rojo	Aves	Pr	No endémica
3	<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codomiz de Moctezuma	Aves	Pr	No endémica
4	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Aves	Pr	No endémica
5	<i>Euderma maculatum</i>	Murciélago pinto	Mamíferos	Pr	No endémica
6	<i>Lepus callotis</i>	Liebre torda	Mamíferos	Vu	No endémica
7	<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chirrionera roja	Reptiles	A	No endémica
8	<i>Thamnophis sirtalis</i>	Culebra listonada común o culebra rayada	Reptiles	Pr	No endémica
9	<i>Anaxyrus debilis</i>	Sapo Verde	Anfibios	Pr	Endémica

A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial, Vu= Vulnerable.

A continuación, se hace un abreviado descripción de las características físicas más importantes, alimentación, distribución y estado de conservación de cada una de las especies identificadas:

A. Aves

La determinación de la avifauna a incluirse en el PRR obedece al cotejo del listado de especie registradas en el SA con probabilidad baja encontrarse en el sitio debido a las alteraciones y perturbación antropogénica, dado que al compartir ecosistemas y ubicación geográfica similar tienen alguna probabilidad de avistamiento. La descripción general de estas especies es la siguiente.

Cuadro VI-3. Descripción de las especies de aves incluidas en el PRR.

No.	Nombre científico	Descripción
1	<i>Buteo albonotatus</i>	En ambos sexos el plumaje es casi todo negro excepto las últimas plumas debajo de las alas, tiene unas cortas patas amarillas y un pico amarillo con la punta negra; los ejemplares jóvenes poseen un color más claro. Se alimenta de pichones de aves, pequeños mamíferos y pequeños reptiles. Habita en montes, sabanas arbustivas, campos abiertos y cerca de ríos y lagunas. Nidifica en los árboles altos, donde construye una plataforma fabricada con palos y juncos. La hembra coloca 2 huevos blancos.
2	<i>Buteo lineatus</i>	El busardo hombrorrojo1 (<i>Buteo lineatus</i>) es una especie de ave accipitriforme de la familia Accipitridae norteamericana presente en México, Estados Unidos y Canadá, Los adultos son hermosos con intenso barrado anaranjado abajo y un patrón contrastante en blanco y negro, como tablero de damas, en las alas. A menudo en áreas boscosas, donde cazan desde las perchas. Se percha en cables con más frecuencia que Red-tailed Hawk. En vuelo, las alas parecen estrechas y empujadas hacia delante en comparación con Red-tailed Hawk o Broad-winged Hawk; también nota la cola relativamente larga. La población en California es más saturada de colores (anaranjado más oscuro) que las aves más pálidas del este y las aves más grises y más pálidas aún de Florida.
3	<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Son aves que miden de 17 a 24 cm de largo, lo que las convierte en una de las especies más pequeñas de América del Norte. Como el resto de las codornices, la cola es bastante pequeña y la apariencia rechoncha. Ppesan unos 180 g. Los machos tienen la cara y cuello son blancos con negro, un patrón conocido como de arlequín. Tienen una larga cresta color ante que cuelga hacia atrás de la cabeza. La espalda y las plumas de la cubierta de las alas son color ante oscuro con manchas negras claras, y los costados presentan numerosas manchas circulares. Su hábitat incluye bosques abiertos, más frecuentemente de encino, pero también de pino-encino y de junípero, con pastos de al menos 30 cm de alto. Presente en pendientes de colinas y cañones. Desde finales del siglo XX su hábitat parece estar reduciéndose y fragmentándose, la codorniz arlequín se alimenta de insectos y plantas. En su dieta vegetariana, son particularmente importantes los tubérculos de <i>Oxalis</i> , <i>Cyperus esculentus</i> y <i>C. sphaerolepis</i> . Las aves obtienen los tubérculos excavando con las patas; no se sabe cómo localizan los tubérculos en estaciones en que las plantas no tienen crecimiento aéreo.
4	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón grande con una longitud total de 375 a 525 mm y envergadura de 96 a 119 cm, de constitución gruesa con un peso de 550 a 1550 gr, a las largas y puntiagudas con base ancha, cola más bien corta y angosta. En reposo, el extremo de las alas casi alcanza la punta de la cola. El iris es café oscuro, la órbita del ojo está desnuda, el pico es azul plumizo y la punta negra. Los sexos son similares, las edades difieren. El adulto tiene cere, anillo orbital y patas color amarillo brillante. Garganta y partes inferiores de color blanco. La parte baja del pecho y el resto de las partes inferiores con manchas y barras negruzcas. Cola negra con la punta blanca, la parte exterior de la cola con 6 barras color gris pálido, la parte interna con 3-5 barras blanquizas. Habita muchos biomas terrestres, no parece tener preferencia por alguno. Su dieta está compuesta principalmente de aves, desde pequeñas con un peso no menor a 10 gr (por ejemplo, los colibríes (<i>Selasphorus</i> , <i>Archilochus</i> spp. White et al. 2002), hasta grandes patos y garzas (2 Kg.) (Iñigo 2000). Se sabe de al menos 300 especies que le sirven como alimento en el hemisferio norte, se puede especializar local o regionalmente en ciertos grupos de aves, estos son principalmente palomas (Columbiformes).

B. Réptiles

Los réptiles son vertebrados con piel escamosa, seca, queratinizada y gruesa. La piel es mudada periódicamente. Algunas son netamente terrestres y otros pueden estar constantemente en el agua. Su respiración es únicamente vía pulmonar (Burnie, 2003). La descripción de las especies que tienen cierta probabilidad de distribución en el sitio es la siguiente.

Cuadro VI-4. Descripción de las especies de réptiles incluidos en el PRR.

No.	Nombre científico	Descripción
1	<i>Masticophis flagellum</i>	<i>Masticophis flagellum</i> es una especie de serpiente de la familia Colubridae comúnmente conocida como chirrionera o serpiente látigo, endémica de los Estados Unidos y México. No es venenosa. Se han reconocido siete diferentes especies, incluyendo subespecies relacionadas. Habita en todo el sur de los Estados Unidos de costa a costa. También se encuentra en el norte y centro de México. Son serpientes de cuerpo delgado con cabeza pequeña y grandes ojos con pupilas redondas. Varían mucho en color, pero la mayoría reflejan un camuflaje adecuado a su hábitat natural. Suelen ser marrón claro con moteado marrón más oscuro, pero en la zona oeste de Texas, donde el color del suelo es más claro, también son de color rosa; existen algunas que tienen algo de rojo en su coloración. Las escamas se orientan, por lo que a primera vista la serpiente parece trenzada.
2	<i>Thamnophis sirtalis</i>	La serpiente de jarretera o culebra rayada (<i>Thamnophis sirtalis</i>) es una especie de reptil ovovivíparo inofensivo de la familia Colubridae. Habita en Estados Unidos y Canadá, parece una serpiente de collar por fuera. Perteneció a la subfamilia de las Natricinae, es delgada y cuenta con una cola larga. Las distintas especies se diferencian por sus características externas, como el color y la constitución. El tamaño también varía de una especie a otra. Por ejemplo, la serpiente jarretera de Florida puede alcanzar una longitud de un metro. En cambio, la culebra rayada de pradera suele quedarse en menos de 80 centímetros.

C. Mamíferos

Los mamíferos (*Mammalia*) son una clase de vertebrados amniotas homeotermos (de sangre caliente) que poseen glándulas mamarias productoras de leche con las que alimentan a las crías. La mayoría son vivíparos (con la notable excepción de los monotremas: ornitorrinco y equidnas). La descripción de las especies de mamíferos que tienen probabilidad de encontrarse en el sitio es la siguiente.

Cuadro VI-5. Descripción de las especies de mamíferos incluidas en el PRR.

No.	Nombre científico	Descripción
1	<i>Euderma maculatum</i>	<i>Euderma maculatum</i> es una especie de murciélago de la familia Vespertilionidae. Es la única especie del género <i>Euderma</i> . Se encuentra en México, Estados Unidos y Canadá.
2	<i>Lepus callotis</i>	La liebre torda o de flancos blancos (<i>Lepus callotis</i>) es una especie de mamífero lagomorfo de la familia Leporidae originaria de una región limitada de Norteamérica. Su difusión solo se extiende desde el sur de Nuevo México, hasta el noroeste y centro de México. De hecho, este animal se considera amenazado en Nuevo México, con una población en declive en los últimos años. La liebre de flancos blancos habita en mesetas, en lugares con bastante altitud, incluida las llanuras y las mesetas de México.

Características físicas las especies

Con la finalidad de ser más específicos en la identificación de las especies y tener mayor grado de éxito en el PRR de las especies, se tendrán actividades de capacitación sobre la identificación física de las especies y para lograr este objetivo se ha generado un compendio de las imágenes más representativas de las especies que se muestran a continuación.

Especie	Representación fotográfica
<i>Buteo albonotatus</i>	
<i>Buteo lineatus</i>	
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	
<i>Falco peregrinus</i>	

Euderma maculatum



Lepus callotis



Masticophis flagellum



Thamnophis sirtalis



Anaxyrus debilis



Figura 5: Representación gráfica de los individuos sujetos a rescate

VI.1.3.1.4 Actividades

VI.1.3.1.4.1 Capacitación al personal

La capacitación del personal que laborará en las diferentes etapas de las obras, es una actividad indispensable y será de manera obligatoria realizarla antes de llegar al sitio. Es posible que durante el desarrollo de las actividades aparezcan animales, a pesar de todos los esfuerzos desarrollados para su rescate, por lo que es de suma importancia mantener la capacitación del personal aún en la etapa de operación y mantenimiento. La capacitación se centrará en un taller de educación ambiental en dónde se abordarán los temas siguientes.

- Estado de conservación de los animales silvestres
- Listado de fauna con probabilidad a encontrarse en el sitio y su status en la [NOM – 059](#)
- Actividades de ahuyentamiento
- Importancia de las labores de rescate
- Niveles de peligrosidad de las especies y su tipo de manejo
- Legislación ambiental sobre vida silvestre, los cuidados necesarios y situaciones de emergencias

Cabe señalar que queda estrictamente prohibido al personal involucrado en el trabajo de campo realizar colecta, cacería, comercialización u otra actividad que afecte la fauna silvestre regional.

VI.1.3.1.4.2 Ahuyentamiento de la fauna

Al inicio de la etapa de preparación del sitio se realizarán recorridos por el sitio, haciendo el mayor ruido posible para permitir el desplazamiento de la fauna y sólo en caso de existir fauna de lento desplazamiento, se deberá realizar el rescate de la especie y ubicarla en un lugar seguro similar a su hábitat. Aunque existen diferentes técnicas de ahuyentamiento, como la utilización de siluetas, reflectores, cintas de colores, e incluso el uso de humo y uso de feromonas, se ha **elegido el uso de reproducción de sonidos (ruido)** como el método que menor impacto generará y el más eficiente por la naturaleza de la obra.

Reproducción de sonidos (estímulo auditivo o ruido)

Uno de los métodos más empleados, es la reproducción de diferentes tipos de sonidos que generen estímulos auditivos. La reproducción de éstos busca simular la presencia de: personas, maquinaria operando, animales depredadores, entre otros; con lo cual se genere estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento. Puede ser utilizado un **baffle o parlante amplificador** de sonido, o generar el ruido con instrumentos musicales como panderetas, silbatos, trompetas o cualquier otro medio que cause sonidos diferentes a los del ambiente natural. Los sonidos deben generarse en lugares en los que se logre abarcar en la totalidad el área que se quiere ahuyentar. Es recomendable reproducir los sonidos en tiempos y momentos diferentes. Esta técnica ha mostrado una respuesta positiva principalmente en aves y mamíferos, se puede utilizar en cualquier horario.

VI.1.3.1.4.3 Identificación

Una vez que se haya efectuado el ahuyentamiento será necesario conocer si existen individuos a rescatar, por lo que se realizará un recorrido por el sitio, poniendo en práctica la **observación directa e indirecta**.

Observación directa. Consiste en realizar un reconocimiento en el sitio para identificar los individuos a rescatar de manera visual (especies de fauna).

Identificación indirecta. La detección de las especies de manera indirecta consiste en localizar rastro de individuos a través de nidos, excretas, sonidos, etc., que nos permitan conocer su localización exacta.

Con lo anterior, podrá ubicarse si existen individuos, nidos, o madrigueras a rescatarse, y deberá ponerse en práctica la mejor técnica para su manejo.

VI.1.3.1.4.4 Métodos para el manejo de las especies

VI.1.3.1.4.4.1 Anfibios

En caso de llegar a encontrar algún individuo y evaluar que pudiese llegar a ser afectado se podrán aplicar las actividades siguientes.

- Podrán ser atrapadas manualmente, la captura de las especies más difíciles de recolectar se hace generalmente con palo que tenga un lazo y en la punta un recipiente plástico.
- La captura se realiza acercando lentamente la vara, paralela al cuerpo del individuo.
- Se colocarán en bolsas de plástico tipo ziploc (con pequeños orificios) con un poco de sustrato húmedo para evitar su desecación, ya que estos individuos dependen de condiciones de elevada humedad para su sobrevivencia.
- Este grupo es relativamente sencillo de manipular y de liberar, son especies cuyos hábitos son diurnos, por lo que deberán ser liberadas durante el día, pero no a plena luz. Colocarlo al nivel del suelo y abrir la bolsa y moverlo para que el animal salga solo.

VI.1.3.1.4.4.2 Aves

Las aves son muy sensibles a los sonidos, por lo que se puede esperar que el ahuyentamiento a través de la generación del ruido sea exitoso; sin embargo, los casos en los que las aves no responderán a este estímulo se centra principalmente en nidos y polluelos, por lo que en su caso deberá aplicarse las actividades siguientes.

Para la captura:

- Si es grande y se defiende con sus garras o pico (caso de las rapaces y otras especies) tirarle una manta o trapo grande por encima y fijarle las patas juntas con cinta engomada o aisladora. Si es posible hacer lo mismo en el pico.
- Si es pequeño e inofensivo, simplemente tomarlo con las manos suavemente y transportarlo. Los cuidados deben enfocarse a no apretarlo para que respire libremente.

Para transportarlo:

- Lo mejor es llevarlo en una caja de cartón que sea adecuada al tamaño del ave, que no sobre mucho espacio ni que esté muy apretada, pueden ser usadas las jaulas.
- Debe permanecer a oscuras. Si se transporta en una jaula debe estar envuelta en una tela oscura.
- Tiene que disponer de buena ventilación (agujeros en las paredes de la caja o tela de la jaula).
- Al transportar evitar movimientos bruscos, sacudones, golpes y vuelcos de la caja o jaula.
- No golpear las paredes o mover la caja o jaula para saber si el ave aún está viva (se debe observar por los orificios de la misma).
- Evitar que otros animales husmeen, ladren, arañen o ataquen la caja o jaula.
- No alimentarlo ni darle agua (siempre que se llegue al lugar de rescate en menos de dos horas).
- Evitar toda causa de estrés.

¿Qué hacer si el ave no se presenta sana?

Se debe tratar de identificar qué problema tiene:

Fractura. Las alas y patas son las extremidades de fractura más frecuentes. Es relativamente fácil diagnosticarlo ya que el miembro tiene forma y/o movimientos que no son los naturales (es posible comparar

las formas y movimientos del par de miembros homólogos para ver posibles diferencias entre ellos). Se pueden presentar dos posibilidades ante una fractura.

Abierta, junto a un hueso quebrado hay una herida. En caso de fractura abierta debe iniciarse por desinfectar la herida (iodóforo), tres veces por día, durante dos días. Se debe tratar de mantener el miembro más o menos inmovilizado para que no se agrave ni duela. Se debe administrar un antibiótico, durante 7 días. Luego de los dos primeros días de desinfección, si la herida aparenta estar bien se debe inmovilizar el miembro durante 20 días.

Cerrada, únicamente hay fractura y no hay heridas. Si es un ala debe plegarse en su lugar, contra el cuerpo, y con una cinta aisladora rodear el cuerpo apretando el ala contra el mismo en posición normal. La otra ala debe quedar libre. En caso que el ave despida olor o se encuentre decaída sacar la cinta y revisar la herida. Si es una pata debe plegarse en su lugar, contra el cuerpo, y con una cinta aisladora rodear el cuerpo apretando la pata contra el mismo en posición normal. La otra pata debe quedar libre. En caso que el ave despida olor o se encuentre decaída sacar la cinta y revisar la herida.

Este tratamiento puede tener éxito o no. Por esa razón siempre lo más conveniente es consultar un veterinario dedicado a aves y/o mascotas.

Heridas. En general las heridas en las aves tienen poco sangrado. Si existiera debe comprimirse la zona sangrante hasta que se detenga la hemorragia. Tanto las heridas grandes como pequeñas terminan cicatrizando. Lo importante es evitar o cortar la infección. Con curas de iodóforo tres veces por día y algún antibiótico es suficiente. Seguir con este tratamiento hasta que la herida cierre.

Otros estados patológicos. Muchas veces no hay signos claros de una enfermedad para que una persona sin conocimientos pueda hacer un diagnóstico como en los casos anteriores. Se puede apreciar al ave que no come y/o está decaída y/o tiene diarrea y/o estornuda o tose. En estos casos se debe administrar un antibiótico. Es importante que lo vea un veterinario dedicado a las aves o mascotas.

Alimentación y nido

Alimentación. Para saber que alimento suministrar al pichón se debe saber si es una rapaz o no, ya que las demás especies pueden ser alimentadas, en principio con la misma comida.

Como saber si es una rapaz. Dos datos son fundamentales para saberlo: i) Pico relativamente voluminoso y grueso, ganchudo y ii) Patas fuertes y con uñas en forma de garra.

Alimentando una rapaz. Administrar carne picada colocándola dentro del pico de la rapaz. Con el paso de los días abrirá el pico pidiendo ser alimentado cuando ve llegar la carne. Cuando tenga algunos días acostumbrado a la comida poner carne en el suelo hasta que comience a comerla por voluntad propia. A partir de allí seguir de esta forma. Administrar carne hasta que se note un crecimiento en el buche. Repetir la comida cada vez que el buche desaparezca. No es necesario administrar agua ya que la extrae en cantidad suficiente de la carne. No dar otra alimentación hasta que sea liberado. Nunca dar pan, leche u otras comidas. Evitar que el ave se acostumbre a la presencia humana administrando la comida desde atrás de una tela o cortina. No debe ver quien lo alimenta para evitar la improntación. El próximo paso es la reintroducción en su hábitat.

Alimentando un ave de otra especie. Cuando no se trate de una rapaz, si bien cada especie da su tipo de alimento, este puede ser el alimento para administrar: hervir un huevo y una papa (sin sal) durante 10 minutos. Pisarlos con un tenedor (puré). Guardar en la heladera. Cuando se tenga que administrar, tomar un poco de la heladera, agregarle algo de agua (para que quede chirlo). Introducirlo en una jeringa de dar inyecciones, abrir el pico, poner la punta de la jeringa hasta dentro de la garganta y descargar el alimento. Cuando el buche sea notorio dejar de alimentar. Repetir cuando el buche se vacíe. No es necesario administrar agua ya que la extrae en cantidad suficiente

del puré. No dar otra alimentación hasta que sea liberado. Nunca dar pan, leche u otras comidas. Evitar que el ave se acostumbre a la presencia humana administrando la comida desde atrás de una tela o cortina. No debe ver quien lo alimenta para evitar la improntación.

Nido. Construir un nido, de tamaño adecuado al ave, con papel de cocina sobre un plato hondo (sopero). Mantener una temperatura adecuada. Se puede usar una bombita eléctrica de 60 watts, a 25 centímetros por encima del pichón y en un extremo del nido. De esa forma la cría pueda alejarse o acercarse a la fuente de calor. También es posible como forma alternativa colocar una bolsa de agua caliente bajo el nido. Lo mejor es alternar la bombita durante el día y la bolsa de agua caliente en la noche.

Liberación. La liberación y reintroducción en su medio ambiente es el último paso a seguir. Se deben llenar estos requisitos para que el ave pueda ser reintroducida:

- 1) Volar, nadar, correr (según sea/n su modo/s de desplazarse) de forma normal.
- 2) Alimentarse por sí solo.
- 3) Que sus dos ojos estén sanos y con buena visión.
- 4) Que no tenga **impronta**.
- 5) Bien alimentado. Una vez liberado debe dejársele comida, donde fue suelto, por si no encuentra por su cuenta otro alimento.
- 6) Sano.

Liberarlo en un ambiente y en las condiciones con las características siguientes:

- 1) Medio ambiente donde normalmente vive la especie (monte, bañado, costa marina, etc.).
- 2) En una zona donde habitualmente no se encuentren personas.
- 3) En lo posible alejado de posibles depredadores de la especie.
- 4) Cerca de donde pueda encontrar alimento (de acuerdo a su especie) y agua.
- 5) Lejos de aerogeneradores y otras infraestructuras humanas.
- 6) Dejarlo salir por propia voluntad de la caja o jaula.
- 7) Esperar 1/2 hora antes de liberarlo luego de haber concluido el viaje hacia el lugar de suelta.
- 6) En horas del amanecer.
- 7) Buen clima.

Como evitar la impregnación. Se sugiere en caso de tener que alimentar, cuidar o rescatar algún ejemplar seguir estas indicaciones:

- 1) Infórmese sobre los hábitos y comportamientos del ave que está criando para imitar a los padres.
- 2) Coloque un espejo, en la caja o jaula, en el que pueda ver su cuerpo entero.
- 3) Limite los sonidos de su especie o use grabaciones.
- 4) Trate de confeccionar un muñeco con la forma, tamaño y colores similares a los adultos de su especie. Esta especie de maniquí debería ser de forma que el pico sea la jeringa con la que se administra el alimento.
- 5) Evite exponerse donde pueda ser visto por la cría.

VI.1.3.1.4.4.3 Reptiles

Réptiles comunes. Derivado del inventario faunístico del SA, hay probabilidades de encontrar individuos de lagartijas, camaleones, alicantes y víboras, los cuales pueden ser fácilmente manejados con las actividades siguientes.

- Podrán ser atrapadas manualmente, la captura de las especies más difíciles de recolectar se hace generalmente con palo que tenga un lazo en la punta.
- La captura se realiza acercando lentamente la vara, paralela al cuerpo del individuo.
- Se colocarán en bolsas de tipo costal, que permita la entrada de aire.
- Este grupo es relativamente sencillo de manipular y de liberar. La liberación nunca debe ser en la noche, ya su temperatura corporal depende del ambiente. Colocarlo al nivel del suelo y abrir la bolsa y moverlo para que el animal salga solo.

Víboras. Se realizarán recorridos cercanos al sitio, principalmente entre los roqueríos y cuevas para el avistamiento de la especie, en caso de encontrar individuos estos serán capturados y reubicados a otra zona, cabe mencionar que esta especie se adapta a todo tipo de terreno por lo que su reubicación no resultara complicada.

Para el rescate de víboras en caso de ser encontradas, se hará lo siguiente:

- Mantener una distancia de cuando menos 5 metros para que la víbora este bajo control, así es más seguro que esté tranquila y no se esconda.
- Una víbora de cascabel puede asustarse cuando alguien se le aproxima en el campo abierto. Para evitar esto, hay que esconderse detrás de arbustos u otros objetos cercanos, y así reducir la posibilidad que la víbora se vuelva agresiva. Siempre debe tenerse en cuenta el **área de seguridad** sugerida anteriormente. Si la víbora esta enrollada, al atacar puede estirarse hasta $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de su longitud total. Pero si la víbora ya está estirada, su área de ataque es menor.
- En el momento de captura, acercarse muy lento, agarrarla con las pinzas en el medio de su cuerpo y sin poner mucha presión. Solo debe presionarse lo suficiente para que no se escape y así poder moverla al recipiente de reubicación.
- Colocar con cuidado la víbora en el recipiente de reubicación y taparlo de inmediato. Es muy importante asegurarse que el recipiente no pueda destaparse en forma accidental, usando una cuerda o cinta aislante. Colocar el recipiente en algún lugar visible, alejado de toda la gente y en la sombra, hasta el momento en que se vaya a hacer la reubicación. El recipiente debe estar claramente identificado con una etiqueta que diga "**Víbora de cascabel viva**" y se debe liberar nuevamente en un área segura a las pocas horas de ser capturada.
- Para liberar a la víbora, colocar el recipiente en el piso, quitar la tapa y voltear el recipiente con cuidado, manteniendo el recipiente como barrera de protección. Las pinzas o ganchos pueden ayudar para remover la tapa y ayudar a la víbora para que se salga del recipiente. O simplemente dejar el recipiente abierto para darle lugar a que la víbora se salga tranquilamente.

El equipo recomendado para esta operación es el siguiente:

- Gancho y/o pinzas para víboras, que tengan un mango largo y con una pinza que no vaya a lastimar a las víboras. También se puede usar un rastrillo o una escoba, pero debe de tenerse cuidado en cómo manejarlas porque las víboras son bastante frágiles.
- Un recipiente para transportar a la víbora. Esto puede ser una cubeta de basura con agarraderas y con tapa de seguridad. El recipiente ideal puede ser de color claro para que no absorba el calor del sol, se deben hacer unos hoyos pequeños en la tapa para ventilación y poner una etiqueta que diga "**Víbora de cascabel viva**".

VI.1.3.1.4.4.4 Mamíferos

Al igual que las aves, los mamíferos son muy sensibles a los sonidos, y en general las especies de mamíferos con posibilidad de encontrarse en el sitio son de rápido desplazamiento. Estos individuos se moverán con el ahuyentamiento y con el ruido de los trabajos, sin embargo, en caso de llegar a identificado alguno de los organismos

antes mencionados será capturado y transportado para posteriormente liberarlo en un área similar. El equipo utilizado es el siguiente.

- **Gancho para manejo:** Permite la manipulación de los animales de forma ligera. Está fabricado en aluminio y/o madera, con dos soportes de espuma para brindar un mejor agarre al equipo.
- **Guacales para transporte:** Se trata de una especie de jaula o caja plástica de diferentes tamaños en las cuales se ubica el animal, ya sea para su transporte o para mientras se encuentra en tratamiento.
- **Botes plásticos:** recipientes plásticos para el traslado de animales al área de depósito.

VI.1.3.1.4.5 Cronograma

Se realizarán recorridos, conforme el avance del programa de trabajo, estos recorridos tendrán la finalidad verificar la presencia y/o ausencia de los organismos. La calendarización de las actividades para la localización y en su caso rescate de especies se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro VI-6. Cronograma de actividades.

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recorrido de campo (búsqueda de hábitats y avistamiento)	X		X		X		X		X		X	
Colecta de organismos	X		X		X		X		X		X	
Rescate de especies encontradas	X		X		X		X		X		X	
Monitoreo		X		X		X		X		X		X

VI.1.3.1.5 Seguimiento y evaluación

Para poder dar seguimiento a las actividades programadas debe tener registro de los casos de rescate, y evidencias fotográficas de los mismos.

Toma de datos. Se deberá contar con una bitácora de rescate de individuos, que incluya la información del individuo como: taxonomía, estado de salud, sitio donde fue encontrado y que manejo se le dio o dará.

Evidencia fotográfica. Realizar un registro fotográfico de los individuos rescatados y si es posible de los avistamientos de fauna.

Revisión de área de rescate. Para dar seguimiento a la protección y rescate, así como, establecer la eficacia de la medida ambiental, será necesario visitar el área en dónde serán liberados los individuos.

Con los datos de los puntos anteriores, podrá generarse un informe en dónde se evalúen la eficacia del programa.

VI.1.3.2 Programa de conservación de suelos

El programa de restauración tiene el objetivo de evitar la pérdida de suelo por la remoción de la cubierta vegetal, por tanto, será necesario realizar prácticas de conservación y restauración de los suelos mediante el control y manejo de los desperdicios que resulten del CUSTF. Para poder definir el tipo de obras y cantidad será necesario cuantificar la erosión potencial del sitio donde se removerá la cubierta vegetal (2.4 ha). Se realizaron los cálculos de la erosión actual en el sitio y sistema ambiental. Los resultados de la degradación hídrica y eólica se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro VI-7. Erosión total para el sitio con el CUSTF.

Temporalidad	Erosión (ton/año)	
	Hídrica	Eólica
Actual (Sin CUSTF)	776.39	3.1
Potencial (Con CUSTF)	1,863.33	30.09

VI.1.3.2.1 Descripción de las obras de restauración

En la etapa de preparación del sitio la vegetación **será removida**, toda vez que, para la instalación de la infraestructura, el sitio deberá estar despejado de aquella vegetación que pudiese ocasionar algún daño a la estructura durante la

etapa de operación – mantenimiento. Las actividades de restauración que se proponen están encaminadas a evitar la erosión, la pérdida de suelo, conservación de la biodiversidad, evitar el azolve a los cuerpos de agua y lograr el equilibrio en el balance hídrico. Las obras y prácticas de restauración se describen a continuación.

VI.1.3.2.1.1 Acomodo de material vegetal

La primera acción de mitigación de la erosión durante la preparación del sitio, será disponer aquel material vegetal que resulte de la remoción del estrato arbóreo (no comercial) en franjas al contorno, debido a que la limpieza de las áreas con aprovechamiento forestal favorece principalmente al suelo evitando la erosión e incrementando la infiltración del agua; además, está comprobado que participa en el buen crecimiento de los árboles incrementando la materia orgánica y por tanto la fertilidad del suelo. Esta actividad también reduce los riesgos de incendios y plagas. El acomodo de material vegetal no lleva un diseño técnico preciso, consiste más bien en formar cordones o fajinas de material siguiendo las curvas del nivel del terreno; esto es, colocar barreras de material muerto perpendiculares a la pendiente del terreno para que propicien la disminución de la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que intercepten los posibles materiales y azolves que se erosionen ladera arriba. La localización geográfica del sitio donde se establecerán los acordonamientos corresponde son las áreas aledañas al sitio donde se realizará la obra. En el supuesto que el material vegetal no sea lo suficiente para cumplir la meta estas barreras se construirán con piedras del sitio. El cálculo del volumen de azolve a retener con la construcción de este tipo de obras es el siguiente:

1. Se realiza un modelo de cubicación de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto con las dimensiones siguientes:

Cuadro VI-8. Modelo de cubicación de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto

Dimensiones (m)			Factor de espacio	Volumen (m ³)
Largo	Ancho	Alto		
1	0.4	0.4	0.5	0.08

Nota: El resultado es solo el volumen de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto como tal

2. Se determina la distancia entre cordones de material acomodado, se debe considerar la pendiente del terreno y la cantidad de lluvia que se presenta en la región. El espaciamiento entre cordones se calcula mediante la expresión siguiente:

$$IV = \left(2 + \frac{P}{3 \text{ ó } 4} \right) * 0.305$$

donde: *IV* = intervalo vertical o desnivel (m), *P* = pendiente del terreno (%), 3 = factor que se utiliza donde la precipitación anual es menor a 1200 mm, 4 = factor que se utiliza donde la precipitación anual es mayor a 1200 mm y 0.305 = factor de conversión de pies a metros.

Sustituyendo los valores del área de estudio;

$$IV = \left(2 + \frac{P}{3} \right) * 0.305$$

3. Posteriormente se estima el intervalo horizontal (IH).

$$IH = \left(\frac{IV}{P} \right) * 100$$

4. El volumen de azolve que puede retener el acordonamiento se estima con la expresión siguiente:

$$Vol = \left[\left(\frac{IH * H}{2} * L \right) \right] * FE = 1.3 \text{ m}^3$$

dónde: *IH* = espaciamiento (m), *H* = altura (m), *L* = largo o longitud (m) y *FE* = factor de espaciamiento

5. Calculado el volumen que puede retener la presa modelo el siguiente paso es convertirlo los metros cúbicos a toneladas, para lo cual se utiliza la densidad aparente de la clase de textura que en este caso es franco.

$$Vol = 1.3 * 1.4 = 1.76$$

La meta es lograr **950 metros** de acordonamiento de material vegetal muerto para retener parte de la erosión potencial total, que multiplicando dicho valor por las toneladas de erosión que retiene cada metro lineal (**1.76 ton**) equivale a

1676.7 ton/año de azolve que se retendrá con dicha obra. La erosión restante se mitigará con presas de piedra acomodada.

VI.1.3.2.1.2 Presas de control de azolves

Las presas de control de azolves son estructuras construidas con piedras acomodadas, las cuales se colocan transversalmente a la dirección del flujo de la corriente y se utilizan para el control de la erosión en cárcavas. El objetivo es controlar la erosión en cárcavas, reducir la velocidad de escurrimiento y retener el azolve. Los beneficios son retención de sedimentos, incrementar la infiltración en el cauce, disminuir la velocidad del agua, estabilizar lechos de cárcavas y mejorar la calidad del agua escurrida. El cálculo del volumen de azolve a retener con la construcción de las obras de restauración (presas filtrantes de piedra acomodada) fue el siguiente:

1. Se realiza un modelo de cubicación de una presa de piedras acomodada con las dimensiones (ancho, alto y largo) de las cárcavas medidas en campo (cuadro siguiente):

Cuadro VI-9. Ejemplo de un modelo de cubicación de una presa filtrante de piedra

Dimensiones del muro (m)			Volumen (m ³)	Dimensiones del talud (m)			Volumen (m ³)	Volumen total (m ³)
Largo	Ancho	Alto		Base	Altura	Largo * 0.5		
5	1	1	5	2.2	1.3	2.5	7.15	12.15

Nota: El resultado es solo el volumen de una presa como tal y no el volumen que puede llegar a retener

2. Se estima el espaciamiento entre presas de acuerdo con la altura efectiva y la pendiente de la cárcava. La fórmula para estimar el espaciamiento entre presas es la siguiente:

$$E = \frac{H}{P} = \frac{1}{P25} * 100 = 4.0 \text{ m} =$$

dónde: E= espaciamiento (m), H= altura (m) y P= pendiente de la cárcava (%).

3. Se cubica el volumen de azolve a retener usando la expresión siguiente.

$$V = \frac{E * H}{2} * Largo = \frac{4 * 1}{2} * 5 = 10 \text{ m}^3$$

4. Calculado el volumen que puede retener el modelo de cubicación de la presa filtrante, el siguiente paso es convertir los metros cúbicos a toneladas, para lo cual se utiliza la densidad aparente de la clase de textura que en este caso es **franco** con una densidad aparente es de **1.4 g/cm³** (cuadro siguiente).

Cuadro VI-10. Clases texturales del suelo y densidad aparente en (gramos/ cm³).

Clases texturales	Densidad aparente (gramos/ cm ³)
Arena	1.6
Franco arenoso	1.5
Franco	1.4
Franco limoso	1.3
Franco arcilloso	1.2
Arcilla	1.1

Fuente: Manual de obras y prácticas, cuarta edición (CONAFOR, 2013)

Entonces para el modelo de la presa filtrante en el supuesto de considerar una altura de 1.5 m y una pendiente de 25% el volumen de suelo a retener es de **31.5 toneladas**. Finalmente, se divide la erosión total a retener entre el volumen de la presa hipotética (31.5 ton), como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro VI-11. Metodología de cálculo para estimar el número de presas a considerar para retener la erosión potencial total.

Variable	Valor	Unidad
Altura	1	m
Largo	5	m
Pendiente	25	%
Espaciamiento	4	m

Volumen	10	m ³
Densidad	1.4	gr/cm ³
Volumen	16	Toneladas
Erosión total	186.6	Toneladas
Número de presas	11.7	Cantidad
Metros cúbicos de presas	116.7	m ³

Los metros cúbicos de presas a construir resultaron del producto del número de presas por el volumen de la presa modelo. Entonces, para retener el suelo por causa de la erosión hídrica potencial restante del sitio (**186.6 ton/año**) se requiere de la construcción de **11.7 presas** que tendrán un volumen de 116.6 m³ de piedra.

VI.1.3.2.1.3 Resultados esperados del programa

Con la ejecución de las obras propuestas en el programa de conservación de suelos se espera un balance cero ya que de acuerdo a los cálculos realizados se logrará retener el 100% de la erosión hídrica potencial generado por efecto del CUSTF.

VI.1.3.2.1.4 Ubicación de las obras

El acomodo del material vegetal muerto, se realizará en áreas aledañas al sitio, en donde será necesario aplicar mucho cuidado la técnica.

Cuadro VI-12. Coordenadas de las áreas prioritarias para establecer el acomodo de material vegetal muerto.

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	381260	2735866
2	381240	2735739
3	381170	2735421
4	381021	2734990
5	381260	2734131
6	381286	2733946
7	381497	2733129

En el caso de las presas de control de azolves, se presentan las coordenadas donde se ubicará de manera puntual cada una de ellas.

Cuadro VI-13. Coordenadas donde se ubicarán las presas de piedra acomodada.

Presa	Coordenada UTM	
	X	Y
1	380538	2734639
2	381074	2734775
3	380912	2734655
4	380699	2734634
5	380408	2734602
6	381345	2734686
7	381600	2734583
8	381823	2734507
9	381967	2734442
10	382131	2734333
11	382368	2734275

VI.1.3.3 Programa de reforestación

Para compensar la pérdida de vegetación, se propone reforestar **12.5 ha** de especies nativas del género *Pinus*. La reforestación propuesta es con fines de conservación, protección y restauración, es decir es una medida de compensación a la remoción de la vegetación por el CUSTF.

VI.1.3.3.1 Objetivos

General

- Compensar la afectación de la cobertura arbórea por el CUSTF.
- Realizar la reforestación de **2.4 hectáreas** con especies nativas de la región para incrementar la cobertura arbórea, evitar la erosión, restablecer las condiciones de cubierta vegetal, garantizar la permanencia y propagación de las áreas forestales como medida de compensación.

Específicos

- Restablecer las condiciones de cubierta vegetal en terrenos degradados.
- Garantizar la permanencia y regeneración de las áreas forestales y evitar la erosión.
- Cumplir con las actividades de compensación por el CUSTF.

VI.1.3.3.2 Meta

Realizar una reforestación en **2.4 hectáreas** de las especies *Pinus cooperi*, *P. arizonica*, *P. michoacana*, *P. durangensis*. Se espera que con la reforestación el efecto negativo del CUSTF hacia la biodiversidad se reduzca, así mismo mitigar la erosión que pudiera presentarse y con ello aumentar la infiltración.

VI.1.3.3.3 Metodología

VI.1.3.3.3.1 Selección de la especie

Según la CONAFOR (2010), conviene elegir especies que sean de la región para que su adaptación a las condiciones del ecosistema (suelo, topografía, disponibilidad de agua, etc.) sea mejor. De preferencia se deben seleccionar especies forestales nativas, por lo que se realizó la elección de las siguientes especies para llevar a cabo la reforestación de tal forma que se garantice su sobrevivencia.

- *Pinus cooperi*,
- *P. arizonica*,
- *P. michoacana*,
- *P. durangensis*

VI.1.3.3.3.2 Densidad de plantación

La densidad en el número de plantas está en función de los siguientes aspectos: i) objetivos de la plantación, ii) características físicas del sitio, iii) especies a utilizar y, iv) los costos de la plantación. El número de plantas a utilizar para este programa se presenta a continuación.

Cuadro VI-14. Número de plantas a reforestar.

Especie	Número de individuos
<i>Pinus cooperi</i>	1000
<i>Pinus arizonica</i>	500
<i>Pinus michoacana</i>	700
<i>Pinus durangensis</i>	440
Total	2640

VI.1.3.3.3.3 Estado físico y sanitario de la planta

La planta utilizada en la reforestación será adquirida en los viveros de la región; para asegurar un porcentaje aceptable de sobrevivencia deberá contar con las características siguientes (CONAFOR, 2010).

- Diámetro mínimo a la base de 4 mm.

- Altura entre 15 y 25 cm.
- La raíz debe tener un eje central y sus raíces laterales deben estar distribuidas, no deben tener malformaciones o nudos.
- Vigor y sanidad: color del follaje propio de la especie, sin alteraciones morfo fisiológicas y libre de plagas o enfermedades.

VI.1.3.3.3.4 Diseño de la plantación

La densidad en el número de plantas está en función de los aspectos siguientes:

- i) objetivos de la plantación,
- ii) características físicas del sitio,
- iii) especies a utilizar y,
- iv) los costos de la plantación.

El número de plantas a utilizar para este programa se determinó en base al manual de prácticas de reforestación (CONAFOR, 2010), tomando en cuenta el tipo de ecosistema y el número promedio de plantas que se sugieren por hectárea, como se muestra a continuación.

Cuadro VI-15. Número de plantas a reforestar.

Predio	Superficie (ha)	Densidad (ha)	Número de plantas
Comunidad de Bánome y Zapotes y Ejido San Pedro de Azafranés	2.4	1,110	2640
Total			2640

VI.1.3.3.3.5 Época de plantación

Este factor tiene influencia directa en la sobrevivencia de la planta y en el crecimiento inicial, de tal forma que la plantación se debe establecer cuando se presente el balance hídrico más adecuado (alta humedad atmosférica y coeficiente de evaporación mínimo). La mejor época de plantación es cuando el sitio cuenta con las siguientes condiciones: suelo húmedo, precipitación presente, mínima evapotranspiración, sistema radicular de la planta en latencia. Considerando lo anterior, se propone que estos trabajos se lleven a cabo en los meses de julio y agosto, por ser considerado la época de lluvias para la zona, preferentemente cuando la humedad del suelo se encuentre a 25 cm o más de profundidad. La fecha límite para establecer planta será 45 días antes de que finalice el periodo de lluvias, con la finalidad de que la planta absorba agua suficiente para su arraigo antes de que el medio ambiente la someta a condiciones estresantes (temperaturas extremas y sequía).

VI.1.3.3.3.6 Técnica de plantación

Será utilizado el **sistema de cepa común** que consiste en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm (tierra más fértil) y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos. Al momento de la plantación se deben seguir las recomendaciones siguientes:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si está es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Quitar el tubete o bolsa de la planta sin dañar la raíz.
3. Antes de colocar el árbol en la cepa, agregar tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mayor disposición de nutrientes. Adicionalmente se pueden agregar algunos gramos de fertilizante granulado de liberación prolongada como es el caso del *MULTICOTE (4) 11-2-4*.

4. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta de tal forma que permita la aireación y drenaje en el suelo.
5. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta a estrés físico por el traslado.
6. Es necesario hacer un cajete alrededor de la planta para detener la erosión por escorrentía, capturar agua de lluvia o de riego para favorecer el desarrollo de la planta e incrementar la posibilidad de sobrevivencia de está.

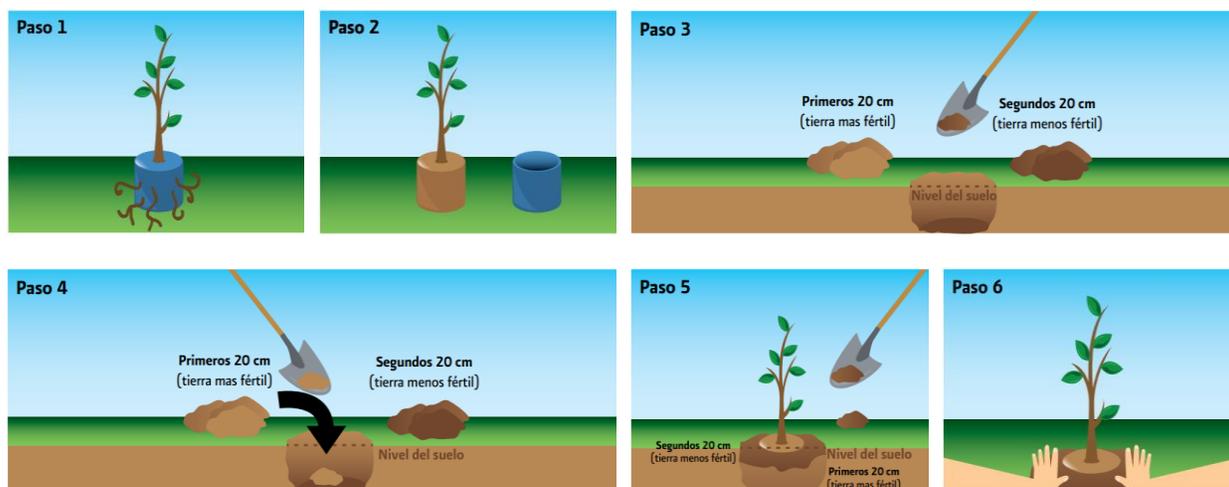


Figura VI.6. Sistema de cepa común a utilizar en la reforestación (CONAFOR, 2010)

Para asegurar que la reforestación se realice con éxito se deben considerar las acciones siguientes:

1. Nunca se debe plantar un árbol con la bolsa de plástico o tubete, porque se obstruye el desarrollo de las raíces.
2. Si la cepa se hace muy profunda y el tallo del árbol queda muy hundido, se asfixiará.
3. Si la cepa se hace poco profunda, las raíces podrían quedar en la superficie, con lo que el árbol se deshidratará. En otro caso, el árbol puede quedar inclinado, lo que provocará un crecimiento deforme o su muerte.
4. Debe colocarse una sola planta por cepa. Si se colocan dos o más plantas en la misma cepa es probable que las dos logren establecerse y compitan por los nutrientes, lo que provocará un crecimiento lento de ambas plantas.

VI.1.3.3.4 Lugares de acopio

La planta necesaria para ejecutar la reforestación será adquirida en los viveros de la región.

VI.1.3.3.5 Selección del sitio

Para elegir el sitio donde se establecerá la reforestación fue de suma importancia tener presente el objetivo de la misma; que, en este caso, es beneficiar alguna zona que amerite la reforestación dentro del área de influencia del Predio. Las coordenadas geográficas donde se realizarán el programa de reforestación se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro VI-16. Coordenadas geográficas UTM del polígono propuesto para la reforestación

Polígono	Vértice	Coordenadas UTM	Polígono	Vértice	Coordenadas UTM
----------	---------	-----------------	----------	---------	-----------------

		X	Y			X	Y
1	1	381283	2736128	2	1	381306	2734403
1	2	381300	2736139	2	2	381293	2734389
1	3	381300	2736139	2	3	381290	2734366
1	4	381328	2736132	2	4	381251	2734351
1	5	381405	2736014	2	5	381199	2734387
1	6	381430	2735981	2	6	381229	2734439
1	7	381403	2735953	2	7	381268	2734435
1	8	381388	2735920	2	8	381304	2734448
1	9	381358	2735912	2	9	381316	2734429
1	10	381324	2735953	2	10	381306	2734403
1	11	381297	2736012	2	11	381306	2734403
1	12	381267	2736065				
1	13	381272	2736106				
1	14	381283	2736128				

VI.1.3.3.6 Indicadores de evaluación

Evidencia fotográfica, informes anuales y planos georreferenciados.

VI.1.3.3.7 Mantenimiento y monitoreo de la sobrevivencia de los individuos reubicados

Para el mantenimiento de la reforestación, se aplicará un cajeteo en el siguiente año inmediato a la plantación, con la finalidad de proporcionar mayor captación de agua, de tal forma que garantice la sobrevivencia de la planta. La fertilización de la reforestación es otra práctica a considerar, ya que esto permitirá proveer de mayores nutrientes. Durante los primeros 5 años de la plantación, se realizará un análisis de sobrevivencia, reemplazando las plántulas muertas en caso de ser necesario. Con la aplicación de estas medidas se garantizará mayor probabilidad de sobrevivencia de las plantas, sin embargo, si la sobrevivencia en cada año es menor al 90% estas plantas se estarán reponiendo. Con la aplicación de estas medidas se otorgará mayores oportunidades de que la reforestación aplicada tenga un mayor éxito.

VI.1.3.3.8 Programa de actividades

El programa de actividades para realizar la reforestación es el siguiente.

Cuadro VI-17. Programa de actividades de la reforestación.

Actividad	Año 1 (meses)												Años				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2	3	4	5	
Planeación de carácter técnico	X	X															
Preparación de material y equipo			X														
Delimitación de las áreas				X													
Plantación					X	X	X	X									
Evaluación								X					X	X	X	X	
Mantenimiento (reposición cuando se requiera)										X							
Informes de actividades									X	X			X	X	X	X	

VI.1.3.3.9 Evaluación del programa de reforestación

La evaluación se realizará durante los **primeros 5 años** de la plantación, se realizará un análisis de sobrevivencia, reemplazando las plántulas muertas en caso de ser necesario con esto se garantiza la protección a las especies consideradas en el presente programa. En el mes de junio, cuando las temperaturas y las sequías han dejado sus estragos, se realizará un recorrido por la reforestación, para evaluar los daños y estimar la planta que habrá que reponer hasta alcanzar el 80% de sobrevivencia mínima; esta evaluación se realizará de manera periódicamente en el transcurso de los primeros cinco años de operación del camino. Los recorridos, no sólo tendrán el objeto de evaluar el

número de plantas existentes y aquellas por reponer, sino que también se tendrán que analizar, su vigoridad, sanidad, y respuesta al medio.

VI.1.3.3.10 Sobrevivencia mínima esperada y acciones emergentes

La sobrevivencia mínima que se espera es del 85%; es decir, de las 1,111 plantas/ha que se plantarán, deberán sobrevivir mínimo 944 plantas/ha. Lo anterior considerando el mantenimiento que consistirá en deshierbe, riegos de auxilio y fertilización.

Si los resultados del monitoreo anual de la reforestación indican que la sobrevivencia está por debajo del valor mínimo aceptable que se ha propuesto, se procederá a la reposición de los individuos faltantes para cumplir con dicha meta.

VI.1.3.3.11 Informe de avances y resultados

Los informes que serán presentados a la SEMARNAT a consecuencia de la realización de la reforestación se llevarán a cabo de la manera siguiente.

- Un informe, una vez realizada la plantación.
- Un informe anual correspondiente a la evaluación sobre el porcentaje de sobrevivencia durante **5 años** consecutivos.

VI.1.4 Actividades de mitigación, restauración y compensación por etapa

Como se ha mencionado en el planteamiento del programa de trabajo, la etapa de abandono definitivo del sitio se llevará a cabo al final de la vida útil de las obras, sin embargo, han de plantearse actividades para el abandono definitivo.

- Obras de retención de suelo
- Aplicación de suelo orgánico
- Una vez completadas las actividades anteriores en el lugar, es necesario restituir en manera de lo posible, el paisaje teniendo en cuenta el entorno circundante para lograr su integración (reforestación con especies típicas del tipo de vegetación prevalecientes en el sitio antes del CUSTF)
- Se ejercerá un control sobre la basura generada, para su disposición en el relleno sanitario más cercano al sitio
- En las actividades de restauración mediante la reforestación, se utilizarán únicamente individuos de especies locales

VI.1.5 Justificación de las medidas de mitigación y prevención aplicadas

Por la naturaleza de las obras y actividades se tendrán impactos negativos, sin embargo, en el presente estudio se proponen las medidas de mitigación y prevención para su corrección, por otra parte, los impactos benéficos serán mayores que los adversos, al aplicar las medidas de mitigación tal como se recomienda en este estudio por lo que no se tendrán impactos residuales al final de la vida útil sobre los componentes ambientales evaluados. Con las medidas se busca llevar al sitio lo más posible a su estado original, por tanto, con la sustentabilidad ambiental resulta de comparar los impactos adversos antes y después de que se apliquen el plan de manejo ambiental. La justificación de las medidas aplicadas se presenta de manera puntual en el cuadro siguiente.

Cuadro VI-18. Justificación de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración.

ID	Medida	Componente	Componentes indirectos	Clave	Impacto ambiental sobre el cual actúa	Justificación	Especificaciones y recomendaciones
P1	Se evitará en lo posible la emisión de contaminantes mediante el mantenimiento preventivo y correctivo de los	Aire	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	9	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	Se reducen las emisiones por tener mantenimiento adecuado los equipos y vehículos que se usan en las diferentes etapas	Los vehículos y maquinaria a utilizarse deberán cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006

	vehículos y la maquinaria utilizada						
P2	Se prohibirá el uso del fuego en la remoción de la vegetación para evitar la contaminación por humos y riesgos de incendios forestales	Aire	Biota, Suelo	9	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	Se evitan las emisiones por quema de vegetación forestal y el riesgo de incendio forestal en áreas aledañas	El Promovente será responsable de verificar que no se utilice fuego en el CUSTF y que dicho procedimiento se realice conforme a lo especificado en el programa de trabajo establecido
M3	Humectar los suelos sueltos en las brechas y sitios de mayor tránsito de vehículos para mitigar la generación de polvos al ambiente	Aire	Agua, Suelo, Paisaje	9	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	Al realizar un rociado con agua en los fragmentos de caminos en dónde se generen significativamente polvos y/o lugares mayormente transitados por los vehículos de trabajo	Se llevará en época de estiaje, ya que en época de lluvias no será necesario
P4	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido	Aire	Biota (fauna), Social	9	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	Reducción de ruido que pudiera afectar a los trabajadores, pobladores cercanos y fauna local	Cumplir con los programas de mantenimiento preventivo de los equipos y vehículos (NOM-080-ECOL-1994, NOM-080-STPS-1993 y NOM-081-SEMARNAT-1994)
P5	Respetar las normas ecológicas para la protección del aire	Aire	Biota (fauna), Social	9	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	Cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y normatividad vigente en la materia	Cumplir con los parámetros de las Normas en la materia
R6	Suavizar las pendientes para permitir el tránsito de los vehículos	Topografía	Suelo, Agua	5	Modificación del relieve	Con una buena geometría de los caminos se mejora el impacto visual del relieve y se reducen los problemas de arrastre de sedimentos	Mantener los caminos de acceso en buenas condiciones de transitar todo el año
M7	Se evitará en lo posible el arrastre del suelo para evitar la formación de canales y puedan convertirse en cárcavas	Suelo	Suelo, Agua,	7	Erosión de sedimentos y fertilidad	Durante el derribo de la vegetación se deberán tener diferentes carriles de carga	Durante la remoción de la vegetación evitar formar canales en el suelo
M8	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos, así como disminuir la frecuencia de su mantenimiento y mejorar el confort del conductor	Suelo	Aire, Agua	7	Erosión de sedimentos y fertilidad	Los caminos se tendrán en excelentes condiciones durante cada una de las etapas por lo que se buscará darles mantenimiento constante	Se realizará fuera de la época de lluvias que es la temporada en que más sedimentos se arrastran a las obras de drenaje
R9	Se acomodará y picará los productos forestales maderables resultado de la remoción de la vegetación en áreas aledañas, en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación y disminuir la erosión hídrica	Suelo	Agua, Biota, Paisaje	7	Erosión de sedimentos y fertilidad	Los residuos vegetales acomodados siguiendo el contorno de las curvas de nivel retienen sedimentos de suelo	Mantener una barrera física para retener sedimentos en aquellos sitios de mayor pendiente al dejar desnudo el suelo
P10	Los residuos sólidos que se generen, deberán manejarse por separado de acuerdo a sus características y depositarse en contenedores metálicos o de plástico, con tapa de cierre hermético, indicando su contenido; su disposición será de acuerdo a lo que señale la autoridad	Suelo	Agua, Biota, Paisaje	6	Generación de residuos sólidos urbanos	Disponiendo los residuos sólidos de acuerdo a la normatividad y legislación vigente	Los residuos deben manejarse por separado de acuerdo a sus características y depositarse en contenedores metálicos o de plástico, con tapa de cierre hermético, indicando su contenido; su disposición será de acuerdo a lo que señale la autoridad

	ambiental competente y normas aplicables						ambiental competente y normas aplicables
P11	Para evitar la contaminación con hidrocarburos en el suelo, el mantenimiento de la maquinaria y equipo se dará en talleres autorizados	Suelo	Agua, Biota	7	Erosión de sedimentos y fertilidad	El mantenimiento de la maquinaria y equipo se hará en talleres especializados	Se debe verificar que los talleres en que se hará el mantenimiento de la maquinaria y equipo hagan la disposición de los residuos peligrosos en empresas especializadas autorizadas por SEMARNAT
R12	Implementar un programa de control de la erosión	Suelo	Agua, Biota	7	Erosión de sedimentos y fertilidad	Las obras de control de azolves retienen los sedimentos ocasionados por el escurrimiento superficial	Construir las obras de control de azolves suficientes para retener el volumen de suelo que se estima se removerá por el CUSTF
M13	No remover la vegetación herbácea ni la arbustiva de dimensiones pequeñas de forma que el suelo no quede desnudo y mitigue la erosión hídrica	Suelo	Suelo, Biota, Paisaje	7	Erosión de sedimentos y fertilidad	El suelo vegetal desnudo acelera el proceso de erosión, por lo que el dejar vegetación herbácea y arbustiva pequeña mitigaría el impacto	Incorporar las obras de retención de suelo y mitigación de la erosión con las asociaciones vegetales que no serán removidas para mitigar la posible erosión
P14	Se prohíbe el vertido de residuos peligrosos como aceites, estopas impregnadas u otros materiales en los cuerpos de agua	Agua	Suelo, Biota, Paisaje	8	Incorporación de sedimentos en los cuerpos de agua	La correcta disposición de los residuos peligrosos evita la contaminación de los cuerpos de agua	Regular en el sitio la disposición y manejo de los residuos peligrosos
M15	En la remoción de la vegetación, establecer pocos carriles de arrime para evitar el arrastre masivo sobre una mayor área de suelo y evitar formación de canalillos	Agua	Biota, Suelo, Paisaje	8	Incorporación de sedimentos en los cuerpos de agua	La concentración de las actividades de extracción de la vegetación a remover promueve la formación de canales, por tanto, se deberá realizar estas tareas en diferentes frentes	Evitar la formación de canales por el arrastre de la vegetación a remover
P16	Realizar las obras de retención de suelos para evitar que azolven los cuerpos de agua o modifiquen su curso natural	Agua	Biota, Paisaje	8	Incorporación de sedimentos en los cuerpos de agua	Las obras de control de azolves retienen los sedimentos ocasionados por el escurrimiento superficial	Llevar a cabo las obras de control de retención de suelo
P17	Colectar y transportar fuera del sitio, todos los materiales de desecho como madera, plástico, cartones entre otros y enviarlos a los centros de acopio autorizados	Paisaje	Biota	10	Modificación de la calidad del paisaje natural	Los residuos de manejo especial deben disponerse en patios especiales, para evitar su lixiviación y descomposición in situ	Disposición de los residuos de manejo especial de acuerdo a la normatividad ambiental aplicable
M18	Realizar las actividades por etapas para que la obra se integre de manera paulatina al paisaje	Paisaje	Biota	10	Modificación de la calidad del paisaje natural	Integrar las obras al entorno ambiental de manera paulatina (en etapas)	Las actividades deberán realizarse conforme lo establecido en el programa de trabajo
P19	Realizar la remoción de la vegetación utilizando la técnica de derribo direccional para evitar dañar a los árboles aledaños	Flora	Fauna, Suelo	1	Remoción de cobertura vegetal	La técnica correcta de derribo de la vegetación arbórea permitirá proteger a la vegetación que se encuentra en áreas aledañas	Remover la vegetación de manera manual, no usar maquinaria pesada para evitar dañar posibles madrigueras de especies de fauna silvestre
P20	Prohibir la remoción de la vegetación fuera del área propuesta (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados)	Flora	Fauna, Suelo, Atmósfera	1	Remoción de cobertura vegetal	Con la delimitación del polígono sujeto a CUSTF, se estará garantizando que no se afecte más superficie de la necesaria	Prohibir la remoción de la vegetación en sitios no autorizados
P21	Prohibir el uso de fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales	Flora	Fauna, Suelo, Aire	1	Remoción de cobertura vegetal	Se evitan las emisiones por quema de vegetación forestal y el riesgo de incendio forestal en áreas aledañas	Prohibir el uso de fuego para realizar el CUSTF
C22	Implementar un programa de reforestación	Flora	Fauna, suelo, Paisaje	2	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	La reforestación con especies nativas ayuda a recuperar la cubierta vegetal	Compensar al menos la superficie forestal afectada por el CUSTF

P23	Implementar un programa de rescate y reubicación de flora (en su caso)	Flora	Fauna, Paisaje	2	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	El rescate y reubicación de flora permite reducir el número de individuos afectados, sobre todo en las especies que son de lento crecimiento como el caso de la cactáceas	Realizar las actividades de rescate y reubicación de especies de acuerdo a lo establecido en el programa correspondiente
P24	Respetar las normas ecológicas para la protección de la flora	Flora	Fauna	4	Electrocución de aves	En caso de encontrar especies de flora listadas en la NOM-059 aplicar el programa de rescate y reubicación de especies	Cumplir las Normas aplicables a la protección de la flora
P25	Prohibir la cacería ilegal en todas las etapas	Fauna	Social, Paisaje	3	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Al informar acerca de las características e importancia de la fauna, y prohibición de la cacería se tendrá un efecto de conciencia ambiental	Reglamentar la prohibición de la cacería de especies de fauna entre los obreros en todas las etapas de la obra
P26	Elaborar y colocar tableros alusivos a la prohibición de la caza ilegal y sobre el cuidado del medio ambiente, así como del manejo adecuado de los residuos sólidos generados	Fauna	Social, Paisaje	3	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Incrementar la cultura ambiental sobre la importancia de la fauna silvestre en los ecosistemas	Elaborar y colocar 2 tableros alusivos a la prohibición de la caza ilegal
P27	Evitar el vertimiento de residuos en el suelo, que pudieran ser ingeridos por la fauna local	Fauna	Paisaje	3	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	El manejo adecuado de los residuos sólidos y peligrosos permite evitar afectaciones a la fauna local	Restringir verter cualquier tipo de residuos en el ambiente
P28	Permitir el ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad para garantizar su supervivencia	Fauna	Paisaje	3	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	El ahuyentamiento de la fauna es la medida más efectiva para prevenir la muerte a las especies locales	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad
P29	Favorecer el establecimiento de madrigueras mediante el acomodo de desperdicios	Fauna	Flora, Suelo	3	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Con las actividades del acomodo del material muerte, se estará favoreciendo el establecimiento de madrigueras y anidación	Favorecer el establecimiento de madrigueras mediante el acomodo de desperdicios y la permanencia de troncos secos para su anidación en los ecosistemas locales cercanos al sitio
C30	Implementar un programa de rescate y reubicación de fauna	Fauna	Suelo, Agua	3	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Se evita la afectación a las comunidades de fauna, con especial cuidado en las que se encuentran en alguna categoría de riesgo	Cumplir con el programa establecido para este fin
P31	Queda prohibida la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas	Fauna	Flora, Suelo	3	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Prohibida la instalación de campamentos, ya que se utilizarán las infraestructuras de las comunidades aledañas para sustentar las necesidades de aseo personal	Realizar las obras de acuerdo al programa de trabajo establecido
P32	Respetar las normas ecológicas para la protección de la fauna	Fauna	Paisaje	3	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Respetar las normas oficiales relacionadas con la protección de la fauna silvestre	Cumplir con la NOM-059, respecto a proteger las especies de fauna que tienen una categoría de conservación especial

VI.2 Impactos residuales

Los impactos residuales se refieren a efectos que permanecen en el ambiente después de aplicar las medidas de prevención, mitigación compensación y restauración. En gran medida el cumplimiento del programa de protección ambiental depende de la correcta aplicación de estas medidas; sin embargo, a pesar de ello, en mucho de los casos los impactos tienen una residualidad que es muy difícil establecer alguna medida para reducir el daño ambiental. Por tanto, para identificar y evaluar estos impactos se comparó el estado actual del factor ambiental con respecto al escenario probable del ambiente una vez que se encuentra en operación las obras. Para tal caso se usó la matriz de Batelle - Columbus modificada para la etapa de **operación** considerando los efectos que tendrán las medidas de prevención, mitigación compensación y restauración descritas anteriormente sobre el impacto ambiental. La

metodología usada consideró mantener el índice de calidad ambiental (CA_1) en su estado inicial (actual), el cual fue contrarrestado con el índice de calidad ambiental después de aplicar las medidas y que las obras ya se encuentran en operación (CA_2), entonces, si el valor del impacto neto (IN) resulta negativo este impacto es considerado residual, dado que no tiene una forma de como mitigar el daño ambiental sobre ese parámetro evaluado. Los resultados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro VI-19: Identificación de los impactos residuales.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	Índice de CA		CA _N Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			CA ₁	CA ₂			IN ₁	IN ₂	
BIÓTICO	Flora	Desmonte	1	0.9	-0.1	80	80	72	-8
BIÓTICO	Flora	Fragmentación	0.8	0.8	0	40	32	32	0
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición	1	1	0	40	40	40	0
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad	1	1	0	40	40	40	0
BIÓTICO	Flora	Especies de interés	1	1	0	20	20	20	0
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento	0.8	0.8	0	20	16	16	0
BIÓTICO	Fauna	Mortandad	1	1	0	20	20	20	0
BIÓTICO	Fauna	Abundancia	1	1	0	60	60	60	0
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad	1	1	0	40	40	40	0
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés	1	1	0	40	40	40	0
FÍSICO	Topografía	Pendiente	1	1	0	10	10	10	0
FÍSICO	Topografía	Relieve	1	1	0	10	10	10	0
FÍSICO	Topografía	Orientación	1	1	0	5	5	5	0
FÍSICO	Topografía	Curvatura	1	1	0	5	5	5	0
FÍSICO	Suelo	Contaminación	1	1	0	10	10	10	0
FÍSICO	Suelo	Compactación	1	1	0	10	10	10	0
FÍSICO	Suelo	Temperatura	1	1	0	10	10	10	0
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica	1	0.95	-0.05	30	30	28.5	-1.5
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica	0.9	0.8	-0.1	50	45	40	-5
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica	0.9	0.8	-0.1	50	45	40	-5
FÍSICO	Suelo	Remoción	1	0.8	-0.2	20	20	16	-4
FÍSICO	Agua	Contaminación	0.9	0.9	0	25	22.5	22.5	0
FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	1	0.9	-0.1	50	50	45	-5
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración	1	1	0	50	50	50	0
FÍSICO	Aire	Olor	1	1	0	5	5	5	0
FÍSICO	Aire	Visibilidad	1	1	0	10	10	10	0
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas	1	1	0	10	10	10	0
FÍSICO	Aire	Ruidos	1	1	0	5	5	5	0
FÍSICO	Paisaje	Calidad	1	0.8	-0.2	40	40	32	-8
FÍSICO	Paisaje	Visitantes	1	0.6	-0.4	20	20	12	-8
FÍSICO	Infraestructura	Caminos	0.8	0.6	-0.2	10	8	6	-2
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas	1	0.6	-0.4	20	20	12	-8
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones	1	1	0	5	5	5	0
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes	1	1	0	10	10	10	0
SOCIOECONOMICO	Cultura	Grupos étnicos	1	1	0	10	10	10	0
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.9	0.9	0	20	18	18	0
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales indirectos	0.8	0.8	0	30	24	24	0
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.7	0.5	-0.2	40	28	20	-8
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.7	0.6	-0.1	30	21	18	-3

Del análisis anterior los componentes que mantienen un impacto residual después de aplicar el programa de protección ambiental en la etapa de operación de las obras son los siguientes.

Cuadro VI-20. Valor del cambio neto de los impactos residuales

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA ₁	UIA ₂	
Flora	220	212.0	204.0	-8.0

Fauna	180	176.0	176.0	0.0
Topografía	30	30.0	30.0	0.0
Suelo	180	170.0	154.5	-15.5
Agua	125	122.5	117.5	-5.0
Aire	30	30.0	30.0	0.0
Paisaje	60	60.0	44.0	-16.0
Infraestructura	35	33.0	23.0	-10.0
Valores históricos	10	10.0	10.0	0.0
Cultura	10	10.0	10.0	0.0
Centros de población	50	42.0	42.0	0.0
Estilos de vida	70	49.0	38.0	-11.0
Total	1,000	944.50	879.00	-65.50

Gráficamente, los valores negativos se pueden observar en la figura siguiente.

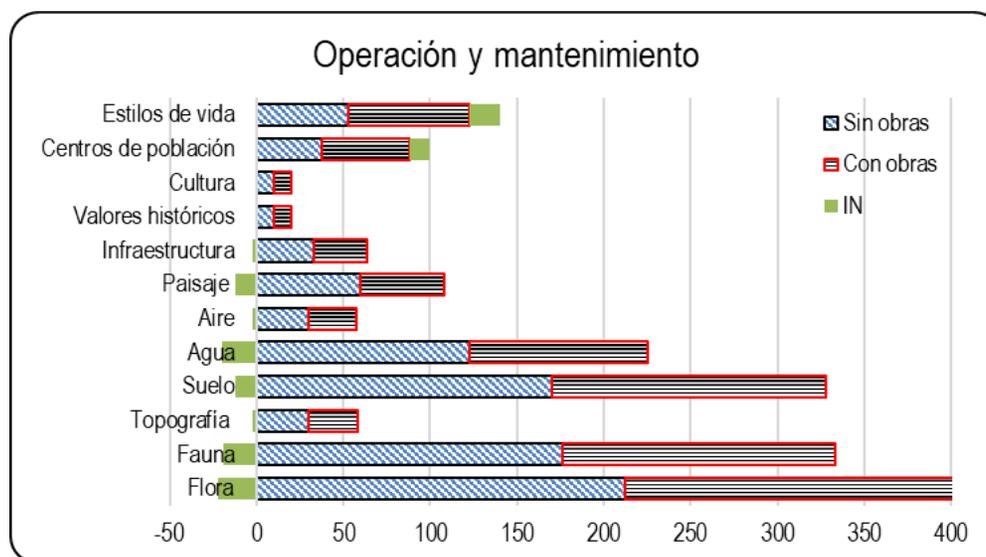


Figura VI-7. Identificación de los componentes que tienen impactos residuales

Las medidas que se proponen para minimizar y atenuar los impactos residuales, se basan en aquellas presentadas de manera general, ya que se consideró sólo aquellas medidas que se van a aplicar con cierta efectividad, especificando la dimensión del impacto reducido. Los componentes que tendrán impactos residuales durante la vida útil son:

- La remoción de cobertura vegetal y abundancia y diversidad de las especies.
- La diversidad de la fauna de alguna manera se verá afectada mientras se mantenga la presencia de vehículos y personas en el sitio.
- El suelo será un componente que tendrá impacto permanente, por la erosión causada por diversos factores y el arrastre de suelo orgánico a causa de los escurrimientos hídricos.
- El paisaje tendrá un efecto permanente en la visual a causa del desmonte causado por el derecho de vía.
- El estilo de vida también cuenta con su cambio importante y permanente ya que sin duda causara un cambio en la vida cotidiana de la población.

VI.3 Impactos sinérgicos y acumulativos

Un "impacto sinérgico" se produce cuando el efecto conjunto de impactos supone una incidencia mayor que la suma de los impactos individuales, por su parte un "impacto acumulativo" es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente. En gran medida el cumplimiento del programa de protección ambiental depende de las medidas de mitigación y compensación de los impactos **sinérgicos y**

acumulativos y, debe vigilarse permanentemente el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación ambiental. La idea es mantener una vinculación con la acción, para conocer su relación con el medio ambiente. Entre las acciones de seguimiento que se proponen para minimizar y atenuar los impactos sinérgicos y acumulativos, se encuentran:

- Informes sobre situación ambiental y evolución del plan de cumplimiento de las medidas de protección.
- Informes sobre evolución de aspectos socioculturales.
- Estudios ambientales complementarios si así se ameritan.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronóstico de escenario

Ambiental, haciendo un pronóstico con base en el diagnóstico ambiental del área de influencia del sistema ambiental y Predio, la evaluación de impactos y las medidas de manejo ambiental propuestas. El punto de partida del análisis son las condiciones presentes, tomando en cuenta las tendencias de cambio observadas y las esperadas después de la etapa de operación en relación con el estado actual de los componentes ambientales.

- En el escenario ambiental “**sin obras**”, consideró un diagnóstico completo de los elementos del sistema ambiental (SA), donde los procesos naturales y socioeconómicos ocurren de manera natural presentando problemas como los incendios, erosión, contaminación, etc.
- El escenario ambiental del SA “**con obras y sin medidas de mitigación**”, consideró la dinámica natural y socioeconómica actual, las actividades y dimensiones de la obra, así como los impactos ambientales que se pueden generar en las diferentes etapas.
- El escenario ambiental del SA “**con obras y con medidas de mitigación**”, toma en cuenta la descripción de los aspectos citados en el punto anterior, pero incorporando las medidas de prevención, restauración y mitigación propuestas. El pronóstico del escenario se aborda a partir de la perspectiva de cambio que resultará de las acciones sobre el medio natural (principalmente en la etapa de operación), y las medidas de manejo ambiental correspondientes. Para ello se debe de tomar en cuenta la dinámica de las variables del medio ambiente a monitorear como indicadores de cambio.
- El escenario esperado se realizó por cada componente ambiental, usando la matriz de Batelle - Columbus modificada.

La descripción del escenario esperado cuando las obras se encuentren en su etapa de operación se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro VII-1. Análisis del pronóstico del escenario.

Componente: Biota [flora]		
Impacto: [01] Remoción de la cobertura vegetal		
Atributo o variable: Diversidad y estructura		
La vegetación existente en el sitio corresponde a secundaria arbórea de bosque de pino, bosque de pino - encino y vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino.	La remoción de vegetación sin las medidas de mitigación afectaría la vegetación aledaña a causa del derribo descuidado, no se aplicarían las obras de retención de suelo por lo que se generarían más impactos y de no cumplir con las medidas necesarias para la extracción de la trocería se formarían canalillos que posteriormente azolarían los cauces aguas abajo debido a la erosión hídrica.	Al llevar a cabo la obra con medidas de mitigación se establecería un derribo direccional, por lo que no se afectara la vegetación fuera de las áreas destinadas al CUSTF, al concluir se aplicaría una estrategia de extracción de trocería evitando formar canalillos y se aplicarían las obras de retención de suelo y acomodo de material vegetativo, logrando con éxito las actividades y mitigando los impactos posibles.
Componente: Biota [flora]		
Impacto: [02] Modificación de la abundancia y diversidad de la flora		
Atributo o variable: Diversidad y estructura		
La vegetación existente en el sitio corresponde a secundaria arbórea de bosque de pino. La tendencia a largo plazo es que se siga disminuyendo de manera natural la calidad	Durante la etapa de preparación del sitio es inevitable la eliminación de vegetación, ya que es una actividad necesaria para la construcción de la infraestructura La vegetación no podrá establecerse mientras la infraestructura la obra se encuentre en operación, pues	Este impacto es sin duda uno de los más relevantes, pues no se podrá recuperar la vegetación en tanto la infraestructura se encuentre en operación. Se llevará un programa de reforestación con especies nativas de una superficie igual a la afectada. Se espera

de la vegetación por la falta mejoramiento genético en el manejo.	los restos vegetales pueden obstruir la obra y dañar la infraestructura.	que en el corto plazo la superficie reforestada presente los servicios ambientales que tenía la vegetación removida.
Componente: Biota [fauna]		
Impacto: [03] Desplazamiento de especies de fauna silvestre		
Atributo o variable: Especies de interés especial		
<p>Específicamente en el área de influencia del Predio la fauna es escasa, ya que las especies prefieren hábitat con una cobertura vegetal mayor y con mayores zonas de alimentación y disponibilidad de agua, por lo que estas anidan o hacen sus madrigueras en las áreas más bajas cercanas a los arroyos.</p> <p>De manera general la fauna más grande se ha desplazado hacia partes más inaccesibles de la zona, pues el tráfico de vehículos y las actividades agropecuarias en la zona han ocasionado que las especies se alejen.</p> <p>El flujo de fauna seguiría la misma tendencia, pues, aunque no existen actividades que generen presión sobre los recursos, la fauna prefiere zonas más inaccesibles que les permitan protegerse de los depredadores o áreas con mayor disponibilidad de alimento, por lo que se van a las quebradas o a las orillas de los ríos y arroyos.</p>	<p>Al aumentar el ruido por las actividades de derribo de vegetación y construcción de la infraestructura, las especies que pudieran estar presentes en la zona se desplazarán hacia lugares más tranquilos, es evidente que se modificará el hábitat local por la pérdida de vegetación, sin embargo, no se encontraron áreas específicas de anidación o de alimentación de ninguna especie, solo se avistaron individuos en el sitio, por lo que se considera que el área solo la utilizan para desplazarse y por lo tanto no se considera un impacto relevante, pues solo será durante las etapas de preparación del sitio y construcción.</p> <p>Existe el riesgo de que, durante las actividades de preparación, construcción y operación, los trabajadores cacen algunos animales, aunque se tendrá la precaución de evitarlo en todo momento, además se puede presentar la muerte de individuos por atropellamiento, por lo que se deberá revisar las áreas antes de iniciar labores, pues, aunque las especies se hayan desplazado no se descarta su presencia durante la jornada laboral.</p> <p>Por otra parte, la infraestructura no presenta un riesgo para la fauna</p>	<p>Se colocará un letrero de protección a fauna, para concientizar a la población sobre la importancia de la conservación de esta. Este tipo de actividades ayuda a mejorar la cultura ambiental sobre el papel de las especies de fauna en el ecosistema.</p> <p>La fauna será ahuyentada al inicio de las actividades, por lo que se espera que no haya afectación por atropellamiento o muerte directa por los trabajadores, que en ocasiones lo hacen por creer que serán atacados. En caso de encontrar alguna especie de fauna de lento desplazamiento se llevará a cabo el programa de rescate y reubicación.</p> <p>El escenario con las medidas de protección se considera sin afectación a la fauna silvestre, pues el impacto no será a largo plazo y será mitigable, puesto que al término de realizar el cambio de uso de suelo se procederá a abandonar el sitio y se dejará el paso libre a los individuos, por lo que el escenario futuro es similar al actual.</p>
Componente: Fauna		
Impacto: [04] Electrocuación de aves		
Atributo o variable: Mortandad		
Las aves encontradas en el sitio solo se encontraban desplazándose, en el área no se encontraron sitios de anidación por lo que seguirían sin alteración alguna como es un área de alta actividad humana prefieren los lugares más alejados de los núcleos poblacionales donde no tienen alteración o perturbación antrópica	Al concluir la construcción y poner en operación la línea eléctrica se tendrá el riesgo de electrocuación de aves a causa de cables pelados o cables desnudos	Se realizarán las obras con la supervisión directa de CFE y la constante presencia técnica para mayor seguridad, se monitoreará las aves para ubicar zonas potenciales de electrocuación.
Componente: Topografía		
Impacto: [05] Modificación del relieve		
Atributo o variable: Pendiente y exposición		
La pendiente promedio del sitio donde se establecerá la infraestructura es mayor del 30% y corresponde a un uso de suelo de pino y pino encino, el relieve más pronunciado corresponde al bosque de pino encino.	La pendiente del tramo de la línea eléctrica no se modificará de manera física, sin embargo, en las áreas destinadas a los postes se podría generar remisión de suelo y modificación de pendientes.	Las medidas de mitigación permitirán que exista una estabilidad en el sitio que no permitirá deslaves, y con las obras de retención de suelo no se formaran canalillos que puedan generar modificaciones a las pendientes del suelo desnudo.
La exposición del sitio es mayormente hacia el noroeste e inclinado.	La exposición y relieve se verá modificado, por el movimiento de tierra a causa de la erosión hídrica.	Las presas de piedra acomodada y el acomodo de material vegetal captaran parte del suelo arrastrado en las escorrentías pluviales
Componente: Suelo		
Impacto: [06] Generación de residuos sólidos urbanos		
Atributo o variable: Residuos sólidos		
Los residuos sólidos (basura) se generan en el sitio de manera esporádica por las actividades socioeconómicas, aunque en mínimas cantidades, pues hace falta mayor	Al utilizar motosierras y vehículos de transporte personal y maquinaria pesada, se generarán residuos producto del mantenimiento de los mismos, éstos pueden generarse dentro del área de trabajo pues las fallas se presentan de forma inesperada aun cuando se	Los residuos sólidos peligrosos serán los productos del mantenimiento de los vehículos y motosierras, estos serán almacenados en recipientes metálicos con su tapa correspondiente y serán manejados de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005, los recipientes serán

<p>cientización e infraestructura para su recolección y disposición.</p> <p>Al ser una zona rural no se tiene la infraestructura necesaria para la disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, por lo que se hacen basureros clandestinos o en ocasiones son quemados sin implementar el sistema de reciclaje, lo que genera una contaminación mayor. Por lo tanto, el panorama actual será similar en el mediano plazo, pues no hay programas para mejorar la conciencia ambiental de la población local.</p>	<p>realice el mantenimiento preventivo. Los accidentes podrán provocar derrames que irán directamente al suelo y agua.</p> <p>En cuanto a los residuos sólidos no peligrosos, estos serán mínimos, pues los trabajadores serán de la región y podrán desplazarse a sus hogares para recibir sus alimentos, quizá se podrán generar residuos de latas o bolsas plásticas, estos podrán ser recolectados y llevados a los sitios de disposición de la localidad. El impacto por la generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos estará presente durante la vida útil, sin embargo, este impacto puede ser mitigable de forma inmediata si se aplican las medidas de prevención identificadas.</p>	<p>resguardados y dado que los requerimientos son mínimos, los residuos también serán pocos y solo corresponden a trapos absorbentes impregnados de grasa, en ocasiones suelo contaminado, aceite gastado y envases vacíos.</p> <p>Se contará también con un recipiente para la recolección de los residuos sólidos no peligrosos, los cuales serán depositados en los basureros locales. El panorama de este componente se prevé similar al que está actualmente, pues no se prevé un incremento por las dimensiones y requerimientos de las obras y los residuos se pueden presentar en cualquier etapa.</p>
Componente: Suelo y agua		
Impacto: [07] Erosión de sedimentos y fertilidad		
Atributo o variable: Material geológico superficial / Erosión / Fertilidad		
<p>Actualmente el suelo del sitio es susceptible a la erosión sobre todo en áreas con pendientes pronunciadas y cuando presentan mucho contenido de arcilla. De manera natural existe una pérdida de suelo por acción del viento y del agua, ya que existen áreas con perturbación de vegetación y no se están llevando a cabo obras de restauración.</p> <p>Dentro del panorama sin obras se espera que la pérdida de suelo se mantenga en los niveles que se han tenido hasta ahora de manera natural.</p>	<p>El sitio estará propenso a la erosión a causa de la eliminación de la cubierta vegetal por lo que se generará arrastre de suelo y materia fértil aguas abajo en temporadas de lluvias</p> <p>Al eliminar la cubierta vegetal se incrementa considerablemente la tasa de erosión hídrica y eólica</p> <p>El panorama para sitio es el incremento de erosión a través de la formación de cárcavas en las áreas con mayor pendiente, lo cual generará otros impactos como disminución de la cobertura vegetal, así como azolve en los cuerpos de agua donde depositan los sedimentos de las cárcavas.</p>	<p>Para reducir la tasa de erosión se implementará un programa de restauración con presas de control de azolves y acomodo de material muerto en las áreas destinadas al CUS</p> <p>Los azolves que arrastren los canalillos o las corrientes fluviales se retendrán con las presas de piedra acomodada.</p> <p>En un futuro la pérdida de suelo será mínima, aplicando las medidas de compensación ambiental y de mitigación de erosión</p>
Componente: Agua		
Impacto: [08] Incorporación de sedimentos en los cuerpos de agua		
Atributo o variable: Composición física y química del agua		
<p>En el sitio el arrastre de sedimentos es inevitable en temporadas de lluvias debido al impacto que producen las gotas al golpear la superficie a pesar de encontrarse en una superficie forestal tiene un índice de erosión provocado por las áreas con suelo desnudo y pendientes pronunciadas por lo que sin proyecto seguirá habiendo erosión naturalmente.</p>	<p>Al haber remoción de la cobertura vegetal se incrementa el índice de erosión hídrica al encontrarse chocando las gotas con el suelo desnudo, provocando mayor arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua.</p>	<p>Se tienen planteadas actividades y programas de retención de suelo producto de la erosión por lo que se mitiga el impacto en parte dando oportunidad al resguardo de materia orgánica en el sitio del desmonte.</p>
Componente: Aire		
Impacto: [09] Aumento en la concentración de gases de efecto invernadero		
Atributo o variable: Monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO ₂), óxidos de nitrógeno (NO _x), óxidos de azufre (SO _x)		
<p>El sitio se encuentra en una zona rural, en donde las emisiones producidas son únicamente las que se generan por el tránsito de vehículos para trasladarse entre comunidades.</p> <p>No existen fábricas o industrias que generen grandes cantidades de emisiones, por lo que el panorama actual es un impacto muy bajo que se mantendrá a largo plazo si se sigue la misma tendencia de desarrollo.</p>	<p>El desarrollo de las obras implica el uso de una maquina y vehículos para el transporte de los materiales, transporte de personal y material vegetal producto del desmonte, lo cual generará un ligero incremento en las emisiones de gases por combustión de combustibles, aunque no se consideran significativas pues las dimensiones son pequeñas y las emisiones serán de forma periódica y unas horas al día.</p> <p>Las etapas de mayor generación serán la preparación del sitio y construcción, aunque estos podrán disiparse al momento en que los vehículos dejen de circular, puesto que el área está ubicada en una zona rural y la vegetación puede absorber estos gases.</p>	<p>Al mantener los vehículos en buen estado se minimizarán las emisiones de gases. De manera semestral o cuando así se requiera, se llevará a cabo la afinación de los motores para disminuir la emisión de gases y que se mantengan dentro de los límites permisibles por la NOM-041- SEMARNAT-2006, NOM-047-SEMARNAT-1999 y NOM-050-SEMARNAT-1993.</p> <p>Se considera que las condiciones actuales del sitio no se verán afectadas considerablemente, ya que, los impactos serán generados a nivel puntual y solo durante las horas de trabajo de los vehículos, además, la generación de gases se mantendrá aún sin las obras, pues los vehículos particulares son la principal fuente de transporte en esta región.</p>
Componente: Paisaje		
Impacto: [10] Modificación del paisaje natural		
Atributo o variable: Calidad visual		

<p>Las emisiones de polvo están presentes dentro de los caminos de acceso, además al ser caminos de terracería y presentar suelos muy finos, el viento genera polvaderas arrastrando partículas de suelo y opacando la visibilidad, aunque esto es muy puntual y se disipa de inmediato. Por lo que, existe una generación de polvos, aunque sea a baja escala, la cual ya es parte del ambiente y permanecerá a largo plazo.</p>	<p>Se presentará un ligero incremento en la generación de polvo por las actividades de remoción de vegetación, movimiento de vehículos, por lo que habrá mayor generación de polvo durante las etapas de preparación del sitio y construcción, en el resto de las etapas las emisiones serán menores, pues serán de forma periódica y puntuales.</p>	<p>La generación de polvo se puede mitigar al mantener húmedos los caminos y mover los vehículos únicamente al momento de transportar al personal o los residuos de vegetación para minimizar la dispersión de partículas. El mantener húmedos los caminos también permitirá disminuir el sofocamiento de las plantas al margen de los caminos por los polvos generados. Se espera que en el futuro las emisiones sean mínimas, pues, aunque el tráfico de vehículos será menor, siempre será necesaria la comunicación entre comunidades de la región y es posible que haya mayor número de vehículos.</p>
<p>El ruido en el sitio corresponde al viento y a algunas aves silvestres, los niveles de ruido no afectan a las localidades cercanas pues es parte de la naturaleza. Aunque a nivel sistema ambiental el ruido es producido por los vehículos particulares y las actividades diarias de los habitantes locales, por lo que los ruidos que pueda producir se pueden disimular con el producido en la población.</p>	<p>Sin duda el ruido estará presente en todas las etapas, aunque será más perceptible durante las etapas de preparación del sitio y construcción pues se utilizarán motosierras para el derribo de la vegetación, así como maquinaria para la construcción, aunque este será a baja escala y solo afectará a los trabajadores, pues la vegetación arbórea y las pendientes onduladas permiten que el ruido sea poco perceptible a largas distancias, además, los trabajos se realizarán durante el día y solo una hora. El ruido de los vehículos será poco notable pues ya existen fuentes emisoras de este en la zona.</p>	<p>Se espera que con la implementación de las medidas de mitigación los niveles de ruido estén dentro de los límites permitidos por la NOM-080-SEMARNAT-1994. El personal contará con equipo para protegerse los oídos y evitar daños auditivos. La comunidad más cercana se encuentra a 9 km, y se encuentra sobre los límites de un camino principal, lo que hace que los habitantes ya estén acostumbrados al ruido de los vehículos. En el futuro el ruido se mantendrá en los niveles que actualmente se encuentra pues, no se espera un incremento en la población, lo que no implica el mayor número de vehículos que puedan generar mayor ruido. Por lo tanto, el ruido con y sin obras permanecerá en la zona durante largo plazo.</p>
<p>En lo que respecta a la calidad del paisaje es buena, pues no existe infraestructura civil cerca que afecte el nivel de percepción.</p>	<p>En general, sin las medidas de mitigación en la etapa de operación cuando termine la construcción de la línea se verá la franja sin embargo permanecerá la vegetación herbácea y arbustiva de dimensiones cortas</p>	<p>La calidad visual del paisaje se reducirá por la franja que representa el derecho de vía sin embargo no estará completamente desnuda y se aplicarán las medidas de retención de suelo que favorecerán la regeneración arbustiva de las especies</p>

VII.2 Programa de vigilancia ambiental

VII.2.1 Generalidades

En el presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), se propone darle seguimiento a las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración de los impactos ambientales identificados, por lo que, la correcta y oportuna ejecución de estas medidas puede disminuir y mitigar los impactos negativos identificados, por tal motivo es fundamental y necesario una supervisión y evaluación constante, esto para asegurar el correcto seguimiento de las medidas y tener un monitoreo de la calidad del medio ambiente. La biota, el aire, agua y suelo son componentes ambientales que se deben tener un monitoreo ambiental, dado que a partir de estas variables se puede comparar las condiciones antes y después de aplicar las medidas.

VII.2.2 Objetivos

El programa de vigilancia contempla los objetivos siguientes.

- i) Asegurar que las medidas preventivas y de mitigación contribuyan eficiente y oportunamente a la protección y restauración de los impactos generados;
- ii) Identificación de situaciones adversas en cuanto a la posible afectación de alguno de los elementos del ecosistema causado por la operación y,
- iii) Mantenimiento (impactos que no se habían considerado a ciertos elementos del ambiente y que resultaron en esta etapa).
- iv) Realizar el monitoreo de las variables físicas, químicas y biológicas que indiquen cambios en el comportamiento del sistema ambiental (o sistema ambiental regional) como resultado de la ejecución de las obras y actividades.
- v) Identificar impactos ambientales no previstos.

VII.2.3 Responsables

Es responsabilidad del control y seguimiento de las medidas El Promovente y la empresa contratista que desarrolle las obras y actividades. La responsabilidad para estos es la siguiente.

DEL PROMOVENTE

- Supervisar y coordinar la ejecución del plan de manejo ambiental que contiene todas las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración.
- Facilitar los medios y recursos necesarios para el cumplimiento del PVA.
- Verificar las bitácoras diarias de obra.
- Mantener constante comunicación y coordinación con el contratista.
- Contar con un supervisor de medio ambiente durante todas las etapas de la obra.

DEL CONTRATISTA

- Cumplir con la responsabilidad que El Promovente le contrate en materia de protección del medio ambiente.
- Cumplir con la legislación ambiental vigente en lo relacionado con la protección del medio ambiente.

SUPERVISOR DE MEDIO AMBIENTE

El supervisor de Medio Ambiente tendrá la obligación y autoridad para tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que pudieran afectar el ambiente. Deberá tener la capacidad técnica y de autoridad para tomar decisiones y en caso de que las medidas propuestas no funcionen como se ha previsto y/o que se detecten impactos, que, por su naturaleza, no sean perceptibles en etapas anteriores. Como parte de sus obligaciones, el Supervisor de Medio Ambiente deberá coordinar en cuestión ambiental al personal que participe en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, llenar la bitácora de verificación de la correcta ejecución de las medidas propuestas, elaborar informes referentes a observaciones durante y después a la implementación de las medidas para posteriormente compartirlas en un documento final; así como verificar la compatibilidad con el Sistema de Administración Ambiental que desarrolle el Promovente. El Supervisor de Medio Ambiente será responsable de ejecutar y dar seguimiento a lo siguiente:

- Comprobar *in situ* la ejecución de las medidas correctoras.
- Ejecución y coordinación de PVA.
- Evitar impactos ambientales no previstos.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia.
- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que estas pudieran presentar.
- Emisión de informes periódicos sobre el grado de cumplimiento.
- Determinación de nuevas medidas en caso de ser necesarias, así como modificación a las ya establecidas en caso de así se requiera.

VII.2.4 Metodología

La metodología a seguir para verificar el cumplimiento de las medidas propuestas será a través de listas de control o listas de chequeo, que son formatos creados para realizar o verificar el cumplimiento de una lista de acciones y actividades ordenadas de manera sistemática, fáciles de analizar y que permiten al supervisor evaluar la ejecución y los resultados obtenidos con la implementación de las acciones.

VII.2.5 Metas

Las metas particulares son el cumplimiento de 27 medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración que son descritas en el Capítulo VI del presente estudio. En particular se han diseñado y recomendado las medidas siguientes.

VII.2.5.1 *Medidas de prevención*

Las medidas de prevención que se deberán dar seguimiento en el presente PVA son las siguientes:

ID	Medida
P1	Se evitará en lo posible la emisión de contaminantes mediante el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada
P2	Se prohibirá el uso del fuego en la remoción de la vegetación para evitar la contaminación por humos y riesgos de incendios forestales
P4	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido
P5	Respetar las normas ecológicas para la protección del aire
P10	Los residuos sólidos que se generen, deberán manejarse por separado de acuerdo a sus características y depositarse en contenedores metálicos o de plástico, con tapa de cierre hermético, indicando su contenido; su disposición será de acuerdo a lo que señale la autoridad ambiental competente y normas aplicables
P11	Para evitar la contaminación con hidrocarburos en el suelo, el mantenimiento de la maquinaria y equipo se dará en talleres autorizados
P14	Se prohíbe el vertido de residuos peligrosos como aceites, estopas impregnadas u otros materiales en los cuerpos de agua
P16	Realizar las obras de retención de suelos para evitar que azolven los cuerpos de agua o modifiquen su curso natural
P17	Colectar y transportar fuera del sitio, todos los materiales de desecho como madera, plástico, cartones entre otros y enviarlos a los centros de acopio autorizados
P19	Realizar la remoción de la vegetación utilizando la técnica de derribo direccional para evitar dañar a los árboles aledaños
P20	Prohibir la remoción de la vegetación fuera del área propuesta (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados)
P21	Prohibir el uso de fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales
P23	Implementar un programa de rescate y reubicación de flora (en su caso)
P24	Respetar las normas ecológicas para la protección de la flora
P25	Prohibir la cacería ilegal en todas las etapas
P26	Elaborar y colocar tableros alusivos a la prohibición de la caza ilegal y sobre el cuidado del medio ambiente, así como del manejo adecuado de los residuos sólidos generados
P27	Evitar el vertimiento de residuos en el suelo, que pudieran ser ingeridos por la fauna local
P28	Permitir el ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad para garantizar su supervivencia
P29	Favorecer el establecimiento de madrigueras mediante el acomodo de desperdicios
P31	Queda prohibida la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas
P32	Respetar las normas ecológicas para la protección de la fauna

VII.2.5.2 *Medidas de mitigación*

Las medidas de mitigación que se deberán dar seguimiento en el presente PVA son las siguientes:

ID	Medida
M3	Humectar los suelos sueltos en las brechas y sitios de mayor tránsito de vehículos para mitigar la generación de polvos al ambiente
M7	Se evitará en lo posible el arrastre del suelo para evitar la formación de canales y puedan convertirse en cárcavas
M8	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos, así como disminuir la frecuencia de su mantenimiento y mejorar el confort del conductor
M13	No remover la vegetación herbácea ni la arbustiva de dimensiones pequeñas de forma que el suelo no quede desnudo y mitigue la erosión hídrica
M15	En la remoción de la vegetación, establecer pocos carriles de arrime para evitar el arrastre masivo sobre una mayor área de suelo y evitar formación de canalillos
M18	Realizar las actividades por etapas para que la obra se integre de manera paulatina al paisaje

VII.2.5.3 *Medidas de compensación*

Las medidas de compensación que se deberán dar seguimiento en el presente PVA son las siguientes:

ID Medida

- C22 Implementar un programa de reforestación
 C30 Implementar un programa de rescate y reubicación de fauna

VII.2.5.4 Medidas de Restauración

Las medidas de restauración que se deberán dar seguimiento en el presente PVA son las siguientes:

ID Medida

- R6 Suavizar las pendientes para permitir el tránsito de los vehículos
 Se acomodará y picará los productos forestales maderables resultado de la remoción de la vegetación en áreas
 R9 alledañas, en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación y disminuir la erosión hídrica
 R12 Implementar un programa de control de la erosión

VII.2.6 Indicadores de realización

Los indicadores, son instrumentos de análisis que permiten simplificar, cuantificar y comunicar fenómenos complejos, también pueden ayudar a identificar fuerzas que contribuyen al mejoramiento o al deterioro de las condiciones ambientales al permitir el establecimiento de metas precisas para la acción futura y posibilitar a la autoridad la evaluación de los avances logrados mediante sus acciones. Son directamente proporcionales a la calidad ambiental, es decir a mayor valor del indicador, mayor es la calidad ambiental, dado que se refiere al porcentaje de superficie remanente después de efectuado el desmonte con respecto a la superficie original pero ponderado por el atributo de interés (valor natural, biodiversidad y especies con estatus). Los indicadores de seguimiento que serán analizados en este programa de monitoreo y vigilancia ambiental son: atmósfera, flora, fauna, agua y suelo, finalmente se presenta la evaluación del éxito del plan de medidas. Los indicadores de realización se hacen en apego a cada una de las medidas planteadas y en la metodología mediante una *lista de chequeo*, como la mostrada en el formato general de verificación ambiental.

VII.2.7 Indicadores de eficiencia

Los indicadores de éxito medibles corresponden a los conceptos siguientes:

- Mínimo del 80% de sobrevivencia de las reforestaciones.
- Mayor número de especies de fauna capturadas y reubicadas.
- Mínimo el 90% de suelo vegetal recuperado.
- El 100% del volumen de residuos confinados.
- Mínimo el 90% de suelo vegetal reutilizado.

VII.2.8 Análisis, procesamiento de datos o interpretación de resultados

El análisis, proceso e interpretación del cumplimiento y resultados de la aplicación de las medidas para contrarrestar los impactos negativos, será registrado en el formato A, para posteriormente ser capturado en hoja electrónica de Excel y hacer los cálculos de cumplimiento de dichas medidas, a fin de evaluar la efectividad de las mismas, o en caso contrario de adecuarlas para su mejor efectividad.

Cuadro VII-2. Formato para la verificación ambiental del programa de medidas.

A. Formato general de verificación ambiental					
Proyecto:			Obra:		
Elaboró:			Fecha:		No. de bitácora
Medida	Cumple			Observaciones	Evidencias (Fotografías o documentos)
	Si	No	%		
P1					
...					
...					
...					

A. Formato general de verificación ambiental					
Proyecto:			Obra:		
Elaboró:			Fecha:		No. de bitácora
Medida	Cumple			Observaciones	Evidencias (Fotografías o documentos)
	Si	No	%		
...					
...					
P37					

VII.2.9 Calendario de comprobación

El calendario de muestreo de las variables ambientales debe ser anualmente, puesto que es requisito su evaluación en las diferentes estaciones del año para ver su comportamiento y evolución, el cronograma de monitoreo para las variables ambientales es el siguiente.

Cuadro VII-3. Calendario de muestreo del programa de monitoreo ambiental.

SISTEMA	VARIABLES	MESES (inicio de la etapa de operación)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Agua	Muestreo, análisis y caracterización de las aguas superficiales aguas abajo del sitio.			x						x			
Aire	Reconocimiento, evaluación y control de las partículas o polvos suspendidos totales en aire por el método del muestreo de alto volumen para el caso de áreas abiertas.			x						x			
Suelo	Efectividad de las obras de conservación de suelo.					x						x	
	Cobertura natural del suelo.			x							x		
Vegetación	Supervivencia de especies reforestadas.			x							x		
	Análisis de la diversidad y abundancia de las especies en el área de influencia del Predio			x							x		
	Identificación de especies en status en la NOM-059			x							x		
Fauna	Análisis de la diversidad y abundancia de las especies en el área de influencia del Predio.			x						x			
Paisaje	Medir las cualidades de visibilidad, fragilidad y calidad.			x						x			

Los formatos de presentación de datos y resultados se harán textualmente, acompañados de gráficas, analizando cada variable independientemente una de la otra.

VII.2.10 Procedimientos para el control de calidad

Para evaluar la calidad del programa de manejo ambiental se realizarán actividades de monitoreo tomando en cuenta la normatividad forestal y ambiental aplicable, si las variables medidas contarán con valores fuera de los rangos permisibles, se tendrá que realizar una nueva evaluación ambiental muy detallada a fin de corregir cualquier incidente que este cause efectos adversos significativos al medio ambiente.

VII.2.11 Medida de urgente aplicación

La aplicación de medidas urgentes no contempladas en el presente programa, corresponden a las decisiones que el supervisor ambiental considera adecuadas, esto, por ejemplo, si las áreas de reserva donde se deja la vegetación nativa y donde se reubican las especies vegetales rescatadas sufriera un siniestro por incendio, se reprograma las acciones necesarias para hacer esta actividad en otro sitio; otro ejemplo, si las presas filtrantes al término de algunos años llegan a su nivel máximo de captación se realizara el mantenimiento de las mismas mediante el retiro del material captado.

VII.2.12 Formatos de apoyo

Los formatos que se usarán de apoyo para la correcta aplicación del PVA son los siguientes.

BITACORA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICION DE SUELO VEGETAL

Chofer:

Volumen de capacidad:

Placas del volteo:

FECHA	Volumen de suelo (m ³)	Hora		OBSERVACIONES
		Inicio	Término	

Hora de Inicio: Hora en la que se comienza a cargar

Hora de Término: Hora en que se descarga

 Firma del Operador
BITÁCORA DE MANTENIMIENTO TRIMESTRAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Empresa:	No.
Equipo:	Responsable:	
Marca:		
Modelo:		
Serie:	Fecha:	
No. Inv. Técnico:		
I.D.:		

Trimestral	Estado			
	1	2	3	4
1 – Verificar el sistema de escape y silenciadores				
2 – Verificar el funcionamiento de los inyectores				
3 – Verificar el sistema de iluminación (faros)				
4 – Verificar el sistema de encendido				
5 – Verificar condiciones de las llantas				

6 – Verificar funcionamiento de relojes manómetros				
7 – Verificar condiciones de las horquillas y cadenas				
8 – Verificar condiciones de pedales (aceleración)				
9 – Verificar condiciones de freno de mano				
10 – Verificar sistema de dirección (terminales)				
11 – Verificar condiciones de arranque y ruidos				
12 – Verificar y corregir fugas de gas				
13 – Verificar y corregir fugas del radiador y bombas				
14 – Verificar fugas y nivel de aceite y ruidos				
15 – Verificar fugas y nivel de aceite del diferencial				
16 – Verificar el convertidor de par y transmisión				
17 – Verificar si falta tuerca de pernos				
Semanal	Estado			
	1	2	3	4
1 – Lavado y desengrase total del equipo				
2 – Limpiar colmena del radiador				
3 - Limpiar y/o reemplazar filtros de aire				
4 – Completar nivel de electrolito de la batería				
5 – Limpieza ajuste e inspección de bornes y cables				
6 – Cambiar aceite y filtro de motor				
7 – Completar agua al radiador				
8 – Drenar sedimentos del tanque y filtro				
9 – Purga de aire del sistema de inyección				
10 – Ajustar pernos y tuercas de las llantas				
11 – Engrase general del equipo				
Anotar:				
Materiales desgastados	Averías identificadas	Herramientas y equipos		
Estado: 1 Buenas condiciones, 2 Condiciones aceptables, 3 Regulares condiciones, 4 Malas condiciones				

BITÁCORA DE REGISTRO PARA EL AHUYENTAMIENTO DE FAUNA

Responsable:	Fecha:		
Área donde se realizó el Ahuyentamiento	Condiciones del sitio:		
Especie	Nombre Común	Observaciones	Foto

BITÁCORA DE REGISTRO DE CAPTURA Y REUBICACIÓN DE FAUNA							
Responsable:					Fecha:		
Especie	Nombre común	Coordenadas UTM		No. de captura	Coordenadas UTM		Observaciones
		X	Y		X	Y	

Evidencia fotográfica:

CARTELES

Señalización	Por su Finalidad	Por su duración
Protejamos Nuestra Flora y Fauna	De información	Permanente
Deposite la basura en su lugar	De información	Permanente
¡Prohibido Tirar Basura!	De prohibición	Permanente

VII.2.13 Otras consideraciones

Se requiere la instalación de al menos una letrina portátil por cada 15 personas, con las especificaciones siguientes:

- Podrán colocarse letrinas o inodoros portátiles en construcciones como remolques o estructuras prefabricadas, de plataformas rodantes o cualquier otra estructura portátil. Si contienen más de un inodoro, cada uno deberá ocupar un compartimiento separado con una puerta y paredes o divisiones entre inodoros, suficientes para asegurar la privacidad. Los cuartos de baño que son para uso de varones deberán tener urinales. Los urinales no necesitan compartimientos separados.

- b) De ser el caso, deberán colocarse letrinas separadas para mujeres y para varones.
- c) Los pisos, paredes, techos, particiones y puertas interiores de todas las estructuras portátiles deberán tener un acabado que se pueda limpiar con facilidad.
- d) Cada cabina de inodoro portátil deberá proporcionar el espacio adecuado para el usuario con dimensiones mínimas en la parte interior que sean de al menos 91 cm. desde el frente hasta la parte trasera y de lado a lado, una altura interna libre de 1.98 m y la altura del asiento del inodoro de entre 35 a 31 cm.
- e) La puerta de la construcción o del área subdividida donde se encuentra instalado un solo inodoro deberá tener siempre un seguro interior. Cualquier puerta que lleve al exterior deberá tener un mecanismo para cerrarse por sí misma desde adentro
- f) Si la estructura contiene un tanque en el que se almacenan los desechos, este tanque deberá tener un dispositivo de ventilación hacia el exterior de la estructura con un área para ventilación mínima de 45 cm.
- g) Las cabinas de inodoro portátiles que no tengan ventilación mediante medios mecánicos deberán estar provistas con una apertura para ventilación con tela metálica que tenga un área transversal de al menos 0.09 metros cuadrados por cada inodoro.
- h) Cada letrina será colocada lejos mínimo 30 metros de distancia de sitios de reunión o donde se consuman alimentos.
- i) Próxima a cada letrina debe contar con un lavamanos o vasija con agua para poder lavarse las manos con agua y jabón después de utilizarla.
- j) Toda cabina debe contar en todo momento con papel higiénico
- k) Se realizará la limpieza completa de las letrinas 3 veces por semana, en dicho servicio se realizará la limpieza general del sanitario y recolección de los residuos
- l) Reglamento de uso de letrinas portátiles.
- m) Cada letrina deberá ser utilizada por una sola persona la vez
- n) La orina, las heces y el papel sanitario deberán ser depositadas en sus respectivos compartimentos.
- o) En todo momento la letrina deberá permanecer cerrada
- p) En todo momento la letrina deberá mantenerse limpia para evitar la proliferación de malos olores, y agentes infecciosos.
- q) Toda persona que sea sorprendida dañando o haciendo un mal uso de las letrinas será sancionada.

Para dar seguimiento a dichas acciones se deberá de llenar el Formato General de Verificación Ambiental presente en el Formato A, en dicho formato se deberá de plasmar la presencia o ausencia de letrinas portátiles y por ende el cumplimiento propuesto.

VIII. Conclusiones

La Manifestación de Impacto Ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales, como un instrumento para identificar los impactos ambientales adversos y establecer una serie de medidas para prevenir, mitigar, restaurar y compensarlos. El análisis ambiental se demostró que los componentes flora, fauna, suelo y agua presentarán los mayores impactos adversos específicamente en las etapas de preparación del sitio y construcción, sin embargo, se observa que la mayor parte de la superficie donde se realizará el desmonte tendrá presente la pérdida de suelo que será mínima y recuperable en el mediano plazo aplicando las medidas de mitigación y compensación ambiental. Así mismo, la vegetación removida será compensada con un programa de reforestación de las áreas aledañas con especies de la región.

El sitio presenta vegetación forestal nativa compuesta por bosques de pino y bosque de pino encino, las cuales representan una baja biodiversidad y se no encuentran presentes especies vegetales listadas en con algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, es hábitat para especies que si están en una categoría de esta norma. En cuanto a los impactos adversos a la fauna silvestre éstos no se consideran significativos en el largo plazo, pues una vez que termine la etapa de operación y mantenimiento la fauna podrá desplazarse de nuevo dentro del área. Dentro de las medidas, se contempla un programa de compensación y restauración, ya que no hay especies vegetales susceptibles de ser rescatadas. Se tiene contemplado un programa de ahuyentamiento de fauna para

propiciar el desplazamiento de las especies de fácil movimiento, una captura y reubicación de especies de lento desplazamiento.

Con las medidas de mitigación establecidas se espera no solamente prevenir y restaurar los impactos producidos por la obra, sino que también contribuir a la restauración general del sitio con la reforestación de especies de alto valor ecológico y económico. El beneficio económico de la obra puede, en función de las políticas y actores del desarrollo, contribuir a mejorar la calidad de vida de más de 1,000 habitantes al proveer de energía eléctrica en la comunidad. En general el proceso desarrollado durante el estudio, muestra que con actitudes responsables de los ejecutores de obras de desarrollo y de las autoridades normativas, se pueden realizar mejoras a las condiciones de vida de las comunidades, siempre y cuando los ejecutores como las autoridades cumplan con sus responsabilidades oportunamente. Basado en los resultados que arrojaron los métodos utilizados para la evaluación ambiental, se considera económica y ecológicamente viable, ya que las afectaciones que las obras y actividades presentan no son adversas significativamente en comparación con el beneficio social esperado.

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA

IX.1 Formatos de presentación

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación ambiental, se entregarán un original y tres copias de la presente manifestación al Impacto Ambiental, de los cuales uno será utilizado para **CONSULTA AL PÚBLICO**. Así mismo, todo el estudio será grabado en memoria digital, incluyendo imágenes, planos e información complementaria.

Se integrará un resumen ejecutivo del Manifiesto al Impacto Ambiental, del mismo modo se presenta en formato digital para CONSULTA PÚBLICA.

IX.2 Planos

Los anexos al presente estudio son:

ANEXO	DESCRIPCIÓN
1	Documentación legal.
1.1	Carpeta básica.
1.2	Acta de asamblea de elección de autoridades.
1.3	Aprobación de la asamblea para llevar a cabo el proyecto y CUS.
1.4	Identificaciones oficiales.
2	Planos de localización del proyecto.
2.1	Localización del proyecto en el contexto estatal.
2.2	Localización y delimitación física.
2.3	Localización del área dentro del tipo de propiedad.
2.4	Clasificación de superficie.
3	Planos de las características físicas.
3.1	Plano de hidrología.
3.2	Plano de las provincias fisiográficas.
3.3	Plano de las elevaciones del sitio.
3.4	Plano de la variación de la pendiente del sitio.
3.5	Plano de la exposición de la pendiente del sitio.
3.6	Plano de geología.
3.7	Plano de edafología.
3.8	Plano de clima.
4	Planos de las características bióticas.
4.1	Plano de uso de suelo y vegetación.
5	Planos de las regiones prioritarias.
5.1	Plano de ubicación del proyecto respecto a las ANP y AICAS.
5.2	Plano de ubicación del proyecto respecto a las RHP.

-
- | | |
|-----|---|
| 5.3 | Plano de ubicación del proyecto respecto a las RTP. |
| 5.4 | Plano de ubicación del proyecto respecto a las Unidades de Gestión Ambiental. |
| 6 | Anexo Técnico. |
| 6.1 | Plano definitivo validado por la CFE. |
| 7 | Anexo fotográfico. |
-

IX.3 Fotografías

En el **Anexo 7** se presenta la reseña fotográfica del área de ubicación del proyecto.

IX.4 Videos

No se presenta información en este caso.

IX.5 Responsiva técnica de la elaboración del estudio

El presente Manifiesto de Impacto Ambiental (modalidad particular) del proyecto: **Electrificación, línea eléctrica San José de la Laguna – Bánome**. se elaboró bajo la responsabilidad técnica de:

M.C. Sacramento Corral Rivas

Número de Cédula Profesional: Ingeniería: 2642485; Postgrado: 3107384.

R.F.N. No. 8, del Volumen 2, del Libro DURANGO Tipo UI. Según Oficio SG/130.2.2.2/0001 de fecha 15 de agosto del año 2001.

R.F.C. CORS720413-U5A

DOMICILIO: Bosque No. 305, Colonia Campestre, Santiago Papasquiaro, Dgo.

Teléfono: (674 86 203 59

E-mail: sacra.corral@gmail.com

X. Literatura consultada

- Álvarez, M. y Espluga, A. P. (1999): "Introducción al paisaje". En Otero, I. (Ed): Paisaje, Teledetección y SIG. Conceptos y aplicaciones. Madrid, Fundación Conde del Valle de Salazar, pp. 1 - 33.
- André, P., C. E. Delisle y J. P. Revéret (2004), *Environmental Assessment for Sustainable Development: Processes, Actors and Practice*, Montreal, Presses Internationales Polytechniques, pp. 52, 54, 157.
- Carabelli F.A. 2002. Una contribución a la planificación del uso múltiple de tierras boscosas en Tierra del Fuego (Publicación Técnica N°. 31). Esquel, Chubut: CIEFAP-GTZ.
- Comisión Nacional del Agua. 2005. Consulta del Software Eric del Servicio Meteorológico Nacional.
- Comisión Nacional del Agua. 2015. Atlas del Agua en México. Edición 2015. México. 135 p.
- Comisión Nacional del Agua. 2015. Estadísticas del Agua en México. Edición 2015. México. 295 p.
- García, M.E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª Ed. México D.F. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-Elizondo, S.; González-Elizondo, M.; Tena-Flores, J.A.; Ruacho-González, L.; & López-Enríquez, I.E. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: Una Síntesis. *Acta Botánica Mexicana*. 100: 351-403.
- Duley, F.L. 1987. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, Madison, 12: 179-84.
- Ellison, W.D. 1947. Soil Erosion. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, Madison, 12: 479-84.
- Meyer, L.D. 1976. Soil erosion concepts and misconceptions. In: Third Federal Inter-Agency Sedimentation Conference. Denver, Colorado, 1976. Proceedings. Sedimentation Committee Water Resources Council, Denver, 12 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2000. Diccionario de datos climáticos escalas 1:250 000 y 1: 1,000,000 (vectoriales). México. 57 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2001. Diccionario de datos edafológicos (Alfanumérico). México. 33 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2001. Diccionario de datos geológicos escalas 1: 250,000 (Alfanumérico). México. 48 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2014. Guía para la interpretación de cartografía: uso de suelo y vegetación 1: 250,000 Serie V. México. 195 p.
- Martin, J.W., 1984. Forest Management Practices That Will Influence Product Characteristics of the Changing Wood Resource in the South United States. NCSU, Raleigh, pp. 115–123.
- Martínez, M.M. 2005. Estimación de la erosión del suelo. SAGARPA, INCA Rural y Colegio de Postgraduados, Montecillo Estado de México.
- Navar J. 2009. Allometric equations for tree species and carbon stocks for forests of northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management*. 257:427-434.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México. 423 p.
- Tory, P.R. y Chalif, E.L. 2008. Aves de México – Guía de Campo – Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y El Salvador. Primera edición 1989. México. 473 p.
- Turner MG, Gardner RH, O'Neill RV. 2001. *Landscape Ecology in Theory and Practice*. New York: Springer-Verlag. 401 pp.

Vásquez, A y Valdéz E. 1994. Impacto ambiental. Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto mexicano de Tecnología del Agua. 177-183. México, D.F.

Virrey, R. J. A. 2014. Programa Manejo Forestal de San Diego de Tezains. Durango, México. 114 p.

Wathern, P. (1988), "An Introductory Guide to EIA", en Clark et al. (eds.), Perspectives on Environmental Impact Assessment, Dordrecht, Reidel

Consulta en línea.

Diario Oficial de la Federación. 18/12/2015. Resolución del H. Consejo de representantes de la Comisión Nacional de los salarios Mínimos que fija los salarios mínimos generales y profesionales vigentes a partir del 1o. De enero de 2016. [http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5420678&fecha=18/12/2015, 03/08/16, 9:15 h].

Comisión Federal de Electricidad. Derecho de vía, NRF-014-CFE-2014. [<http://lapem.cfe.gob.mx/normas/nrf/pdfs/f/NRF-014.pdf, 03/08/16, 9:15 h>].

Comisión Federal de Electricidad. Diseño de líneas de transmisión aéreas, especificación CFE DCDLTA01, 2014. [<http://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/1/DCDLTA01.pdf, 15/08/16, 9:52 h>].

Comisión Nacional del Agua. Red de estaciones climatológicas. [<http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo10.html, 20/08/16, 10.20 h>].

Comisión Nacional Forestal. Sistema de Planeación Forestal para bosque templado, 2015. [<http://fcposgrado.ujed.mx/spf/inicio/, 04/08/16, 13:15 h>].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Naturalista, Especies. [<http://naturalista.conabio.gob.mx/, 10/0816, 13:00 h>].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. AICAS. [<http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html, 05/08/16, 13:30 h>].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Cuenca alta del Río San Lorenzo - Minas de Piaxtla; RHP. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_021.html, 05/08/16, 13.00 h].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Reptiles; tortugas, serpientes, lagartijas y cocodrilos. [<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/pdf/GranFamilia/Animales/reptiles.pdf, 19/08/16, 9:00 h>].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. RHP. [<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html, 15:00 h>].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. RTP. [<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html, 13:30 h>].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. RTP - 23 San Juan de Camarones. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_023.pdf, 05/08/16, 13.25 h].

Consejo Nacional de Población. Datos abiertos del índice de marginación. [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion, 02/08/16, 12:00 h].

Consejo Nacional de Población. Índice de marginación por localidad 2010. [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010, 02/08/16, 12:26 h].

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Principales resultados por localidad. [http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx, 25/08/16, 9:00 h].

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Cuéntame. [<http://cuentame.inegi.org.mx, 25/08/16, 9:00 h>].

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Número de habitantes, estado de Durango. [<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/dur/poblacion/default.aspx?tema=me&e=10>, 25/08/16, 9:00 h].
- Instituto Nacional Estadística Geografía e Informática. 1995. Cartas temáticas de uso de suelo, vegetación, edafología, geología e hidrología superficial y subterránea escala 1: 250,000. [<http://www.inegi.org.mx>, 17/08/16, 10:30 h].
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Estimación de la erosión del suelo. [<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>, 06/08/16, 9:32 h].
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Salarios mínimos 2016. [http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/salarios_minimos.aspx, 25/08/16, 14:00 h].
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Salarios mínimos 2016. [http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/salarios_minimos.aspx, 25/08/16, 14:00 h].
- Secretaría del medio ambiente y Recursos Naturales. Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal. [http://seigsrnyma.durango.gob.mx/docs/Fase_Diagnostico.pdf, 01/08/16, 10:10 h].
- Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales. Calendario de Épocas Hábiles 2016-2017, por entidad federativa, estado de Durango. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115666/TEMPORADAS_HABILES_2016-2017-CINEGETICO.pdf, 18/08/16, 10:10 h].
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Calendario de Épocas Hábiles y Lista de especies de Aves Canoras y de Ornato para captura con fines de subsistencia temporada 2016-2017. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115665/TEMPORADAS_HABILES_2016-2017-ACO.pdf, 18/08/16, 10:00 h].
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Normas Oficiales Mexicanas. [<http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/normas-oficiales-mexicanas>, 01/08/16, 9:00 h].
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ordenamiento Ecológico de Durango – 6 Hidrología [http://telesecundaria.gob.mx/mesa_tecnica/files/Hidrologia.pdf, 02/08/16, 12:00 h].