

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	8
I.1 PROYECTO	8
I.1.1 Nombre del proyecto.....	8
I.1.2 Ubicación del proyecto	8
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto.....	10
I.1.4 Presentación de la documentación legal	10
I.2 PROMOVENTE.....	10
I.2.1 Nombre o razón social	10
I.2.2 Registro Federal del Contribuyente del promovente	10
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal	10
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.....	10
I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto	10
I.3.1 Nombre o razón social	10
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP	10
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio	10
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio	11
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	11
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	11
II.1.1 Naturaleza del proyecto	11
II.1.2 Selección del Sitio.....	12
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización	12
II.1.4 Inversión requerida	14
II.1.5 Dimensiones del proyecto.....	16
II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias	17
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	17
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	18
II.2.1 Programa General de Trabajo	18
II.2.2 Preparación del sitio	22
II.2.3 Construcción de obras mineras.....	23
II.2.4 Construcción de obras asociadas o provisionales.....	24
II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento	24
II.2.6 Etapa de abandono de sitio (post-operación).....	25
II.2.7 Utilización de explosivos	25

II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	25
II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos	26
II.2.10 Otras fuentes de daños.....	26
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTALY, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.....	27
III.1 LEYES Y REGLAMENTOS	27
III.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (LGEEPA)	28
III.1.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)	30
.....	30
III.1.3 Ley General de Vida Silvestre.	30
III.1.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	32
III.1.6 Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.....	35
III.2 INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN	37
III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.....	38
III.2.2 Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2019 - 2024.	40
III.2.3 Programas de Ordenamientos Ecológicos del Territorio.	41
III.2.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.....	42
<i>III.2.3.1.1 Regionalización ecológica</i>	43
III.2.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Durango	47
III.2.5 Normas Oficiales	61
III.2.6 Área Natural Protegida.....	64
.IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	73
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	74
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL	77
IV.2.1 Aspectos abióticos	77
IV.2.2 Aspectos bióticos	142
IV.2.3 Paisaje.....	190
IV.2.4 Medio socioeconómico	193
IV.2.5 Diagnóstico ambiental.....	198
V.IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	201
V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	201
V.1.1 Indicadores de impacto	202
V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto	205

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación	206
V.1.3.1 Criterios	207
V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada	209
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	215
VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL	215
VI.2 IMPACTOS RESIDUALES	217
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ..	226
VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO	226
VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	229
VII.3 CONCLUSIONES	239
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	240
VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN	240
VIII.1.1 PLANOS DEFINITIVOS	241
VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS	241
VIII.1.3 VIDEOS	241
VIII.1.4 LISTAS DE FLORA Y FAUNA	241
VIII.2 OTROS ANEXOS	243
VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS	243

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos generales del proyecto	8
Tabla 2 Características del proyecto	9
Tabla 3 Superficies del proyecto	12
Tabla 4 Ubicación del proyecto	12
Tabla 5 Ubicación georreferenciada en coordenadas UTM polígono envolvente	13
Tabla 6 Resumen de los costos por afectación por servicio ambiental	15
Tabla 7 Resumen de la estimación económica de los recursos biológicos	15
Tabla 8 Resumen de la estimación económica de los recursos biológicos	15
Tabla 9 Valor económico una vez ejecutado el proyecto	16
Tabla 10 Cronograma de ejecución del proyecto	18
Tabla 11 Cronograma de actividades programas complementarios	19
Tabla 12 Cronograma de ejecución del programa de rescate y reubicación de flora	20
Tabla 13 Cronograma de ejecución del programa de conservación de suelos	20
Tabla 14 Cronograma de ejecución del programa de rescate de fauna	21
Tabla 15 Vinculación del RLGDFS	34

Tabla 16 Artículos de la LGPGIR	36
Tabla 17 Vinculación del proyecto con convenios y tratados	43
Tabla 18 Estrategias UAB 93	44
Tabla 19 Estrategia UGA 106	49
Tabla 20 Normas oficiales mexicanas aplicables	61
Tabla 21 Áreas Naturales Protegidas de Competencia Federal	64
Tabla 22 Unidades de clima dentro del SA	78
Tabla 23 Ubicación de las estaciones meteorológicas	79
Tabla 24 Temperaturas promedio	80
Tabla 25 Temperaturas máximas	80
Tabla 26 Temperaturas mínimas	80
Tabla 27 Valores de precipitación y temperatura	81
Tabla 28 Granizadas	82
Tabla 29 Tormentas eléctricas	82
Tabla 30 Geología dentro del SA	88
Tabla 31 Sistema de topoformas en el SA	93
Tabla 32 Principales elevaciones en el SA	94
Tabla 33 Pendientes dentro del SA	94
Tabla 34 Exposiciones dentro del SA	96
Tabla 35 Tipos de suelo en el SA (tabla 1)	97
Tabla 36 Tipos de suelo en el SA (tabla 2)	98
Tabla 37 Tipos de suelo en el SA (tabla 3)	98
Tabla 38 Tipos de suelo en el SA (tabla 4)	98
Tabla 39 Descripción de los tipos de suelo presentes en el SA	99
Tabla 40 Muestreo de suelos	102
Tabla 41 Ecuaciones para estimar el factor R	106
Tabla 42 Textura y porcentaje de materia orgánica	111
Tabla 43 Grados de erosión potencial en el SA	120
Tabla 44 Valores del factor C	122
Tabla 45 Grados de erosión en el SA	124
Tabla 46 Valores de la erosión eólica	126
Tabla 47 Unidades de suelo para el cálculo de la erosión eólica	129
Tabla 48 Clasificación de suelos no calcáreos	130
Tabla 49 Clasificación CATEX para suelos calcáreos	130
Tabla 50 Raster CATEX para el área del proyecto	131
Tabla 51 Clasificación de CAUSO	131
Tabla 52 Grados de erosión eólica en el SA	132
Tabla 53 Descripción del acuífero Río Culiacán	135
Tabla 54 Valores de K en función del tipo de suelo (NOM-011-CNA-2000)	138
Tabla 55 Infiltración que se pierde con el cambio de uso de suelo	141
Tabla 56 Comparación de infiltración SA /área del proyecto	141
Tabla 57 Descripción de los tipos de vegetación y uso de suelo en el SA	143
Tabla 58 Especies de árboles encontradas en el interior del SA	146
Tabla 59 Especies de arbustos encontradas en el interior del SA	146
Tabla 60 Especies de herbáceas encontradas en el interior del SA	147

Tabla 61 definición de variables, estimadores no paramétricos.....	150
Tabla 62 Diseño de sitios de muestreo	151
Tabla 63 Coordenadas sitios de muestreo SA (UTM 13 WGS84)	151
Tabla 64 Número de especies por sitio estrato arbóreo (No paramétricos).....	158
Tabla 65 Sesgo y exactitud estrato arbóreo (no paramétricos).....	160
Tabla 66 Número de especies por sitio estrato arbustivo (No paramétricos).....	161
Tabla 67 Sesgo y exactitud estrato arbustivo (no paramétricos)	163
Tabla 68 Número de especies por sitio estrato de cactáceas (No paramétricos)	163
Tabla 69 Sesgo y exactitud estrato de cactáceas (no paramétricos).....	165
Tabla 70 Rangos de biodiversidad Shannon	166
Tabla 71 Valores de biodiversidad Shannon, árboles.....	166
Tabla 72 Valores de biodiversidad Shannon, arbustos	167
Tabla 73 Valores de biodiversidad Shannon, cactáceas	168
Tabla 74 Índice de valor de importancia, árboles.....	171
Tabla 75 Índice de valor de importancia, arbustos.....	171
Tabla 76 Índice de valor de importancia, herbáceas.....	172
Tabla 77 Listado potencial de aves en el SA	175
Tabla 78 Listado potencial anfibios y reptiles en el SA	176
Tabla 79 Listado potencial mastofauna en el SA	177
Tabla 80 Coordenadas sitios de muestreo de fauna.....	178
Tabla 81 Número de especies por sitio, aves SA	180
Tabla 82 Número de especies por sitio, herpetofauna SA.....	182
Tabla 83 Número de especies por sitio, mamíferos SA	185
Tabla 84 Índice de Shannon, aves SA	188
Tabla 85 Índice de Shannon, herpetofauna SA	189
Tabla 86 Índice de Shannon, mastofauna SA.....	190
Tabla 87 Valores absolutos.....	190
Tabla 88 Población potencial de observadores	191
Tabla 89 Impacto en el valor relativo del paisaje	192
Tabla 90 Calidad ambiental	192
Tabla 91 Número de habitantes en la cabecera municipal	196
Tabla 92 Población económicamente activa.....	196
Tabla 93 Población económicamente inactiva	197
Tabla 94 Escala utilizada para la calificación de los criterios básicos de evaluación	203
Tabla 95 Escala utilizada para la calificación de los criterios complementarios de evaluación	203
Tabla 96 Escala de valores de impacto.	206
Tabla 97 Criterios de significancia	209
Tabla 98 Valores de impacto obtenidos para factor ambiental y componente ambiental	210
Tabla 99 Ponderación relativa de los factores ambientales (1000 Ua).....	211
Tabla 100 Análisis del Medio	212
Tabla 101 Actividades del área del proyecto que generan impactos sobre los factores ambientales	216
Tabla 102 Suma de erosión hídrica y eólica en el área del proyecto.....	219
Tabla 103 Coordenadas de ubicación del polígono donde se harán las franjas de material vegetal muerto (WGS84, UTM R 13).....	221
Tabla 104 Resumen del balance hídrico en el área del proyecto	223

Tabla 105 Balance hídrico con reforestación	223
Tabla 106 Componente ambiental de la media A1.	230
Tabla 107 Componente ambiental de la media A2	230
Tabla 108 Componente ambiental de la media A3	231
Tabla 109 Componente ambiental de la media A4	231
Tabla 110 Componente ambiental de la media A5	231
Tabla 111 Componente ambiental de la media B1	232
Tabla 112 Componente ambiental de la media B2	232
Tabla 113 Componente ambiental de la media C1	232
Tabla 114 Componente ambiental de la media E1	233
Tabla 115 Componente ambiental de la media E2	233
Tabla 116 Componente ambiental de la media E3	234
Tabla 117 Componente ambiental de la media F1	234
Tabla 118 Componente ambiental de la media F2	234
Tabla 119 Componente ambiental de la media F3	235
Tabla 120 Componente ambiental de la media F3	235
Tabla 121 Componente ambiental de la media G1	236
Tabla 122 Componente ambiental de la media H1	236
Tabla 123 Componente ambiental de la media H2	236
Tabla 124 Cronograma de actividades	237
Tabla 125 Cronograma por etapas del proyecto	238
Tabla 126 árboles	241
Tabla 127 Arbustos	242
Tabla 128 Herbáceas	242
Tabla 129 Aves	242
Tabla 130 Herpetofauna	243
Tabla 131 Mamíferos	243

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Trazado del camino	9
Figura 2 Ubicación del área del proyecto	13
Figura 3 Tipos de vegetación presentes en el área del proyecto y en sus colindancias	17
Figura 4 Ubicación con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Durango	48
Figura 5 Ubicación con respecto a las ANP	65
Figura 6 Ubicación con respecto al sitio RAMSAR	66
Figura 7 Ubicación con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias	68
Figura 8 Ubicación con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias	69
Figura 9 Ubicación con respecto a las AICA's	73
Figura 10 Módulo para generar la delimitación del SA.	75
Figura 11 Unidades de clima dentro del SA	79
Figura 12 Grado de riesgo de presencia de ciclones tropicales en el SA	83
Figura 13 Zonas potenciales de deslizamiento de laderas	84
Figura 14 Grado de riesgo por granizo	85
Figura 15 Grado de riesgo por tormentas eléctricas en el SA	86

Figura 16 Grado de riesgo por sequía en el SA.....	87
Figura 17 Claves geológicas en el SA	89
Figura 18 Fallas y fracturas SA.....	90
Figura 19 Regionalización sísmica SA.....	91
Figura 20 Deslizamiento de laderas.....	92
Figura 21 Sistema de topoformas en el SA.....	93
Figura 22 Pendientes dentro del SA	95
Figura 23 Exposiciones dentro del SA	96
Figura 24 Degradación de los suelos (COLPOS, 2010)	104
Figura 25 Regiones del factor R (Cortés – Torres, 1991)	107
Figura 26 Ubicación de las isoyetas.....	108
Figura 27 Raster de precipitación	109
Figura 28 Raster del factor R	110
Figura 29 Raster del factor K	112
Figura 30 Raster del factor F	115
Figura 31 Raster factor M	116
Figura 32 Factor L.....	117
Figura 33 Raster factor S.....	118
Figura 34 Raster Factor LS.....	119
Figura 35 Erosión actual SA.	120
Figura 36 Raster factor C.....	123
Figura 37 Erosión actual en el SA.....	124
Figura 38 Raster PECRE	128
Figura 39 Raster IAVIE	129
Figura 40 Acuíferos en el área del SA	136
Figura 41 Vegetación y uso de suelo en el SA	145
Figura 42 Valor relativo del paisaje.....	192
Figura 43 Iconografía a utilizar para la identificación de los residuos	225

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

I.1 PROYECTO

Tabla 1 Datos generales del proyecto

No.	Nombre del propietario	Sup. (Ha) total de la propiedad	Sup. Sujeta del proyecto (Predio)	Régimen de propiedad	Tipo de documento legal	Municipio	Tipo de vegetación	Afectación	
1	Comisariado ejidal	7,793.286	5.2401	Ejidal	Carpeta Básica	Topia	VSaBQ	Permanente	Con Sellamiento

I.1.1 Nombre del proyecto

Manifiesto de Impacto Ambiental: Modalidad Particular para el proyecto denominado "Camino a Nivel 2 El Rosario", Municipio de Topia, Durango.

I.1.2 Ubicación del proyecto

El nuevo uso hace referencia a la construcción de un camino de terracería con la superficie de rodamiento de 3 metros de ancho, sin cunetas y compactada.

Este conectará al socavón del nivel 2 de la mina "El Rosario" con los caminos de terracería existentes (Figura 1), lo que permitirá realizar los trabajos de minería.

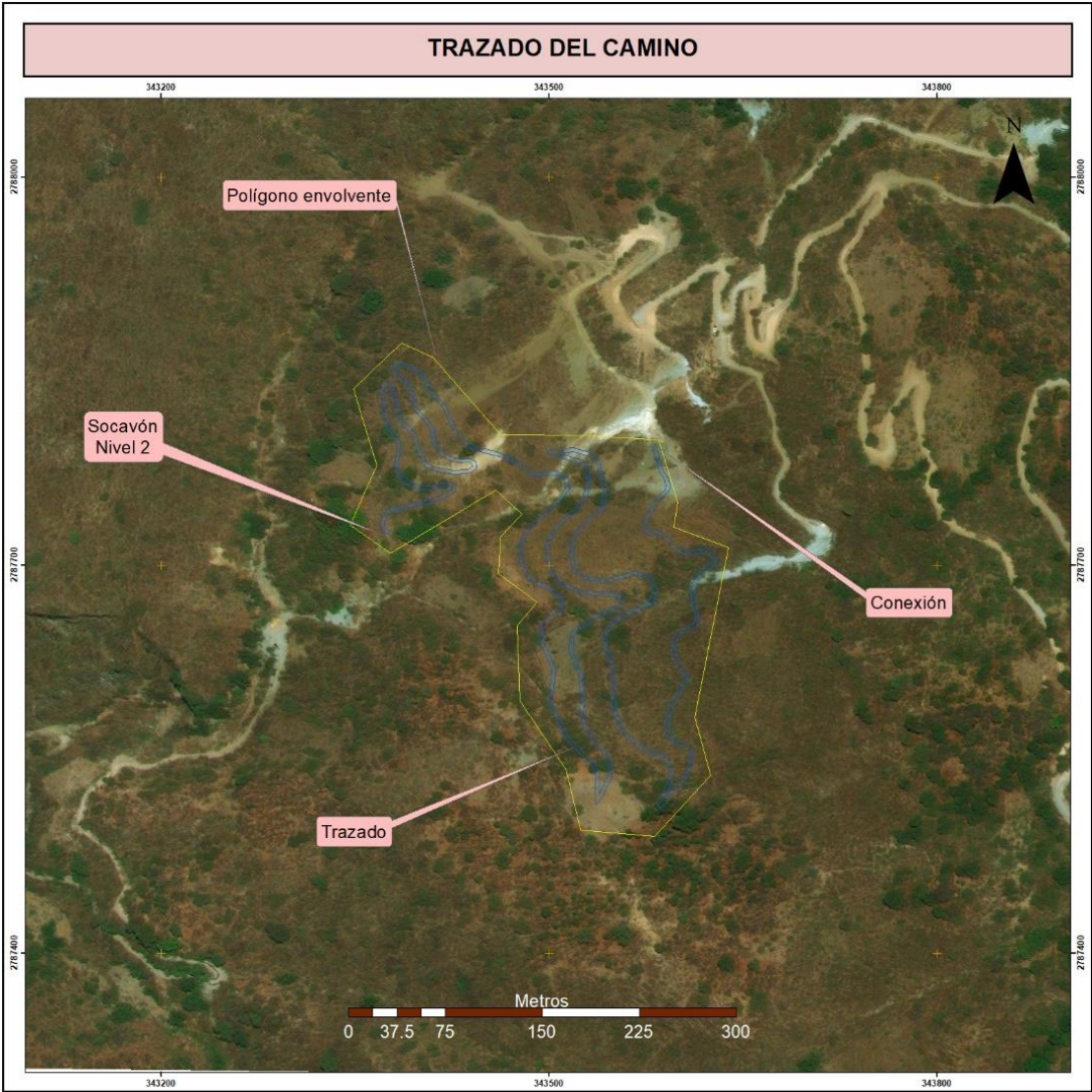


Figura 1 Trazado del camino

Tabla 2 Características del proyecto

Obra	Características
Camino	Longitud total 2,055.9817 metros. Ancho de superficie de rodamiento 3 metros. Superficie afectada 6,167.94 m²
Polígono envolvente	Superficie de afectación 52,401.268 m²

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Para la ejecución del proyecto denominado Camino a Nivel 2 "El Rosario", se solicita un plazo de 24 meses a partir de obtener la autorización correspondiente por parte de SEMARNAT.

Y la vida útil del proyecto será de 15 años.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

I.2 PROMOVENTE

I.2.1 Nombre o razón social

Minera Mexicana El Rosario S.A. de C.V.

I.2.2 Registro Federal del Contribuyente del promovente

RFC: MMR-980706-3P1

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

José Angél Armendariz Cereceres

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

COLONIA DEL MAESTRO, CALLE EVERARDO GÁMIZ #119

Código postal

Entidad federativa

Durango

Municipio o delegación

Durango

Teléfono(s)

01 (674) 86 2-06-53

I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto

I.3.1 Nombre o razón social

UNIDAD DE CONSERVACIÓN Y DESARROLLO FORESTAL INTEGRAL "TOPIA" S. C.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

UCD900424 FM7

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Nombre: Ing. Carlos Zapata Pérez.

RFC: ZAPC 600302 D33.

CURP: ZAPC600302HVZPRR09

Cedula Profesional: 1485126.

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

Complejo industrial Santiago

Colonia: Los Nogales.

Código postal: 36380.

Entidad federativa: DURANGO.

Municipio o delegación: SANTIAGO PAPASQUIARO.

Teléfono(s): 01 (674) 8620653.

Fax: 01 (674) 8620653

Correo electrónico: ucodefi@prodigy.net.mx

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1 Naturaleza del proyecto

La naturaleza para la ejecución de este proyecto se basa en la necesidad de contar con un camino de acceso para la extracción de minerales del socavón del nivel 2 de la mina "El Rosario".

La factibilidad para la ejecución del proyecto se basa en:

1. **Económico**, El desarrollo del proyecto minero tiene dentro de su presupuesto, la construcción de las obras auxiliares necesarias, dentro de las cuales se encuentra el camino de acceso al que se hace referencia, en consecuencia, se considera que la construcción cuenta con la factibilidad económica.
2. **Social**, El desarrollo del proyecto, pretende dar acceso al socavón del nivel 2 de la mina "El Rosario", este será un detonador de la actividad minera, lo que, a la par será un generador de empleos, de los cuales en su mayoría se obtienen de las poblaciones que rodean al proyecto, otorgando de este modo la factibilidad social del proyecto.
3. **Ambiental**, el polígono envolvente necesario para la ejecución del proyecto, pretende una afectación de 5.2401 hectáreas de VSaBQ, los terrenos presentan afectaciones previas para fines agrícolas, lo que representa terrenos degradados y sobre los cuales no se efectuaron medidas de conservación de suelo para evitar su deterioro y afectación no solo de la superficie afectada, sino también de los terrenos aguas abajo, en la ejecución del proyecto se tiene programado la ejecución de obras de conservación de suelos, con las que se retendría el suelo en el sitio evitando la afectación de otras áreas, así mismo se tiene contemplado ejecutar programas de reforestación y de rescate y reubicación de fauna silvestre, con todo esto se busca darle factibilidad ambiental para la construcción del proyecto.

La ejecución del proyecto será llevada en una sola etapa.

Las superficies de afectación del proyecto, se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3 Superficies del proyecto.

Obra	Superficie total del proyecto (ha)	Superficie del proyecto (ha)
Camino (a través del polígono envolvente)	5.2401	5.2401

II.1.2 Selección del Sitio

El área seleccionada para el cambio de uso de suelo es la de mayor viabilidad, esto en comparación de otras alternativas, los puntos a favor en comparación son:

- Menor longitud entre el punto inicial y final.
- No se cruzan cauces permanentes ni temporales.
- Los terrenos si bien son forestales, ya han sido afectados previamente para actividades agrícolas.
- Debido a su ubicación el costo económico es menor que cualquier otra alternativa.
- Se encuentra fuera de cualquier área natural protegida federal, estatal o municipal.
- Se encuentra fuera de cualquier Área de Interés para la Conservación de las Aves.
- Se encuentra fuera de cualquier Región Terrestre Prioritaria.
- Se encuentra fuera de cualquier sitio RAMSAR.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

Tabla 4 Ubicación del proyecto

No.	Nombre del propietario	Sup. (Ha) total de la propiedad	Sup. del proyecto	Régimen de propiedad	Tipo de documento legal	Municipio	Tipo de vegetación	Afectación	
1	Comisariado ejidal	7,793.286	5.2401	Ejidal	Carpeta Básica	Topia	VSaBQ	Permanente	Con Sellamiento

Se pretende la apertura de un camino de acceso para el nivel 2 de la mina el rosario, con una longitud de 2,055.981 metros, ancho de la franja de rodamiento de tres metros; para cumplir este objetivo se consideró necesario generar un polígono envolvente, esto se debe a que a las pendientes oscilan entre 35 y 100%, esto hace que al momento de construir el camino se generan afectaciones por "pateos" provocando una superficie mayor de afectación.



Figura 2 Ubicación del área del proyecto

En base a lo anterior es necesaria una superficie total de 5.2401 hectáreas, la que será sujeta a cambio de uso de suelo sobre un tipo de vegetación de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (VSaBQ), de acuerdo a la serie VI de vegetación del INEGI.

Tabla 5 Ubicación georreferenciada en coordenadas UTM polígono envolvente

Propietario	Polígono forestal	Vértice	X	Y	Tipo de vegetación	Superficie forestal
Ejido Topia	1	1	343377.26	2787709.45	VSaBPQ	5.2401 h
		2	343346.17	2787731.33		
		3	343366.81	2787776.91		
		4	343349.03	2787836.58		
		5	343385.73	2787871.83		
		6	343410.21	2787860.70		
		7	343462.72	2787800.80		
		8	343529.50	2787800.30		
		9	343584.85	2787796.82		
		10	343599.80	2787748.81		

Propietario	Polígono forestal	Vértice	X	Y	Tipo de vegetación	Superficie forestal
		11	343596.45	2787729.27		
		12	343638.70	2787713.83		
		13	343612.84	2787582.28		
		14	343624.95	2787537.65		
		15	343581.50	2787490.17		
		16	343524.70	2787495.26		
		17	343513.56	2787541.68		
		18	343477.34	2787594.86		
		19	343475.25	2787653.32		
		20	343490.57	2787671.26		
		21	343461.24	2787693.76		
		22	343462.64	2787722.32		
		23	343479.23	2787739.39		
		24	343459.08	2787757.91		
		25	343377.26	2787709.45		

II.1.4 Inversión requerida

a) *Reportar el importe total del capital total requerido (inversión + gasto de operación), para el proyecto.*

La inversión considerada para la realización de este proyecto se estima en \$5'061,535.00 (CINCO MILLONES SESENTA Y UN MIL QUINIENTOS TREINTA Y CINCO PESOS 00/100 M.N.), sin embargo, esta suma podría incrementarse con base en los requerimientos del proyecto.

b) *Precisar el período de recuperación del capital, justificándolo con la memoria de cálculo respectiva.*

A modo de comprobar que la ejecución del cambio de uso de suelo resulta económicamente más productiva a largo plazo en comparación si esta permanece en su estado actual se llevará a cabo la valoración de los servicios ambientales, a estos se les sumarán el valor de los recursos biológico forestales.

El resumen de los costos por servicio ambiental, se presenta en la tabla 6.

Tabla 6 Resumen de los costos por afectación por servicio ambiental

Servicio Ambiental	Costo de la afectación
Secuestro de Carbono	\$21,303.74
Hidrológicos	\$2,422.08
Biodiversidad	\$1,878.05
Protección y Recuperación de Suelos	\$19,021.56
TOTAL	\$44,625.43

Considerando que el proyecto tiene una vida útil de 15 años, se estima que en ese tiempo se dejarían de recibir por concepto de servicios ambientales un total de \$669,381.51 si no se aplicarán medidas de mitigación o compensación. El valor de los recursos biológico forestales se muestran en la tabla.

Tabla 7 Resumen de la estimación económica de los recursos biológicos

Componente	Costo de la afectación
Flora	\$12,864.00
Fauna	\$47,947.00
TOTAL	\$60,811.00

La suma de ambos valores, tabla, nos arroja el monto económico que el área tiene sin la ejecución del cambio de uso de suelo.

Tabla 8 Resumen de la estimación económica de los recursos biológicos

Componente	Costo de la afectación
Servicios ambientales	\$669,381.51
Recursos biológicos	\$60,811.00
TOTAL	\$730,192.51

Con el monto total estimado, se puede hacer una comparación contra el monto económico que se obtendrá con las actividades derivadas de la ejecución del cambio de uso de suelo, para esto se hará un estimado del mineral que podrá ser explotado una vez que el camino de acceso a la nueva área.

Se estima que diariamente podrán ser explotadas 60 toneladas de material de las cuales es factible obtener principalmente minerales como el oro, plata y zinc, una vez procesadas estas 60 toneladas se podrá obtener un promedio de \$33,444.43¹ pesos diarios, este monto es llevado a un mes posteriormente a un año y finalmente a los 15 años de vida útil del proyecto, tabla 9.

¹ Precio de los metales al día 19/06/2019

Tabla 9 Valor económico una vez ejecutado el proyecto.

Tiempo del valor	Costo de la afectación
Diario	\$33,444.43
Mensual	\$1,003,332.96
Anual	\$12,039,995.50
En la vida útil del proyecto	\$180,599,932.54

Se tienen estimados los montos bajo los dos escenarios posibles, el primero es si no se ejecuta el proyecto, el segundo es bajo el supuesto que este es ejecutado; haciendo la comparación entre ambos se tiene que el uso a largo plazo es 247.33 veces más productivo, esto representa un monto de \$179,869,740.03 pesos más obtenidos del área, si el cambio de uso de suelo es ejecutado.

De acuerdo a lo anterior se concluye que el uso es económicamente más productivo si el proyecto es ejecutado, por lo tanto, se cumple con este criterio de excepcionalidad enmarcado en la LGDFS.

c) Especificar los costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación

Con respecto a las medidas de mitigación o compensación ambiental, se estima que en el tiempo de vida útil, así como en el abandono del sitio, se erogaran aproximadamente \$2'000,000.00 (DOS MILLONES DE PESOS 00/100 M.N.). En un periodo aproximado a 5 años.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

a) Superficie total del polígono o polígonos del proyecto (en m²): 52,401.268 m²

b) Superficie a afectar (en m²) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio (selva, bosque, matorral, etc.). Indicar, para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto.

No.	Sup. del proyecto (has)	Sup. del proyecto (m2)	Tipo de	%
1	5.2401	52,401.268	VSaBQ	100%

c) Superficie (en m²) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto.

No.	Sup. del proyecto (has)	Sup. del proyecto (m2)	Afectación	%
1	5.2401	52,401.268	Permanente	100

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

De acuerdo a la información obtenida en campo, el área del proyecto se encuentra, en base a su composición florística, en una asociación de Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSa BQ).

Mediante los muestreos realizados y la observación directa en campo, se identificó que la vegetación corresponde, como ya se mencionó, a VSa BQ, de sucesión secundaria y en proceso de recuperación, las siguientes imágenes muestran las condiciones específicas del área



Figura 3 Tipos de vegetación presentes en el área del proyecto y en sus colindancias

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Para la realización del proyecto, no se requiere una infraestructura de servicios básicos (agua potable, energía eléctrica, drenaje, etc.) o servicios de apoyo (plantas de tratamiento de aguas residuales, líneas telefónicas, etc.). Todo esto debido a que la maquinaria y equipo utilizado, no requieren la construcción de la infraestructura antes mencionada.

En el área donde se desarrollaran las actividades se cuenta esta dentro de la zona de influencia de la cabecera municipal la cual es Topia y se tiene lo siguiente

- **Vías de acceso.**- Presenta vías principales de acceso al proyecto, así como caminos internos que conectan las diferentes áreas dentro del mismo.
- **Energía eléctrica.**- Los requerimientos de energía son cubiertos mediante una línea de distribución que provee la Comisión Federal de Electricidad.
- **Combustibles.**- Los combustibles a usar en el proyecto serán básicamente diesel, gasolina y gas L.P., para los vehículos y la maquinaria en las diferentes etapas del proyecto que así lo requieran.

Agua.- Los requerimientos de agua del proyecto, serán cubiertos por el agua de laboreo de las minas que actualmente opera la promovente, mismas que se ubican en sitios aledaños del proyecto.

- **Transporte.**- El servicio de transporte del personal a las instalaciones del proyecto se realizara mediante vehículos y camiones.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1 Programa General de Trabajo

Para la ejecución del proyecto denominado Camino a Nivel 2 "El Rosario", se solicita un plazo de 24 meses a partir de obtener la autorización correspondiente por parte de SEMARNAT.

Dicho proyecto se divide en distintas etapas en las cuales se incluye la preparación del sitio, construcción y por último operación y supervisión, para este capítulo abordaremos solamente aquellas etapas que hacen referencia al cambio de uso de suelo, mismas que se muestran en el siguiente cronograma.

Tabla 10 Cronograma de ejecución del proyecto

ACTIVIDADES A REALIZAR		Meses					
		AÑO 1			AÑO 2		
ETAPAS DE PREPARACIÓN DEL SITIO							
1	Ubicación del eje del camino						
2	Delimitación del ancho						
3	Desmonte y despalme						
MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN							
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Programa de rescate y reubicación de flora							
Programa de rescate de fauna							
Programa de conservación de suelos							

A continuación, se presenta la descripción de las acciones requeridas para la remoción de cobertura forestal y para la preparación del sitio; así como las indicadas en el programa general presentado en el Capítulo I del presente estudio referentes a las etapas de construcción y mantenimiento.

Forma de ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el cambio de uso del suelo consiste en la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales; por lo que el presente estudio conlleva la finalidad de obtener la autorización para realizar la remoción de vegetación forestal en 5.2401 hectáreas para el desarrollo del proyecto Camino a Nivel 2 "El Rosario".

Dado que la remoción de vegetación constituye una acción inherente e inevitable en la ejecución del proyecto mencionado, en el presente capítulo se presenta la descripción de las actividades que implican el cambio de uso de suelo, misma que aporta elementos los cuales se retomarán para el diseño de las medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales. Es importante mencionar que la remoción de la vegetación lleva implícito el compromiso de prevenir y mitigar los impactos ambientales sobre los recursos forestales.

Acorde con el capítulo I, donde se presentó la información relacionada con las actividades que se realizarán para el desarrollo del proyecto, desde las implicadas en la preparación del sitio hasta la construcción, en el presente apartado se abordarán las actividades propias que implican el cambio de uso del suelo en terrenos forestales: la remoción de vegetación o comúnmente referida como desmonte y el despalme; actividades que se desarrollan durante la etapa de preparación del sitio. Dichas actividades están consideradas dentro de la etapa de preparación del sitio que además incluye.

Actividades para el cambio de uso de suelo

La calendarización para cada uno de los programas que se ejecutan a la par con el cambio de uso de suelo se muestra a continuación.

Tabla 11 Cronograma de actividades programas complementarios

Actividad	Tiempo (Años)				
	1	2	3	4	5
Programa de rescate y reubicación de flora.					
Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.					

Actividad	Tiempo (Años)				
	1	2	3	4	5
Programa de conservación de suelos					

En las siguientes tablas, se calendarizan las actividades particularizando cada uno de los programas.

Tabla 12 Cronograma de ejecución del programa de rescate y reubicación de flora

Año 1												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rescate y reubicación de flora												
Monitoreo y mantenimiento												
Presentación de informes												
Año 2												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo y mantenimiento												
Presentación de informes												
Año 3												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo y mantenimiento												
Presentación de informes												
Año 4												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo y mantenimiento												
Presentación de informes												
Año 5												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo y mantenimiento												
Presentación de informes												

Tabla 13 Cronograma de ejecución del programa de conservación de suelos

Año 1												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Elaboración de obra												
Monitoreo y mantenimiento AMVM												
Reforestación												
Presentación de informes												
Año 2												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo y mantenimiento AMVM												

Reposición de planta muerta												
Riego de auxilio												
Presentación de informes												
Año 3												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo y mantenimiento AMVM												
Riego de auxilio												
Presentación de informes												
Año 4												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo y mantenimiento												
Riego de auxilio												
Presentación de informes												
Año 5												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo y mantenimiento AMVM												
Riego de auxilio												
Presentación de informes												

Tabla 14 Cronograma de ejecución del programa de rescate de fauna

Año 1												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rescate y reubicación de fauna												
Monitoreo y mantenimiento												
Presentación de informes												
Año 2												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo y mantenimiento												
Presentación de informes												
Año 3												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo y mantenimiento												
Presentación de informes												
Año 4												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo y mantenimiento												
Presentación de informes												
Año 5												
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo y mantenimiento												

[illegible]

II.2.2 Preparación del sitio

Ubicación del eje del camino: consiste en establecer bancos de nivel y ubicar los puntos centrales que forman el eje del camino por abrir; dicha actividad se realiza con la ayuda de equipo de topografía que servirá para determinar el eje y ancho del camino (área de rodamiento). Esta delimitación servirá además para evitar afectaciones a las áreas aledañas. Cuando las condiciones del terreno no permitan realizar una delimitación precisa, se realizará el marcaje de vegetación para identificar los ejemplares que serán removidos y así poder evitar afectaciones innecesarias a las áreas colindantes.

Aplicación del programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre

Previo al desmante se ejecutarán los programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, mediante la conformación de brigadas especializadas que harán recorridos sobre la superficie autorizada. En dichos recorridos se realizará el ahuyentamiento de ejemplares, la búsqueda de madrigueras y en su caso la captura y reubicación de los individuos de lento desplazamiento.

Para el caso de los ejemplares de flora, se realizará el rescate del listado de especies propuestas en el programa, las cuales fueron seleccionadas con base en una serie de atributos biológicos teniendo una atención especial en las especies con alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los individuos que se rescaten serán reubicados en sitios cercanos que presenten características de hábitat equivalentes, en las cuales se permitan su supervivencia.

Desmonte y despalde

El desmante es definido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) como “la remoción de vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de bancos, de canales y en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad [...] El desmante comprende:

- Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
- Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
- Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.

- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmonte al banco de desperdicios que indique el proyecto.

Las acciones de remoción de la vegetación darán inicio a partir de la obtención de la autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales; dichas acciones se llevarán a cabo de forma ordenada y programada, mediante un método lógico que permita que la fauna silvestre que aún utiliza el área, emigre en forma temporal hacia las áreas colindantes, en donde se identifican condiciones similares para su alimentación, percheo, descanso, refugio y/o reproducción.

Para las actividades de desmonte se utilizarán medios mecánicos como machetes, aunque en algunos casos se requerirá del uso de motosierras, y se irá avanzando de forma paulatina, de tal forma que, tras el frente de trabajo, el terreno quedará libre de vegetación forestal para dar paso a las actividades de despalde. En ningún caso se hará uso de fuego o productos químicos para realizar la remoción de la vegetación.

Una vez realizada la remoción de vegetación, se procederá al retiro de cualquier elemento que pueda interferir en el despalde y construcción, este material será triturado y esparcido en las áreas destinadas para la revegetación a fin de evitar la erosión de los suelos. Así mismo, los materiales derivados de la limpieza del área deberán ser dispuestos acorde a sus características, a fin de evitar que se conviertan en elementos de obstrucción o en desechos.

El despalde es definido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)ⁱⁱ como "la remoción de material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable". La capa superficial del suelo se encuentra constituida por tierra vegetal y, por sus características, es inadecuada para la construcción, por su alto contenido de materia orgánica; sin embargo, este material es ideal para utilizarlo en actividades de restauración. Cabe destacar que esta actividad se llevará a cabo después del desmonte.

El despalde se llevará a cabo únicamente en el área donde se realizó el desmonte sobre el ancho del camino y en caso de ser necesario, sobre el polígono envolvente, lo cual garantiza que no habrá afectaciones a los sitios aledaños. Ahora bien, durante esta actividad será removida la capa orgánica del suelo; material que será colocado a un costado de las áreas de rodamiento.

II.2.3 Construcción de obras mineras

Otros. Dimensiones, especificar en qué consisten, aportar la información que se considere pertinente

Se pretende la apertura de un camino de acceso para el nivel 2 de la mina el rosario, con una longitud de 2,055.9817 metros, ancho de la franja de rodamiento de tres metros; para cumplir este objetivo se consideró necesario generar un polígono envolvente, esto se debe a que a las pendientes oscilan entre 35 y 100%, esto hace que al momento de construir el camino se generan afectaciones por "pateos" provocando una superficie mayor de afectación

Para llevar a cabo esta actividad se usará maquinaria pesada que permita realizar el movimiento de suelos, entre las que se pueden mencionar:

- Buldócer, CAT D6 D7 o similar.
- Motoniveladora.
- Excavadora tipo CAT 320 y/o 330 o similar.
- Camión Volcador de 12 m³.
- Cargadora sobre neumáticos CAT 950 o similar.

La remoción de suelo orgánico se llevará a cabo de forma gradual, por lo que será contemplado el avance de la remoción de vegetación, esto es que, aquellas áreas donde se haya finalizado el desmonte, se podrán iniciar las actividades de despalle.

II.2.4 Construcción de obras asociadas o provisionales

No se prevé ninguna obra asociada, ya que se cuenta con toda la infraestructura necesaria para desarrollar este proyecto.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Este Camino será supervisado y avalado por la misma mina denominada el Rosario, cuyo departamento de ingeniería será quien determine los lineamientos operativos que rigen los trabajos de esta naturaleza.

Operación restauración

Actividades para la re-nivelación

En obras de drenaje: Limpieza de superficies de rodamiento

Reparación de obras de drenaje

En el derecho de vía: Desmonte y chapeo

Actividades diversas de mantenimiento en: Acotamientos, taludes, en caso de derrumbe, deslaves y desviaciones.

Las principales actividades de mantenimiento que deben realizarse en la trayectoria del proyecto son: Inspección mayor.- deberá realizarse cuando menos una vez al año a lo largo de toda la obra, revisándose a detalle cada elemento componente sobre los factores externos susceptibles de ocasionar deterioro.

Inspección menor.- podrán realizarse hasta dos inspecciones menores por año, en el cual debe hacerse el recorrido totalmente a pie para determinar problemas en el proyecto.

II.2.6 Etapa de abandono de sitio (post-operación)

Es importante resaltar que de acuerdo a la vida útil del proyecto la cual es de 15 años, en caso de ser necesario se dará el mantenimiento y/o adecuaciones para la extensión de la vida útil del mismo.

En caso de concluir la vida útil del proyecto, se abandonara y así se promoverá el restablecimiento gradual de vegetación nativa en las zonas más afectadas (a través de siembra de pastos y reforestación) y los terrenos se reincorporaran a su uso original.

II.2.7 Utilización de explosivos

No se utilizarán explosivos.

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

Los residuos generados en este proyecto serán mínimos, principalmente residuos domésticos, fisiológicos, ruido y emisiones a la atmósfera provocados por el equipo utilizado, estos están por debajo de los niveles permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-1999 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de escape de vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina y diesel como combustible.

Depósitos municipales Los materiales que no son susceptibles de aprovechamiento y/o reutilización se destinaran al depósito municipal de Topia, siempre observando las normas que para el caso existan.

Rellenos sanitarios No se requerirá de rellenos sanitarios ya que los residuos sólidos no reutilizables serán depositados en los basureros municipales. Se utilizaran instalaciones provisionales (letrinas portátiles), a las cuales se les dará mantenimiento una compañía autorizada y con capacidad para manejar las aguas residuales.

Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera En lo referente a la emisión de gases serán únicamente los que generen vehículos y maquinaria utilizados; dichas emisiones se mantendrán por debajo de los niveles máximos

permisibles establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible. Las emisiones de ruido serán únicamente las que generen los vehículos y la maquinaria utilizados, los cuales estarán por debajo de los límites máximos permisibles de acuerdo con los parámetros estipulados en la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores y su método de medición.

Medidas de seguridad Como medidas de seguridad para prever cualquier accidente, emergencia o contingencia ambiental que se llegaran a presentar durante la operación de este proyecto; se recomienda que se utilicen los equipos de seguridad y capacitación necesaria.

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

Para el manejo de las emisoras atmosféricas, como lo son el humo, ruido y vapor de agua, no se dispone de infraestructura específica, no obstante que su efecto a mitigar mediante la colocación de aditamentos complementarios a los equipos automotrices además de brindar un mantenimiento preventivo, oportuno a los mismos, lo cual ayudará a mejorar los procesos de combustión interna y reducir la cantidad de estas emisiones.

Referente al caso de las emisiones atmosféricas que contienen orgánicos volátiles como son las partículas de polvo, no se cuenta con dispositivos especiales para su manejo, por lo que una medida que se propone instrumentar para reducir la cantidad de estas partículas generadas, es realizando los trabajos de remoción de vegetación y preparación del terreno preferentemente por la mañana, evitando, en la medida de las posibilidades, operar durante las horas del día en las que exista una mayor turbulencia atmosférica.

II.2.10 Otras fuentes de daños

Durante la etapa de preparación y construcción del sitio no se prevén más daños que los mencionados, mientras que para la etapa de operación y mantenimiento se atenderá a lo descrito.

El artículo 17 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, establece de manera clara y contundente que aquellos estudios de riesgos que se presenten con las manifestaciones de impacto ambiental, evaluados por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, serán para proyectos nuevos, que no es el caso del presente proyecto.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

Por lo anterior a continuación se desarrollará el análisis vinculatorio de las disposiciones de dichos ordenamientos jurídicos, en materia de conservación de la biodiversidad, aseguramiento de la calidad y disponibilidad del agua, así como la preservación del suelo con el presente proyecto.

III.1 LEYES Y REGLAMENTOS

El sistema jurídico mexicano está conformado por la Constitución Política, Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de normas oficiales mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales se determinan métodos.

En materia ambiental, el artículo 27 Constitucional establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

Asimismo, el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece que la regulación ambiental de los asentamientos humanos deberá comprender el conjunto de normas, disposiciones y medidas de desarrollo urbano y vivienda que determinen llevar a cabo el Ejecutivo del Estado y los municipios, con objeto de mantener, mejorar y restaurar el equilibrio de los propios asentamientos humanos con la naturaleza, a fin de propiciar una mejor calidad de vida de la población.

En ese sentido la citada Ley prevé un procedimiento de impacto ambiental a través del cual se establecen 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 los efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las obras o actividades listadas en dicho ordenamiento, como lo es en el presente caso, el cambio de uso de suelo, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

Para la elaboración del presente capítulo se han revisado los documentos relativos a las Leyes y Reglamentos, Federales y Estatales, en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente, así como los planes federales,

estatal y municipal de desarrollo urbano y demás instrumentos de política ambiental aplicables o de interés para la región de estudio.

El proyecto se encuentra regulado ambiental y territorialmente por diversas legislaciones y ordenamientos, por lo que en relación a dichos instrumentos normativos que se vinculan con el desarrollo del proyecto podemos encontrar:

1. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (LGEEPA)*
2. *Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.*
3. *Ley General de Vida Silvestre.*
4. *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.*
5. *Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable.*
6. *Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento*
7. *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.*

De igual manera resultan aplicable los siguientes instrumentos normativos:

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 de Durango

Programas de Ordenamientos Ecológicos

Y finalmente:

Normas Oficiales Mexicanas.

Área Natural Protegida.

III.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (LGEEPA)

Dentro de esta Ley se establecen las bases para el ejercicio de las facultades que, respecto a materia ambiental, corresponde a la Federación, los estados, el Distrito Federal, así como los municipios, con relación al principio de concurrencia que establece nuestra Carta Magna en el artículo 73 fracción XXIX-G. En este sentido, cabe mencionar que la presente ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución, además esta ley contiene las disposiciones que regulan la preservación, restauración, aprovechamiento y desarrollo sustentable del medio ambiente y sus recursos naturales.

Su artículo 15, como parte de los principios dispuestos para el Ejecutivo Federal por medio de la SEMARNAT, señala el concepto de los ecosistemas, definiéndolo como patrimonio común de la sociedad, y de su equilibrio dependen la

vida y las posibilidades productivas del país; además, dispone que los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad, este precepto se encuentra vinculado con el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que señala detalladamente el objetivo de excepcionalidad de la autorización del Cambio de Uso de Suelo Forestal.

Igualmente, en su artículo 28 hace referencia a las actividades u obras de las cuales pudiera surgir un desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones dispuestas en la legislación aplicable 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 lo cual, se requiere la autorización previa en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT, respecto a esto, el artículo en comento dispone 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"*. Debido a lo anterior, se ingresó a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), de la SEMARNAT, la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular (MIA-P), respecto de la cual se encuentra en evaluación y en espera de una resolución favorable, por lo que se puede deducir que se está en total apego al cumplimiento de todos y cada uno de los preceptos jurídicos aplicables, debido a que, por medio de esta manifestación se detectaron, evaluaron y describieron los impactos ambientales (especialmente los de tipo significativo) que potencialmente podría ocasionar el proyecto.

En el mismo artículo la fracción VII, hace alusión a cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas, para efectos del Estudio Técnico Justificativo se identifica vegetación forestal conformada por Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino, en este sentido, dichas áreas forestales requieren de manera previa a su ejecución de la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, motivo por el cual, dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental Particular (MIA-P), se incluye la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) que pudiera surgir debido al proyecto.

III.1.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)

.

Con respecto a este instrumento jurídico, en su artículo 5 señala las diversas obras y actividades que deberán ser sujetas a la autorización por parte de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, en este sentido, en relación al área del proyecto propuesto, le aplican las obras y actividades señaladas en los incisos "K" Fracción II, y "O" de este artículo; el primero porque trata de las actividades referentes a la Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución, y el segundo debido a que este inciso es referente al cambio de uso del suelo de áreas forestales así como en selvas y zonas áridas, al respecto, para la construcción de este proyecto, será necesario la remoción de 5.2401 ha de una cubierta vegetal forestal conformada por la asociación vegetal VSa BQ, por esta razón y para estar en apego a las disposiciones aplicables, se desarrolló la evaluación del impacto ambiental derivado de las obras del proyecto y el que pudiera ocasionarse debido al Cambio de Uso de Suelo. Siguiendo la misma línea, en relación al artículo 30 de la LGEEPA y al 14 de su Reglamento, el cual dispone 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 al proyecto, por lo que en atención a lo establecido por el artículo 11 del REIA, se debió presentar dicha manifestación para el proyecto en cuestión.

III.1.3 Ley General de Vida Silvestre.

Cabe la posibilidad de que al otorgarse la autorización para el Cambio de Uso de Suelo de "el proyecto", podrían generarse alteraciones parciales a la fauna silvestre, así como a las comunidades vegetales establecidas en esta superficie, debido al cambio de uso de suelo que se pretende realizar en una determinada zona, se precisaron las siguientes consideraciones:

Antes de proseguir con el presente análisis, resulta prudente entender el término de "*comprometer a la biodiversidad*"; la primera palabra viene del verbo "Comprometer", el cual puede ser entendido como: 2. Exponer o poner a riesgo a alguien o algo en una acción o caso aventurado. 4. Prnl. Contraer un compromiso. (RAE², 2001), ahora bien, la palabra segunda proviene del sustantivo común *biodiversidad*. De acuerdo a lo anterior, considerando el primer significado de "comprometer", se entiende que "comprometer a la biodiversidad" es sinónimo de ponerla en riesgo, para poder entender cómo se pone en riesgo a la biodiversidad, es de vital importancia definir a la "biodiversidad", para tal efecto, la CONABIO establece la siguiente definición: "*La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este*

² RAE, 2001. Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española. 22ª Ed. México.

*concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes*³, derivado de lo anterior, se entiende que poner en riesgo o comprometer a la biodiversidad de una región determinada, significa la afectación definitiva e irreversible a la organización biológica de un bioma, afectando de esta manera su variabilidad ecosistémica y genética, además de los paisajes y procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de los genes.

Podemos detectar tres atributos en cada uno de los niveles (desde genes hasta paisajes o regiones), éstos son la composición, estructura y función; entendiéndose la composición como la identidad y variedad de los elementos (qué especies están presentes y cuántas hay); la estructura como la organización física o el patrón del sistema (abundancia relativa de los ecosistemas, abundancia relativa de las especies, grado de conectividad, etc.); por último, la función se entiende como los procesos ecológicos y evolutivos (tales como la competencia, depredación, parasitismo, polinización, dispersión, perturbaciones naturales, simbiosis, ciclo de nutrientes, etc.).

Derivado de lo anterior, para poder llegar a "comprometer a la biodiversidad", es fundamental poner en riesgo la viabilidad de las especies, su variabilidad genética, la integridad y funcionalidad de los ecosistemas, de los paisajes y de las regiones, además de los procesos ecológicos y evolutivos.

Es importante mencionar que, como consecuencia de la trama característica de la estructura y función de los niveles de la biodiversidad, así como al desenlace del peculiar "efecto dominó", derivado de las perturbaciones originadas sobre estos niveles, es que la alteración a cada uno de éstos puede influir en los demás.

En este contexto, el artículo 2 de la fracción VIII del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre define el concepto de "especie" como la unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, que comparten rasgos morfológicos, fisiológicos y conductuales.

De la anterior definición se desprende que: "individuo" y "especie" no es lo mismo, puesto que un individuo pertenece a una especie, por lo tanto, la especie se refiere a un conjunto de individuos (población). Por lo tanto, para afectar a una especie, es decir, que ésta reciba un efecto negativo que comprometa su viabilidad, significa que habría que incurrir en alguna o varias de las siguientes consideraciones:

³ http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es.html

Eliminar en una proporción y forma tal a cierto número de individuos de una especie (subpoblación), que se propicie la afectación de su equilibrio poblacional, de lo cual se derive una alteración sobre su crecimiento poblacional, entendiéndose "crecimiento poblacional" como el cambio de población con relación al tiempo, lo anterior con motivo de la interacción entre la resistencia ambiental y el potencial biótico. En este contexto, se deduce que la resistencia ambiental puede ser entendida como un sistema con una retroalimentación negativa, el cual favorece la conservación de cierto equilibrio dentro de la población.

Luego entonces, se entiende que para poder decir que "se compromete" o "se pone en riesgo a la biodiversidad", es necesario que la afectación a la especie cause un desequilibrio a la población, ya que uno de los eslabones de la trama que sustenta la integridad y la funcionalidad de los ecosistemas se rompería, y esto al pasar el tiempo, tendría como resultado, ciertas alteraciones que se irían haciendo notorias a través de los patrones de la biodiversidad del área afectada.

- a) Favorecer alteraciones en la estructura abiótica de los ecosistemas con incidencia en el sostenimiento de las condiciones ecofisiológicas que mantienen a la biota en las condiciones presentes.
- b) Propiciar las afectaciones negativas en las poblaciones que se incidan, con respecto a su capacidad reproductiva, debido a alteraciones en su genoma o por reducir las tasas de reclutamiento a niveles que no logren compensar las pérdidas naturales (mortalidad).
- c) Se considera que la incidencia sobre poblaciones que se encuentran en estatus de riesgo, podrá generar afectaciones negativas respecto a sus índices de equilibrio, lo cual conlleva el aceleramiento de procesos que puedan "comprometer a la biodiversidad", lo anterior, se deriva del hecho de que la viabilidad de una especie se encuentre en riesgo, ya conlleva un desequilibrio en su población, lo cual podría incrementarse y/o acelerarse con la sumatoria de una afectación más.

III.1.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Para poder dar inicio a este análisis, es fundamental hacer referencia a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), en razón de que este instrumento jurídico funge como la ley sustantiva reguladora del trámite para la expedición de la autorización de cambio de uso de suelo, misma que se solicita. En ese sentido, es importante mencionar que esta ley establece dentro de su artículo 93: *"La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales*

demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal."

Consecuentemente, se entiende que el carácter de la autorización para la remoción de la vegetación forestal es excepcional, en razón de que para que la autoridad competente la otorgue, el promovente deberá evidenciar el total cumplimiento de los cuatro supuestos a que se refiere el artículo 93 de la LGDFS, por tal motivo es que el análisis vinculatorio de este

capítulo estará dirigido a brindarle a la autoridad las evidencias de que, con el acatamiento de las disposiciones de las leyes sustantivas, complementarias y supletorias, así como las normas aplicables, todas ellas comprendidas en la legislación, es factible estimar que el carácter de excepción para el otorgamiento de la autorización solicitada para el cambio de uso de suelo de la superficie en la que se establecerá el proyecto, es satisfecho totalmente en los cuatro criterios que establece el artículo antes mencionado.

Con motivo de la trascendencia de los cuatro criterios que fundamentan el carácter de excepción de la autorización del cambio de uso de suelo, la cual se solicita mediante este documento, es de vital importancia que se consideren las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y los reglamentos de todos estos instrumentos jurídicos, así como, las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Consecuentemente, a continuación, se desarrollará el análisis vinculatorio de las disposiciones de dichos ordenamientos jurídicos, en materia de conservación de la biodiversidad, aseguramiento de la calidad y disponibilidad del agua, así como la preservación del suelo con el presente proyecto.

Dado que el proyecto contempla un Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, este ordenamiento jurídico señala que también deberá presentarse un estudio técnico justificativo, con toda la información estipulada en su artículo 121. Además, señala los plazos y términos en que la autoridad deberá dar respuesta sobre la solicitud.

Tabla 15 Vinculación del RLGDFS

Disposición	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento y su cumplimiento
Artículo 10, fracción XXX. <i>Son atributos de la Federación:</i> XXX. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso de suelo forestal.	Cumplimiento con el proyecto: La solicitud de la presente autorización se gestiona ante una dependencia del Poder Ejecutivo Federal, en total cumplimiento a la facultad que establece el presente artículo. Con la finalidad de poder otorgar a la autoridad federal competente las evidencias que constaten la demostración de que los criterios de excepcionalidad de la solicitud de autorización del proyecto se cumplen, dado que no se compromete la biodiversidad de la microcuenca en donde pretende realizarse del proyecto, en virtud de que no se modifican los valores de calidad y de captación del agua, los índices de diversidad para vegetación y para fauna no registran alteración alguna, y por último, no se provocan alteraciones en los índices de erosión de suelo, todo lo anterior se puntualiza en el tiempo cero o tiempo antes del inicio del proyecto. Es importante resaltar que en el SA, no se generarán alteraciones significativas respecto del uso productivo del tipo de vegetación a afectar.
Artículo 14, fracción XI <i>La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones:</i> XI. Expedir, por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.	Cumplimiento con el proyecto: En estricta observancia a lo establecido por el precepto que se analiza, es necesario presentar la promoción de la autorización del CUSTF ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Delegación Federal en la entidad federativa de Durango, como dependencia del Poder Ejecutivo Federal. Con motivo del nivel y alcance del compromiso del Promoviente, para dar soporte a la decisión de la autorización.
Artículo 32, fracción I <i>Son criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola, los siguientes:</i> I. Orientarse hacia el mejoramiento ambiental del territorio nacional a través de la gestión de las actividades forestales, para que contribuyan a la manutención del capital genético y la biodiversidad, la calidad del entorno de los centros de población y vías de comunicación y que del mismo modo, conlleve la defensa de los suelos y cursos de agua, la disminución de la contaminación y la ..."	Cumplimiento con el proyecto: Para la construcción del proyecto será necesaria la remoción de vegetación forestal en un área de 5.2401 ha, lo cual pudiera representar una operación con una dirección totalmente contraria a lo dispuesto por el artículo previo, sin embargo, cabe destacar que se demostró a través de la evaluación del impacto ambiental que pudiera surgir con el área del proyecto que se solicita; esta actividad no alcanzará los niveles de significancia señalados por la LGEEPA.
Artículo 32, fracción VI <i>La utilización del suelo forestal debe hacerse de manera que éste mantenga su integridad física y su capacidad productiva, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación.</i>	Cumplimiento con el proyecto: Resulta innegable que el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales realizado de una forma descontrolada o sin adquirir compromiso alguno respecto de la ejecución de medidas de mitigación y compensación paralelas a sus efectos, puede generar afectaciones significativas con respecto a la integridad física del suelo, así como su capacidad productiva, lo cual trae como resultado un incremento de los efectos negativos en relación a los procesos de degradación y/o de las tasas de erodabilidad. En este sentido, para construcción "del proyecto", será necesaria la remoción de vegetación forestal de una superficie de 5.2401 ha, sin embargo, para efecto de contrarrestar los efectos que se pudieran generar, se proponen una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación; con la evaluación del impacto ambiental que podría ocasionar el proyecto se evidenció que tal actividad no alcanzará los niveles de significancia que señala la Ley aplicable (LGEEPA), de la misma manera.
Artículo 32, fracción VII <i>Promover el manejo forestal regional y el manejo forestal comunitario, considerando propósitos de conservación, restauración y producción.</i>	Cumplimiento con el proyecto: Se puede apreciar que la presente disposición se satisface desde el momento en el que el estudio del efecto, se orienta hacia el contexto del sistema ambiental SA. Este análisis hace referencia a la uniformidad y continuidad de la distribución natural de una cubierta conformada, según la clasificación de la serie VI de INEGI.

Disposición	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento y su cumplimiento
Artículo 32, fracción VIII <i>La captación, protección y conservación de los recursos hídricos y la capacidad de recarga de los acuíferos.</i>	Cumplimiento con el proyecto: Con respecto a el SA, el área del proyecto donde se pretende aplicar en un área de 5.2401 hectáreas, lo cual representa apenas el 0.11% de la superficie del SA, lo anterior se puede corroborar. Por otro lado, en relación a la superficie sometida del proyecto, la capacidad de recarga del acuífero registra un balance hidrológico caracterizado por recibir un volumen de lluvia de 87,583.98 m³/año, de esta cantidad, se tiene un volumen de escurrimiento de 37,684.73 m³/año. Se estima que aproximadamente 14,976.36 m³/año, se infiltran a los mantos acuíferos de la zona, participando eventualmente en el ciclo de recarga y/o en su aprovechamiento por los ecosistemas.
Artículo 32, fracción IX <i>La contribución a la fijación de carbono.</i>	Cumplimiento con el proyecto: Es una realidad que la remoción de vegetación forestal podría ocasionar un efecto contrario a lo que estipula el artículo en comento, sin embargo, dado que se realizarán medidas emparejadas de compensación forestal, se cumple con lo dispuesto, por este artículo, en tanto que, como se ha mencionado, es mayor la proporción de superficie a compensar que la que será afectada.
Artículo 32, fracción X La conservación, prevención y combate a la extracción ilegal de la biodiversidad de los ecosistemas forestales.	Cumplimiento con el proyecto: En el presente documento se precisan las medidas preventivas, correctivas y de mitigación de las afectaciones que pudieran surgir con la remoción de la vegetación forestal. Asimismo, cabe mencionar que la diversidad vegetal no se verá afectada y sus indicadores mantendrán el estatus que caracteriza al ecosistema forestal, sobretodo, tomando en cuenta las acciones de reforestación y finalmente, los indicadores respecto a la diversidad faunística permanecerán sin modificación.
Artículo 32, fracción XI <i>La conservación prioritaria de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.</i>	Cumplimiento con el proyecto: Se detallan las especies y el número de ellas que se registraron durante el muestreo y con base en ellas se diseñó el programa de rescate de flora y fauna susceptibles a ser rescatadas, considerando su estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Artículo 93 <i>La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.</i>	No obstante que lo estipulado por el artículo en comento está dirigido a la autoridad, éste es considerado por el promovente como elemento crítico "del proyecto", debido a que está comprometido a que en cada uno de los capítulos que lo constituyen, brindará las evidencias necesarias a fin de que la autoridad pueda emitir su resolución excepcional y favorable, como resultado de encontrar que, al autorizar el cambio de uso de suelo solicitado: — No se provocará la erosión de los suelos, — No se compromete la biodiversidad del área del proyecto, — No se favorecerá el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, y — Los usos alternativos del suelo propuestos son más productivos a largo plazo. Aunado a lo anterior, los indicadores de diversidad faunística y de vegetación prácticamente no se modificarán, en caso de autorizarse el área del proyecto solicitado.

III.1.6 Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

Debido a que no se incide sobre ningún cuerpo de agua, ni tampoco sobre algún área identificada como zona de recarga de los mantos acuíferos con la remoción de la vegetación que se pretende realizar en el proyecto, el vínculo existente con lo dispuesto por la LAN es de tipo indirecto, no obstante, para dar cumplimiento a lo establecido sobre prevención y control de la contaminación de las aguas que señala esta Ley en el Título Séptimo, es que es importante mencionar que a lo largo de la ejecución del cambio de uso de suelo, se generarán aguas residuales derivadas de los

servicios sanitarios portátiles que se establecerán en atención a las necesidades de los empleados encargados de realizar el trabajo de remoción de la vegetación, para lo cual se tendrá contratada una empresa que hará limpieza, recolección y disposición de los residuos generados en dichos sanitarios. Con respecto a lo anterior, se estará en apego a lo dispuesto por la LAN y su Reglamento.

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

Las disposiciones contenidas en este ordenamiento jurídico son de orden público e interés social y obedecen al hecho de salvaguardar el derecho que tiene todo gobernado al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable, por medio de la prevención de la generación, la valorización, así como la gestión integral de los residuos peligrosos de los residuos sólidos urbanos y de los residuos de manejo especial, aunado a esto, tiene el objetivo de prevenir la contaminación en sitios con estos residuos y desarrollar su remediación.

Por lo anterior, se aprecia que esta ley es reglamentaria de nuestra constitución política en relación a los preceptos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión ambiental de residuos en México.

Tabla 16 Artículos de la LGPGIR

Disposición	LGPGIR
Artículo 40 <i>Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.</i> <i>En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.</i>	Con respecto a este precepto, sólo se generará un residuo de tipo peligroso durante la ejecución de la remoción de la vegetación, y éste consiste en las pequeñas porciones de aceites gastados, derivados de motores de combustión interna de los vehículos que, por causas de fuerza mayor, no logren realizar el cambio de su lubricante en un lugar especializado. Con motivo de estar en condiciones de poder garantizar un correcto manejo de estos residuos, se dispondrá de los servicios de una empresa que cuente con la autorización de la SEMARNAT para hacer la recolección, traslado y por último llevar al sitio de disposición final a estos residuos, a fin de evitar riesgos a los ecosistemas, así como a la salud, en apego a lo establecido por este artículo.
Artículo 41 <i>Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.</i>	Como se ha manifestado en el apartado anterior, sólo se generará un residuo de tipo peligroso durante la ejecución de la remoción de la vegetación, y éste consiste en las pequeñas porciones de aceites gastados, derivados de motores de

Disposición	LGPGIR
	combustión interna de los vehículos que, por causas de fuerza mayor, no logren realizar el cambio de su lubricante en un lugar especializado. Con motivo de estar en condiciones de poder garantizar un correcto manejo de estos residuos, se dispondrá de los servicios de una empresa que cuente con la autorización de la SEMARNAT para hacer la recolección, traslado y por último llevar al sitio de disposición final a estos residuos, a fin de evitar riesgos a los ecosistemas, así como a la salud, en apego a lo establecido por este artículo.
Artículo 42 <i>Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta Dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</i>	Con respecto a lo anterior, se tiene prevista la contratación de una empresa especializada en el manejo adecuado de estos residuos, esta empresa deberá contar con la autorización de la SEMARNAT para realizar la recolección, traslado, y por último llevar al sitio de disposición final estos residuos, a fin de evitar riesgos a los ecosistemas, así como a la salud, en apego a lo establecido por este artículo
Artículo 43 <i>Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven</i>	El promovente solicitará a la empresa que se contrate para estos efectos, que exhiba la autorización que le fue concedida por la SEMARNAT para ejecutar las actividades de recolección, manejo y traslado de los residuos peligrosos que pudieran generarse durante los trabajos de remoción de a vegetación.
Artículo 67 <i>En materia de residuos peligrosos, está prohibido: el almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras.</i>	Se estará en total apego a lo dispuesto por este artículo, en virtud de que no se estima el almacenamiento de estos residuos, de hecho, se prevé que estos residuos (aceites de lubricantes usados) no se conservarán en el sitio de trabajo por más de un mes.

III.2 INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN

Los siguientes párrafos se hace referencia a los instrumentos y ordenamiento del territorio aplicables al área donde se pretende llevar a cabo el proyecto.

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

El proyecto que se evalúa en esta ocasión en el estado de Durango, se vincula al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 en algunos de sus objetivos y estrategias:

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 de fecha 30 de abril de 2019 es un documento de trabajo que rige la programación y presupuesto de toda la Administración Pública Federal. Ha sido concebido como un canal de comunicación del Gobierno de la República, que transmite a toda la ciudadanía de una manera clara, concisa y medible la visión y estrategia de gobierno de la presente administración. Considera que la tarea del desarrollo y del crecimiento corresponde a todos los actores, todos los sectores y todas las personas del país. El Plan expone la ruta que el Gobierno de la República se ha trazado para contribuir de manera más eficaz, a lograr que México alcance su máximo potencial. Para lograr esto, se establecen los siguientes ejes transversales:

1. Igualdad de género, no discriminación e inclusión.
2. Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública.
3. Territorio y desarrollo sostenible.

También se establecen tres ejes generales:

- i. Justicia y Estado de Derecho.
- ii. Bienestar.
- iii. Desarrollo económico.

En el Plan Nacional de Desarrollo se establecen las estrategias y líneas de acción para una nueva y moderna política de fomento económico, particularmente en aquellos sectores estratégicos que tengan capacidad para generar empleo, que puedan competir exitosamente en el exterior, que democratizen la productividad entre sectores económicos y regiones geográficas, y que generen alto valor a través de su integración con cadenas productivas locales.

Eje transversal "Territorio y desarrollo y sostenible"

El eje transversal 3 parte de un diagnóstico general donde se reconoce que toda acción que se toma en el presente incide en las capacidades de las generaciones futuras y que toda política pública actúa en un territorio, entendido este último como el espacio en donde se desarrollan las relaciones sociales y se establecen los seres humanos en los ámbitos cultural, social, político y económico.

La falta de una adecuada comprensión del territorio y sus implicaciones puede mermar la capacidad de incidencia de las políticas públicas en el presente, mientras que ignorar las consideraciones de sostenibilidad puede limitar los alcances de éstas en el futuro. Es por ello que resulta necesario promover que las mismas contemplen un enfoque que articule el quehacer con el desarrollo basado en la sostenibilidad económica, social y ambiental sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras. Es fundamental considerar tanto la viabilidad financiera, fiscal y económica como el mantenimiento de la cohesión social y la conservación y protección de la biodiversidad y los ecosistemas mediante la planeación y el ordenamiento territorial.

Una comprensión adecuada del territorio y del desarrollo sostenible es fundamental para poder alcanzar los objetivos que se plantea esta administración, así como para garantizar un mayor bienestar a las generaciones presentes y futuras. Los efectos desproporcionados de los fenómenos naturales en los poblados y regiones marginadas, no se entienden sin estas dos visiones.

Asimismo, no se puede combatir adecuadamente a las organizaciones criminales sin la incorporación del territorio en la determinación de la estrategia de seguridad. En este sentido, todas las acciones que se realicen para apoyar a los sectores desprotegidos deberán ser sostenibles económica, social y ambientalmente.

Es necesario incorporar consideraciones territoriales cuando se busca garantizar los derechos humanos y sociales en todos los niveles; es imposible hablar, por ejemplo, de derecho a la salud, a la educación, a la alimentación, al agua, a un medio ambiente sano y al deporte si no se toman acciones efectivas para garantizar la sostenibilidad medioambiental de los ecosistemas y de las cuencas. De igual manera, el desarrollo económico que impulsará la presente administración no pondrá en riesgo el goce de los derechos de las generaciones futuras, considerará la sostenibilidad económica tanto de los programas sociales como de los mecanismos de inclusión financiera que promuevan el desarrollo regional vinculado a la construcción de nueva infraestructura.

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

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

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

III.2.2 Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2019 - 2024.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) tiene como Misión "Incorporar en los diferentes ámbitos de la sociedad y de la función pública, criterios e instrumentos que aseguren la óptima protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales del país, conformando así una política ambiental integral e incluyente que permita alcanzar el desarrollo sustentable" y para el ejercicio presupuestal 2019, sus acciones se alinearán a las "Directrices hacia el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024":

- 1: Paz, Estado democrático y de derecho;
- 2: Bienestar social e igualdad; y
3. Desarrollo Económico Incluyente.

Al aplicar dichas acciones se garantiza que la administración de los recursos financieros, se ejecuten en observancia de los principios de austeridad, eficiencia, transparencia y combate a la corrupción en cada uno de los programas presupuestarios del Sector, recursos que serán canalizados principalmente al desarrollo de las siguientes acciones:

El vínculo entre los recursos naturales y los medios de vida es una premisa para la paz. Los recursos naturales son activos disponibles para impulsar la recuperación económica y el empleo, y su gobernanza es esencial para la construcción de paz ambiental. Bajo la línea de acción de Bienestar social e igualdad:

Se buscará evitar la contaminación del suelo, del agua y del aire y protegiendo la flora y la fauna, la gran diversidad biológica y cultural de México, con prácticas económicas autogestivas tradicionales e innovadoras habituales entre indígenas y campesinos que aumenten la productividad sin dañar a la naturaleza, es que la SEMARNAT orientará la mayoría de sus esfuerzos en la próxima administración 2018-2024. Para contribuir a disminuir los niveles de contaminación del suelo, agua y aire la SEMARNAT continuará con la elaboración y modificación y, en su caso, publicación de Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) y Normas Mexicanas (NMX's), así como con la formulación de los Programas Nacionales para Prevención y Gestión Integral de Residuos y el de Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial; asimismo, continuará la clausura de tiraderos a cielo abierto y su reconversión en rellenos sanitarios, el reciclaje y la disposición final, además de proyectos y acciones regionales de alto impacto ambiental y social.

III.2.3 Programas de Ordenamientos Ecológicos del Territorio.

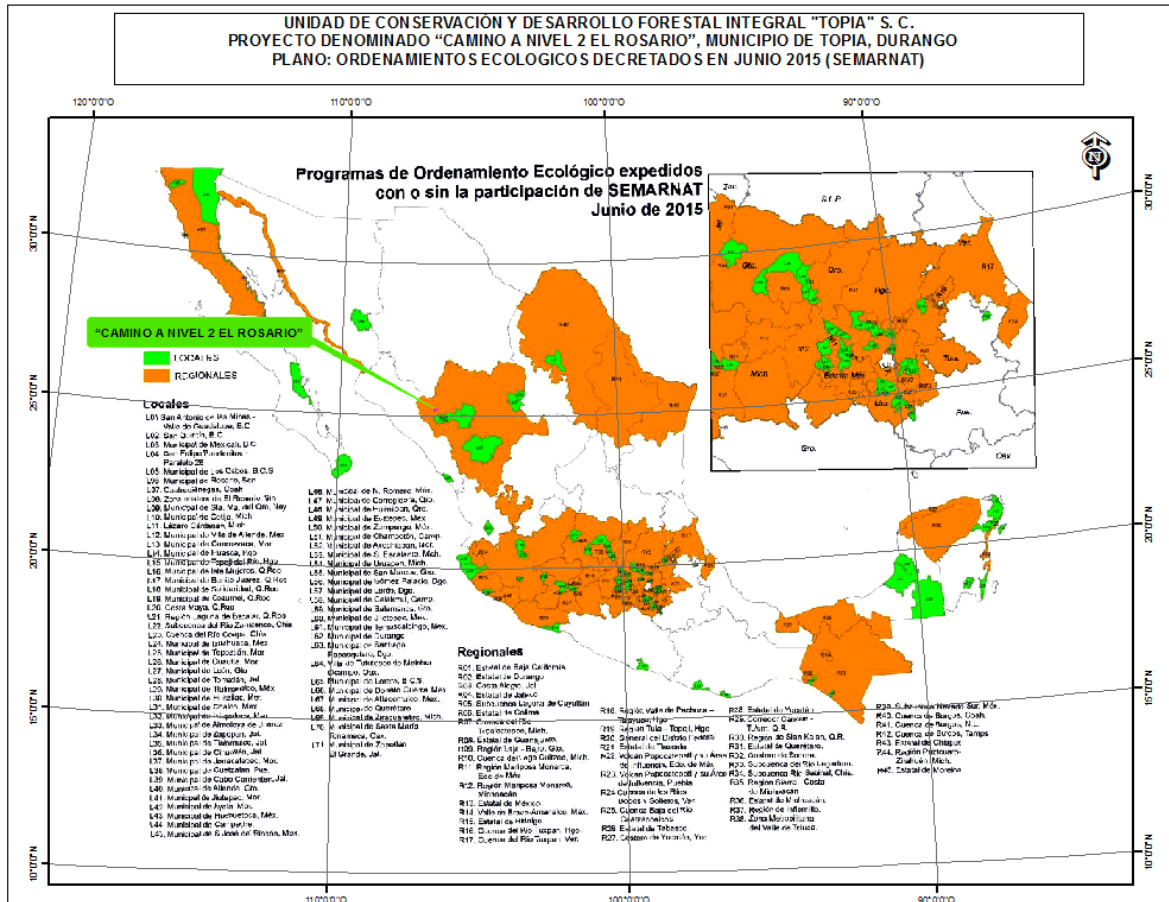
Para orientar las actividades productivas hacia la sustentabilidad ambiental, es necesario coordinar las acciones entre los tres órdenes de gobierno, de modo que se identifiquen la aptitud y el potencial productivo de las distintas regiones que componen el territorio nacional.

El ordenamiento ecológico es una herramienta diseñada para caracterizar y diagnosticar el estado del territorio y sus recursos naturales, plantear escenarios futuros y, a partir de esto, proponer formas para utilizarlos de manera racional y diversificada, con el consenso de la población.

El ordenamiento ecológico del territorio se define jurídicamente como el instrumento de política ambiental cuya finalidad es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de utilización de los recursos naturales, para lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de dichos recursos.

De acuerdo al listado publicado en la página de la SEMARNAT

<http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico/ordenamientos-ecologicos-expedidos>, no hay programas expedidos para la zona donde pretende ejecutarse el proyecto.



III.2.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) se pretende dar coherencia a las políticas de la Administración Pública Federal (APF); esto se logrará mediante un esquema concertado de planificación transversal e integral del territorio nacional que identifique las áreas con mayor aptitud para la realización de las acciones y programas de los diferentes sectores, así como las áreas de atención prioritaria. Esto hará posible minimizar los conflictos ambientales derivados del uso de los recursos naturales.

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

III.2.3.1.1 Regionalización ecológica

A continuación, en la Tabla 17 se presenta los tratados y convenios que se vinculan con el proyecto.

Tabla 17 Vinculación del proyecto con convenios y tratados

Tratado/convenio	Objetivo	Observaciones
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)	Lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.	En la ejecución del proyecto se utilizarán vehículos y maquinaria de combustión interna, en condiciones óptimas de funcionamiento, esto permitirá estar acorde con lo descrito en este convenio, ya que con esta acción se contribuye a la estabilización de gases de efecto invernadero.
Agenda 21 (Programa 21) ⁴ En la Sección II del Programa se establecen los temas para la Conservación y Gestión de los Recursos para el Desarrollo, dentro de los cuales se tocan diversos rubros, como la protección a la atmósfera, gestión ecológicamente racional de los desechos peligrosos y fortalecimiento del papel del comercio y la industria.	Entre otros objetivos, se encuentra el siguiente: Promover y apoyar políticas nacionales e internacionales que hicieran que el crecimiento económico y la protección del medio ambiente se apoyaran mutuamente.	Con el fin de apoyar las políticas establecidas en esta agenda, el presente proyecto contará con el Programa de rescate de flora y fauna y el programa de obras de conservación y restauración de suelos.
Convenio de Biodiversidad Biológica ⁵	Se establecen tres objetivos generales: • La conservación de la biodiversidad. • El uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica. • La participación justa y equitativa en los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.	El Artículo 14 del Convenio versa sobre la "Evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso". La presente cubre dicho precepto, pues tiene como finalidad la conservación de la biodiversidad derivado que se realizará el rescate de flora y fauna del área del proyecto.
Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes ⁶	Artículo 1 1. El presente Convenio se aplica: a) A los pueblos tribales en países independientes, cuyas condiciones sociales, culturales y económicas les distingan de otros sectores de la	El proyecto no afecta comunidades indígenas

⁴ www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/

⁵ www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf.

⁶ Publicada su aprobación en el Diario Oficial de la Federación del 3 de agosto de 1990.

Tratado/convenio	Objetivo	Observaciones
	colectividad nacional, y que estén regidos total o parcialmente por sus propias costumbres o tradiciones o por una legislación especial. Artículo 7 1. Los pueblos interesados deberán tener el derecho de decidir sus propias prioridades en la que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural...	

Como se puede observar, el proyecto se ajusta a los tratados internacionales, ya que se utilizará tecnología de punta y se establecen medidas de prevención y mitigación adecuadas.

Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (CITES)

Dentro del área del proyecto no se encontraron especies de flora o fauna, que estén en los listados de los apéndices de la CITES.

A continuación, se desglosan las estrategias que rigen esta UAB, para vincularlas y dar cumplimiento a los lineamientos ecológicos y objetivos específicos con el presente proyecto. Como se muestra en la

Tabla 18 Estrategias UAB 93

Estrategias. UAB 93	
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 hidro-agrícola y tecnificar las superficies agrícolas.

Estrategias. UAB 93	
	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 bio-fertilizantes.
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.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.
	34. 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.
	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

Estrategias. UAB 93	
	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.

Vinculación con el proyecto:

Aprovechamiento sustentable:

La valoración de los servicios ambientales, que se encuentran en el área donde pretende establecerse el proyecto, a estos se les otorgó un valor de acuerdo a los datos disponibles, presentando de este modo la valoración de los mismos.

Protección de los recursos naturales:

El punto 4, indica la protección a los ecosistemas, la vinculación del proyecto, se puede analizar desde el punto de vista del daño que se puede generar y este se observa sobre el suelo, la flora y la fauna, por lo tanto, con la finalidad de dar cumplimiento a esta estrategia; el desarrollo del proyecto propone medidas tendientes a mitigar y compensar los daños sobre estos recursos.

Restauración.

De igual manera que a lo descrito en el párrafo anterior, el proyecto propone obras encaminadas a la retención de suelo, estas son indudablemente aptas para iniciar procesos de restauración, en este sentido se puede concluir que el proyecto se alinea con lo propuesto en esta estrategia.

III.2.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Durango

El Ordenamiento Ecológico es un documento que contiene los objetivos, prioridades y acciones que regulan o inducen el uso del suelo y las actividades productivas de una región. El propósito de estos programas es lograr la protección del medio ambiente, así como la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. El objetivo último es que, en el desarrollo de sus actividades, los diferentes sectores realicen un aprovechamiento sustentable que permita la conservación, preservación y protección de los recursos naturales de una región.

En la Entidad, a partir del año 2005 se inició la integración del estudio Técnico para el Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango; proceso coordinando por la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SRNyMA), mismo que concluye en el año 2008 con la publicación de su decreto en el Periódico Oficial del Estado. En el año 2010, a raíz de su implementación, se reforman, derogan y adicionan diversas disposiciones del Decreto por el cual se aprueba el Programa de OE del Estado de Durango, esto a fin de acotar en su justa dimensión su alcance legal. Así, en el año 2011 se publica de nuevo el Programa de OE en el Periódico Oficial del Estado, con ligeras modificaciones con el objetivo de alinearlo a la modificación de decreto. Sin embargo, cabe señalar que el estudio técnico sigue conservando aun la información básica de inicio con datos estadísticos a actualizar; además de la necesidad de analizar e incorporar temas como minería y afectaciones por sequías en la entidad.

Para conformar las UGA se utilizaron las unidades de paisaje cuya delimitación se basa en las topoformas del territorio. El proyecto se encuentra sobre la UGA No 106, denominada Sierra Alta con Cañones 7.

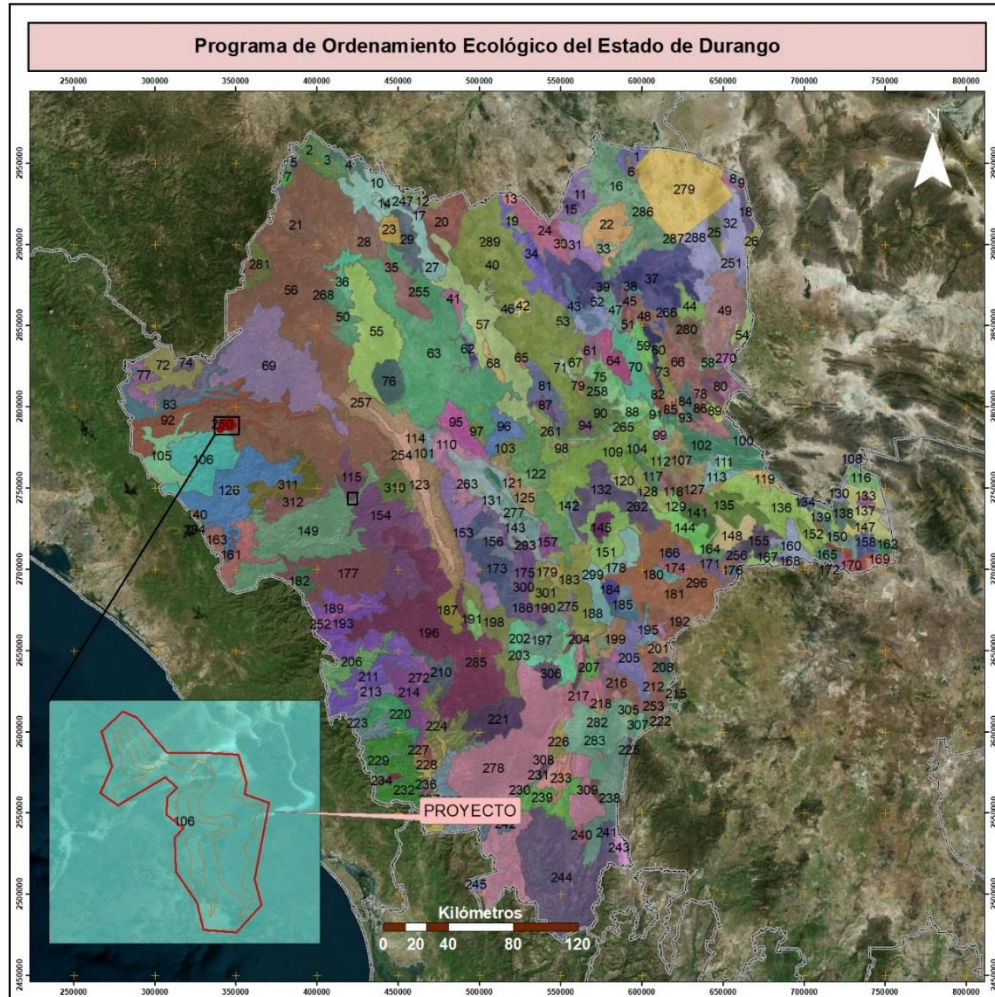


Figura 4 Ubicación con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Durango

A continuación en la tabla 19, se desglosan las estrategias que rigen esta unidad de gestión ambiental, para vincularlas y dar cumplimiento a los lineamientos ecológicos y objetivos específicos con el presente proyecto.

Tabla 19 Estrategia UGA 106

Clave	Criterio de regulación	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
Conservación de la biodiversidad				
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.	En un tiempo relativamente corto la vegetación de México ha sufrido extensas alteraciones antrópicas. Los programas de reforestación han hecho uso principalmente de especies de árboles exóticos mundialmente conocidos y algunas especies nativas biológicamente mal conocidas, lo que ha impedido que se tenga algún éxito en los propósitos de restauración ecológica. Los bosques de especies exóticas se transforman por lo general en "desiertos verdes" que no permiten la subsistencia de la gran mayoría de las especies locales de plantas y animales.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo, 79 fracción I. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 33, fracción XI; 77; 86 y 131.	UGA con uso a promover de Conservación de la Biodiversidad y Política Ambiental de Protección y/o Restauración.
GANADERIA				
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.	La conversión de bosques a potreros amenaza la supervivencia de muchas especies y por lo tanto es una preocupación prioritaria de los conservacionistas (Serrao y Toledo, 1990; Szott et al., 2000). Cuando los potreros se usan durante un período corto (<5 años) y luego son abandonadas, la regeneración del bosque puede ser bastante rápida en comparación con aquellas áreas en donde la ganadería ha estado establecida por más de 12 años. Los límites entre las pasturas degradadas y los bosques tanto primarios como secundarios son a menudo abruptos, lo cual resulta en pérdidas de la diversidad de especies silvestres (Wiens, 1992).	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango, Artículo 62.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable y Explotación Pecuaria de Caprinos y/o Explotación Pecuaria de Caprinos y/o Explotación de Bovinos.
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción	Las actividades ganaderas deberán evitar afectar la integralidad del flujo hidrológico natural, zonas bajas inundables y cuerpos de agua (Ibarra et al, 2011)	Ley Ganadera del estado de Durango 2006	UGA con uso a promover de Explotación Pecuaria de Caprinos y/o Bovinos.

Clave	Criterio de regulación	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
	de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua			
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas <i>Eragrostis curvula</i> , <i>E. lehmanniana</i> , <i>E. superba</i> , <i>Melinum repens</i> y <i>Panicum coloratum</i>).	No se deberá realizar el cultivo de especies exóticas invasivas, para evitar la afectación de flora nativa (Ibarra et al, 2011)		UGA con Política de Restauración y usos a promover de Explotación Pecuaria
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.	Los sistemas de pastoreo rotativo permiten un aprovechamiento planeado y períodos de recuperación, de manera que las plantas pueden producir semillas y plántulas. Estos sistemas de pastoreo tienden a beneficiar a la fauna más que el pastoreo anual o estacional. (Payne, N.F. y F.C. Bryant. 1998)	Ley ganadera para el Estado de Durango, Artículo, 149; 151; 153 y 156; Ley de Desarrollo rural sustentable, Artículo, 164	UGA con uso a promover de Conservación de la Biodiversidad, Aprovechamiento Forestal Maderable y Explotación Pecuaria de Caprinos y/o Bovinos.
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.	El pisoteo del ganado en los bordes de los cuerpos de agua, evita el crecimiento de la vegetación natural, causa compactación del suelo y aumenta la turbidez del agua, la cual afecta a las plantas acuáticas y anfibios (Johnson, T.R. 1983).	Ley general de vida silvestre (Art. 19); Ley ganadera para el Estado de Durango (Art. 86.).	UGA con uso a promover de Explotación Pecuaria de Caprinos y/o Bovinos.

Clave	Criterio de regulación	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
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 o 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).	La instalación de estructuras convencionales para la suplementación aumenta el riesgo de transmisión de enfermedades entre fauna y ganado, así como la mortalidad por ahogamiento. (Payne, N.F. y F.C. Bryant. 1998).	Ley general de vida silvestre (Art. 19).	UGA con uso a promover de Conservación de la Biodiversidad y Explotación Pecuaria de Caprinos y/o Bovinos.
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 superior e inferior.	Los cercados convencionales pueden limitar el movimiento de la fauna y atrapar animales de gran tamaño (Payne, N.F. y F.C. Bryant. 1998).	Ley general de vida silvestre (Art. 73, 74 y 75).	UGA con usos a promover de Explotación Pecuaria
Aprovechamiento forestal no maderable				
FORM01	Los aprovechamientos forestales deberán buscar la permanencia de corredores faunísticos.	El beneficio tangible, en términos de servicios ambientales, que los corredores podrían proveer, por ejemplo al proteger cabeceras de cuencas hidrográficas, bosques de galería que evitan la erosión fluvial, restitución de los stocks pesqueros, etc., y en general por ser un concepto que puede integrar el uso sostenible de los recursos biológicos dentro del objetivo de mantener la conectividad o comunicabilidad entre fragmentos de un ecosistema o paisaje (Bennet, 2003).	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo 80, Fracción I; VI; Ley General de Vida Silvestre, artículo 19 y 21	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable

Clave	Criterio de regulación	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
FORM02	Se deberán fomentar viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal	La diversidad arbórea de México tiene entre sus componentes a un sinnúmero de especies de importancia forestal, entendiéndose esto último como poblaciones sujetas a un aprovechamiento y/o estudios que demuestran su importancia como reservas de genes con potencialidades actuales o futuras (Alba-Landa et al., 2008). La reproducción selectiva de especies forestales en vivero fomentará y promoverá un mejor aprovechamiento forestal al contar con disponibilidad de renuevos para la sustitución de los volúmenes que sean utilizados	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable,	UGA con actividad forestal maderable y política de conservación; AFM a promover
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.	Los incendios forestales constituyen uno de los principales agentes de perturbación de los ecosistemas del planeta, donde millones de hectáreas son afectadas cada año. La elevada presión de las actividades humanas y el calentamiento global están incrementando la frecuencia, intensidad y tamaño de estos incendios, con importantes consecuencias tanto para las comunidades naturales como para la sociedad en su conjunto (Pausas J.G, 2012).	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 24, fracción II; 62, fracción XII; 112, fracción V y 124.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable
FORM04	En las zonas sujetas a aprovechamiento forestal se promoverá realizar labores de conservación de suelos	Los suelos cumplen con diversas funciones que posibilitan la producción de alimentos, fibras y madera; mantienen la capacidad de retención de agua, regulan los gases de efecto invernadero y alojan una gran Biodiversidad, por lo que son esenciales para la sociedad (Blum de carbono y se propicia la adaptación de la sociedad y de los ecosistemas al cambio climático (Cotler, H., S. et al, 2015). et al.,2006, citado por Cotler, H., S. et al, 2015). Ante el contexto del cambio climático, el mantenimiento	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, Artículo 55 y 62, fracción III. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango, artículo, 12, fracción VII, XXXI; 46 y 72.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.

Clave	Criterio de regulación	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
		de estas funciones a través de prácticas de conservación, es cada vez más relevante, más aún cuando con ello se aumenta el secuestro		
FORM05	En la apertura de caminos, durante los aprovechamientos forestales es necesario evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales.	Las corrientes de agua son consideradas dentro de la normativa ambiental forestal como áreas de protección forestal, por lo que se deberá considerar la no interrupción del flujo hídrico existente en las zonas que corresponda.	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 7, fracción II; Ley de Aguas Nacionales, artículo 119, fracción XIV.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.
FORM06	En áreas con aptitud para recursos forestales y ganadería extensiva se deben establecer sistemas silvo_pastoriles (SSP), disminuyendo la carga animal para favorecer la regeneración y mantenimiento de la vegetación natural.	Los SSP, manejados sobre bases agroecológicas —con diversidad de especies de diferentes patrones de desarrollo— garantizan mayor Biodiversidad, son autosuficientes, regulan la energía solar incidente sobre la superficie; con un efecto protector sobre la temperatura del sistema, la humedad relativa, la evapotranspiración, la escorrentía; disminuyen la erosión, mejoran la vida del suelo, lo que les permite que sean resilientes al cambio climático. Estos sistemas propician la presencia de diferentes hábitats para las especies insectiles, ya que se crea un microclima que favorece su desarrollo; además, permite que se establezcan interacciones complejas que implican un mayor equilibrio entre fitófagos y biorreguladores, favoreciendo el desarrollo de estos últimos, así como a otros microorganismos benéficos (Milerá, M., 2013).	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 104 y 130.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable y Explotación Pecuaria de Caprinos y/o Explotación Pecuaria de Bovinos.
FORM07	Los propietarios y usufructuarios de los terrenos deberán realizar periódicamente acciones de prevención de incendios forestales y en su caso participar activamente en el combate y control de incendios en	Los incendios forestales representan un gran problema en la pérdida de Biodiversidad, en la emisión de gases efecto invernadero y en la modificación de los flujos hídricos. En México, los incendios son causados en su mayoría por la acción del hombre, por lo que factores como la accesibilidad, distancia a caminos y poblados,	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 122; 123; 124 y 125.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.

Clave	Criterio de regulación	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
	las zonas sujetas a conservación.	entre otros, influyen en su frecuencia y distribución. Estudios de expertos indican que, de manera general y considerando el factor antropogénico, se requieren más apoyos en educación y capacitación para reducir los efectos del fuego (Pérez-Verdín, Gustavo, et al, 2013) Con lo anterior, es de vital importancia que los responsables de los predios sujetos a conservación participen en la implementación de acciones tendientes a evitar el que se produzcan de incendios forestales que generen afectaciones al ambiente por contaminación y deterioro de las condiciones naturales de las zonas		
MINERIA				
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	En la minería, las medidas de cuidado del medio ambiente tienen como objetivo que la actividad se desarrolle de manera que su efecto sobre la vegetación, el suelo, el agua y el resto de elementos del medio sea el mínimo posible, con ahorro de recursos y de energía, al tiempo que se reduce la contaminación y la generación de residuos (Escribano Bombín, M., 2007). Con lo anterior, los titulares de concesiones mineras, independientemente de la fecha de su otorgamiento, están obligados, entre otras, a sujetarse a las disposiciones contenidas en la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	Ley Minera, Artículo, 27, fracción IV; 37, fracción II y 39	UGA con uso minero a promover
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	El Gas Licuado de Petróleo (GLP) es uno de los combustibles comerciales con menores emisiones de gases de efecto invernadero, si se considera todo su ciclo de vida. El GLP es el que produce menores emisiones de gases de efecto invernadero por 100 kilómetros	NOM-050-SEMARNAT-1993	UGA con uso minero a promover

Clave	Criterio de regulación	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
	que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva	recorridos, si se tiene en cuenta todo su ciclo de vida desde el pozo de extracción hasta el punto de consumo. Sus emisiones son inferiores a las de la gasolina y el gasóleo en casi todas las regiones del mundo e incluso un 12% más bajas que el etanol producido a partir de maíz (E85) en Norteamérica (LGP Exceptional Energy S/F).		
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	Los vehículos a motor, se acepta, son la fuente de mayor contaminación ambiental. Los generadores principales de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV), y gases responsables del efecto invernadero (CO2 y metano) (Schifter I y López Salinas, E., 1998)	NOM-041-SEMARNAT-2006	UGA con uso minero a promover
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	Para el correcto manejo de los residuos peligrosos, debe quedar clara la clasificación de residuos utilizada, de forma que se minimicen los riesgos derivados del ingreso de un residuo peligroso a un sistema de gestión diseñado para otro tipo de residuos (Martínez, J., 2005).	NOM-052SEMARNAT-2005 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Título Tercero Clasificación de los Residuos, artículos 15 al 21	UGA con uso minero a promover
URBANO				
URB01	El desarrollo de las zonas de reserva urbana deberá ser acorde a la disponibilidad de servicios que garanticen la calidad de vida de los pobladores y la exclusión de riesgos al medio ambiente.	Los beneficios considerados por los especialistas del modelo de ciudad compacta y el interés de una orientación de las metrópolis hacia la densificación se centran en: Mejores servicios de transporte público; Mayor facilidad para la dotación de servicios públicos; Reúso de infraestructuras y mezcla sociofuncional; Sociabilidad y vitalidad urbana; Ambiente favorable para los negocios; Preservación de	Ley General de Desarrollo Urbano para el Estado de Durango, Artículo 3, Fracción L	UGA correspondiente a las cabeceras municipales y UGA con cobertura de zona urbana

Clave	Criterio de regulación	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
		las áreas verdes y Gobernabilidad (Chavoya G. J. I.; et al, 2009).		
URB02	No se deberán fomentar nuevos centros de población en áreas de protección y conservación y sus zonas aledañas, conforme al presente Programa de Ordenamiento Ecológico	En las áreas establecidas con política para protección y conservación debe mantenerse la integralidad de los ecosistemas con el fin de que cumplan su objetivo de protección de los ecosistemas, de los recursos naturales y de los servicios ambientales con base en las aptitudes que posee su territorio. Al respecto, algunos autores señalan que “Si queremos mantener o recuperar el carácter de la ciudad, el maremagnum de lo urbano, es necesario reconstruir el espacio urbano sobre el proyecto de la libertad y la solidaridad, al que incorporaremos la responsabilidad ecológica, fruto de la necesidad de implantar el proyecto de la sostenibilidad como única garantía de la supervivencia de sociedades y espacios (Hernández Aja, A., 2009	Ley General de Asentamientos Humanos, artículo 3, Fracción XIII; 19 y 30.	UGA correspondiente a las cabeceras municipales y UGA con cobertura de zona urbana
URB03	Se deberá promover el aumento de densidad poblacional en las áreas ya urbanizadas mediante la construcción de vivienda en terrenos baldíos	El incremento controlado de la densidad en zonas urbanas y la construcción vertical evita la dispersión de asentamientos, protegiendo de esta manera los recursos naturales; asimismo facilita la prestación de servicios públicos. Una consideración genérica al respecto, señala que “el regreso a la ciudad compacta es la alternativa para un posible desarrollo sustentable en las ciudades intermedias de América Latina (Hermida et al., 2015).	Ley General de Asentamientos Humanos artículos 13 Fracción VI y 35 Fracción VI	UGA correspondiente a las cabeceras municipales y UGA con cobertura de zona urbana
URB04	Los asentamientos urbanos y las zonas naturales deberán protegerse de la contaminación y riesgo industrial, incorporando barreras naturales que conformen corredores con	Los beneficios que las zonas de amortiguamiento para conservación nos brindan incluyen proteger los recursos del suelo, mejorar la calidad del aire y del agua, mejorar el hábitat de peces y de la vida silvestre, así como también embellecer el paisaje. Asimismo, las	Ley General de Desarrollo Urbano para el Estado De Durango, Artículo 104, Fracción III	UGA correspondiente a las cabeceras municipales y UGA con cobertura de zona urbana

Clave	Criterio de regulación	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
	franjas anchas de especies vegetales nativas de amplia cobertura de copa y de tallas considerables, que funjan como filtros naturales de la contaminación urbana.	zonas de amortiguamiento ofrecen a los propietarios de tierras una gama de oportunidades económicas, entre otras, protección y mejora de los emprendimientos existentes (Bentrup, G. 2008).		
URB05	Con el fin de evitar procesos de erosión del suelo y riesgos a la vivienda y espacios públicos, la construcción se deberá desarrollar preferentemente en terrenos con pendientes menores al 30%	A efecto de reducir la erosión que existe en la zona, no se deberán afectar con acciones de desarrollo urbano sitios con pendientes importantes ya que dichas actividades promueven la afectación, eliminación e inestabilidad del suelo generando erosión tanto eólica como hídrica.	Ley General de Asentamientos Humanos, artículo 3 Fracción XIII; 19; 30 y 51, Fracción XII	UGA correspondiente a las cabeceras municipales y UGA con cobertura de zona urbana
URB06	Para la definición de nuevas reservas territoriales para los asentamientos humanos, se deberá tomar en cuenta los proyectos de desarrollo urbano y el presente Programa de Ordenamiento Ecológico, así como la infraestructura existente.	Las reservas territoriales en los centros de población deben definirse con criterios de conservación y de acuerdo a la naturaleza, usos y destinos del suelo aprobados por el Plan de Desarrollo Urbano correspondiente. Los avances en la constitución de reservas territoriales permitirían un verdadero ordenamiento de las ciudades y una mejor gestión de su desarrollo (Olivera, Guillermo 2001).	Ley General de Asentamientos Humanos, artículo, 9 Fracción I, II y III; 15; 16, Fracción I a la IV; 18; 31; 34, Fracción I, II y III; 35, Fracción VIII, IX y X; 37; 39; 40, Fracción I y IV y 42 Fracción I, II y IV; Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo, 23 Fracción I, II y III.	UGA correspondiente a las cabeceras municipales y UGA con cobertura de zona urbana
URB07	No se fomentará el crecimiento de los asentamientos humanos en zonas aledañas a parques industriales o zonas potencialmente expuestas a catástrofes naturales.	A menudo, la construcción de viviendas populares tiende a incrementar el riesgo de vida de sus habitantes, debido a serias deficiencias en la calidad de la construcción, la escasa superficie de los predios de construcción y las áreas habitables, así como su ubicación en terrenos no aptos para la edificación (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS UN_HABITAT, 2010)	Ley General de Desarrollo Urbano para el Estado de Durango, Artículo 158.	UGA correspondiente a las cabeceras municipales y UGA con cobertura de zona urbana

Clave	Criterio de regulación	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
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 pequeñas pueden contaminar localmente acuíferos, cauces y cuerpos de aguas por la descarga directa de sus aguas residuales (Rosales Escalante, E., 2003).	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente artículos 23 Fracción VII y IX, 120 Fracción II, 121, 122 Fracción I, 123, 124 y 133; Ley de Aguas Nacionales artículo 29 Fracción XIV, 29 Bis Fracción II y III, 45, 46 Fracción V, 47 y 47 Bis, 85 y 88 Bis Fracción VI, IX y X.	UGA con cobertura de zona urbana y poblaciones menores a 1000 habitante
URB11	En el área urbana deberá contemplarse espacios verdes en una relación de superficie mínima de 9.0 m ² /habitante.	La Organización Mundial del SALud aconseja que las ciudades proporcionen 9 metros cuadrados de espacio verde por habitante (Sorensen et al., 1998)	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Artículo 4; 115; Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Durango, Artículo 3; Ley General de Desarrollo Urbano para el Estado de Durango, Artículo 4, Fracción II Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Artículo 1, Fracción I; Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango, Artículo 1, Fracción I	UGA correspondiente a las cabeceras municipales
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,	La utilización de compuestos orgánicos es una alternativa para elevar la producción agrícola, el manejo de plagas y la conservación de los suelos a costos más bajos que los tradicionales con los consiguientes beneficios para los	Artículo 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	UGA correspondiente a las cabeceras municipales

Clave	Criterio de regulación	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
	camellones y jardines urbanos.	agricultores en general (Salazar, E. et al., 2003).		
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	Un recurso fundamental para lograr plantaciones exitosas lo constituyen las especies vegetales herbáceas y leñosas nativas que con el tiempo permitan la recuperación de la fertilidad del suelo, un microclima y un ciclo hidrológico similares a los originales y el restablecimiento de al menos parte de la flora y fauna nativa que aún sobrevive en algunos sitios (Vázquez Yanes, C. et al S/F)	Ley de Desarrollo Rural Sustentable artículos 5 Fracción IV, 7 Fracción V y VI y 55 Fracción V y VI; Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable artículos 12 Fracción VIII y XXIX, 13 Fracción XV, 15 Fracción XII, 30 Fracción V, 33 Fracción IV, V, X, XIII y XIV, 58 Fracción I, 117, 127, 128 Fracción III y 131; Ley General de Vida Silvestre; NOM-060-SEMARNAT-1994 Numerales 4.1, 4.2, 4.4, 4.5 y 4.6	UGA correspondiente a las cabeceras municipales
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.	Las funciones y servicios ambientales que prestan las riberas tienen un carácter múltiple. Son además de especial relevancia para la gestión, ya que aglutinan, de manera combinada, beneficios de diversa índole para los ecosistemas naturales y para el ser humano (Sánchez-Mata & De la Fuente, 1986).	Ley general del equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	UGA correspondiente a las cabeceras municipales
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.	Las áreas fluviales, una vez inmersas en un área urbana, deben ser capaces de mantener su funcionalidad hidráulica, consistente en la recogida del agua de escorrentía y su desagüe (De Ureña, F. J. É. M ^a . 1999)	Ley de Aguas Nacionales, Artículo 7, Fracción II, IV, V	UGA correspondiente a las cabeceras municipales

Clave	Criterio de regulación	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
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.	Los asentamientos humanos producen diversos residuos sólidos urbanos (RSU) que es necesario disponer adecuadamente, evitando con ello contaminación al ambiente por filtraciones al subsuelo, escurrimiento de lixiviados, malos olores, deterioro del paisaje, así como la proliferación de fauna nociva. En términos generales la estrategia a seguir para alcanzar un manejo adecuado de los RSU implica la participación tanto del Gobierno, la industria, el comercio, como la sociedad en general, los cuales además deben de contar con información confiable y actualizada que les permita conocer las alternativas y opciones disponibles para reducir el impacto de la basura sobre el medio ambiente (Esquer Verdugo, R., 2009)	Ley General de Asentamientos Humanos artículos 3 Fracción XIII, 19, 30 y 51 fracción XII.	UGA correspondiente a las cabeceras municipales

Vinculación con el proyecto:

Los criterios de regulación que le aplican al proyecto y su vinculación con el mismo, son los siguientes:

- **BIO01.** Este criterio indica el fomento enfocado a la reintroducción de flora nativa. En el caso de las acciones de restauración y medidas de mitigación, se ha propuesto la reforestación con especies nativas, esta acción permite que el proyecto esté acorde con el criterio de regulación.
- **GAN05.** Si bien, el desarrollo de este proyecto no tiene giro de ganadería, este criterio se le considera aplicable ya que limita el uso de especies exóticas de pastos, por lo tanto, en cumplimiento al criterio de regulación, se aclara que en ninguna de las etapas del proyecto se hará uso de especies exóticas de pastos.
- **MIN01.** El proyecto en cuestión es la construcción de un camino de acceso a un proyecto minero, lo que directamente hace que los criterios de regulación de tipo minero le apliquen directamente, en este caso el criterio MIN01, indica la observancia de medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico, este proyecto las observa y propone acciones como reforestación, obras de conservación de suelo, programas de rescate y reubicación de flora y fauna, entre otras; por lo tanto se considera que la ejecución del proyecto se encuentra acorde al criterio de regulación.

- **MINO2.** El criterio será cumplido al pie de la letra, ya que cualquier vehículo utilizado en el desarrollo y que utilice los combustibles alternos mencionados, será operado bajo las regulaciones de la NOM-050-SEMARNAT-1993.
- **MINO3.** Al igual que el criterio anterior, el criterio será cumplido, en este caso se les aplica a aquellos vehículos que utilicen gasolina y se sujetaran estrictamente a la regulación indicada en la NOM-041-SEMARNAT-2006

III.2.5 Normas Oficiales

Con base en la diversidad de acciones que con lleva la instrumentación de un proyecto de la naturaleza y alcances como el aquí propuesto, se hace necesario su análisis a partir de la normatividad aplicable, mismo que se presenta a continuación:

Tabla 20 Normas oficiales mexicanas aplicables

Norma	Especificaciones	Vinculación al proyecto
NOM-001-SEMARNAT-1996.	Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales ⁷ .	Se instalarán sanitarios portátiles uno por cada 10 personas para la etapa del desmonte y despalme.
NOM-043-SEMARNAT-1993.	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	La norma se vincula al proyecto ya que establece las especificaciones los niveles permisibles de emisión de cierto tipo de gases contaminantes provenientes de determinado tipo de vehículo y como se pretende el uso de los mismos esta actividad debe regirse bajo las especificaciones de esta norma.
NOM-042-SEMARNAT-2003	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos	Se garantizará que se cumplan los niveles establecidos por esta Norma oficial a través de programas de mantenimiento que permitan la operación de los vehículos automotores en buen estado.

⁷ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 06 de enero de 1997.

Norma	Especificaciones	Vinculación al proyecto
NOM-044-SEMARNAT-1993.	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 Kg.	Todo vehículo que usa diésel como combustible y se use en el proyecto cumplirá con las especificaciones establecidas en la Norma.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Referente al nivel máximo permisible de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación, que usan diésel como combustible en el Diario Oficial de la Federación el 13 de septiembre de 2006.	La norma se vincula al proyecto ya que se hará uso de estos vehículos por lo tanto se acatarán las especificaciones establecidas por la norma.
NOM-076-SEMARNAT-1995.	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	La norma se vincula al proyecto ya que se hará uso de estos vehículos, por lo tanto se acatarán las especificaciones establecidas por la norma.
NOM-077-SEMARNAT-1995.	Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.	La norma se vincula al proyecto ya que se hará uso de estos vehículo, por lo tanto se acatarán las especificaciones establecidas por la norma.

Norma	Especificaciones	Vinculación al proyecto
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos ⁸ .	El personal, como medida de prevención, observará lo estipulado en esta norma, en todas y cada una de las etapas del proyecto. De esta manera, será posible identificar claramente cuando los residuos peligrosos generados durante el desarrollo del proyecto presentan incompatibilidad, con el fin de realizar un manejo, almacenamiento y disposición adecuada de dichos residuos de manera separada.
NOM-052-SEMARNAT-2005.	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	La norma se vincula al proyecto por lo que se llevará a cabo la identificación y clasificación de los residuos peligrosos en las diferentes etapas del proyecto, como son las de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.
NOM-079-SEMARNAT-1994.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición.	El proyecto tiene vinculación con la norma debido a que se pretende el uso de vehículos automotores que provocan cierta cantidad de decibeles por lo que se tendrá que regir bajo las especificaciones establecidas en la norma con el objeto de reducir los ruidos durante el desarrollo del proyecto.
NOM-080-SEMARNAT-1994.	Referente a los niveles máximos del ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995.	Se garantizará que se cumplan los niveles establecidos por esta Norma oficial a través de programas de mantenimiento que permitan la operación de los vehículos automotores en buen estado.
NOM-059-SEMARNAT-2010.	Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo ⁹ .	La norma se vincula de manera directa ya que si con alguna obra o actividad del proyecto pone en riesgo cualquier especie listada en esta norma deberá tomarse medidas más estrictas en la ejecución de las diferentes actividades del proyecto. Las especies encontradas se enumeran en el capítulo IV del presente documento y se propone su recate y reubicación bajo el enfoque y alcances del Programa de rescate de especies de Flora y Fauna propuesto.

⁸ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1993.

⁹ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010.

Lo anterior son las principales leyes y reglamentos que tienen una vinculación con el proyecto y que se han referenciado con este, para dar cumplimiento a lo requerido por la normatividad que existe con estos aspectos.

III.2.6 Área Natural Protegida

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial o a través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, los programas de ordenamiento ecológico y los respectivos programas de manejo. Están sujetas a regímenes especiales.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 182 áreas naturales de carácter federal que representan 90, 839,521.55 hectáreas y apoya 332 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de poco más de 416,141 hectáreas (Consulta en línea <https://www.conanp.gob.mx/regionales/>).

Tabla 21 Áreas Naturales Protegidas de Competencia Federal

Áreas Naturales protegidas de Competencia Federal		
Número de ANP	Categoría	Superficie en hectáreas
44	Reservas de la Biósfera	62,952,750.50
67	Parques Nacionales	16,220,099.30
5	Monumentos Naturales	16,269.11
8	Áreas de Protección de Recursos Naturales	4,503,345.23
40	Áreas de Protección de Flora y Fauna	6,996,864.12
18	Santuarios	150,193.29
182	Total	90,839,521.55

El proyecto NO se localiza dentro de un área natural protegida, la más cercana se localiza a 89 kilómetros en dirección noroeste, llamada Cerro Mohinora, en la figura se puede apreciar la ubicación de las áreas naturales protegidas con respecto al proyecto, cabe destacar que no se afectará superficie alguna que corresponda al ANP.

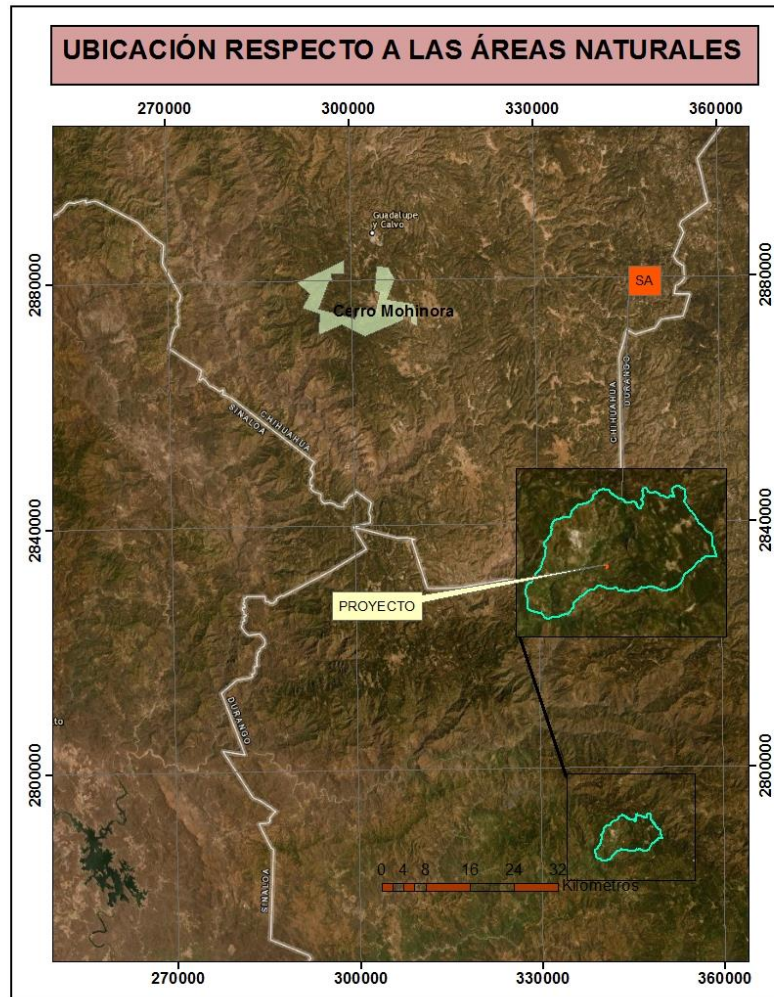


Figura 5 Ubicación con respecto a las ANP

Otros instrumentos de regionalización

Sitios Ramsar

Los sitios Ramsar son una convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.

Conocida también como Convenio Ramsar fue firmada en la ciudad de Ramsar (Irán) el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhirió a este Convenio en 1986. Instrumento que no forma parte del sistema de convenios y acuerdos sobre medio ambiente de las Naciones Unidas.

México forma parte de la Convención de Ramsar desde 1986, es actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Dependencia del Gobierno Federal encargada de llevar a cabo la aplicación de la Convención. Actualmente nuestro país cuenta con 142 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas.

Estos incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

El proyecto, NO atraviesa por ningún sitio RAMSAR, el sitio más cercano es el denominado Ensenada de Pabellones, localizado a aproximadamente a 118 km dirección suroeste del proyecto. En la figura 6, se muestra la ubicación.

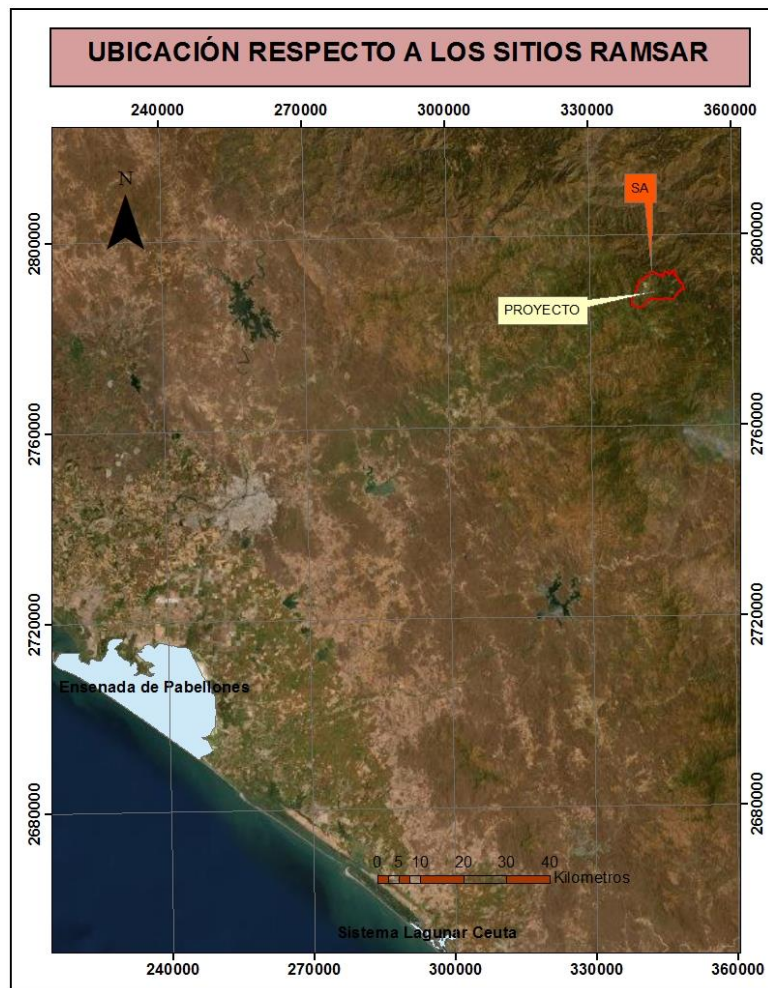


Figura 6 Ubicación con respecto al sitio RAMSAR

La CONABIO ha identificado regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en áreas terrestres, marinas y acuático epicontinental con el fin de orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

Esta regionalización, no constituye un instrumento formal de regulación, sin embargo, se incluyen este apartado con el fin de que se cuente con más elementos de juicio para identificar su relación con el proyecto que se está evaluando.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad. En este contexto, el Programa de 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 identificación de las regiones prioritarias son el resultado del trabajo conjunto de expertos de la comunidad científica nacional, coordinados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), generando un total de 152 RTP, que cubren una superficie de 515,558 km², correspondiente a más de la cuarta parte del territorio.

El proyecto NO se localiza dentro de ninguna RTP, la más cercana se localiza a aproximadamente 16 km al sureste, se le denomina San Juan de Camarones figura 7.

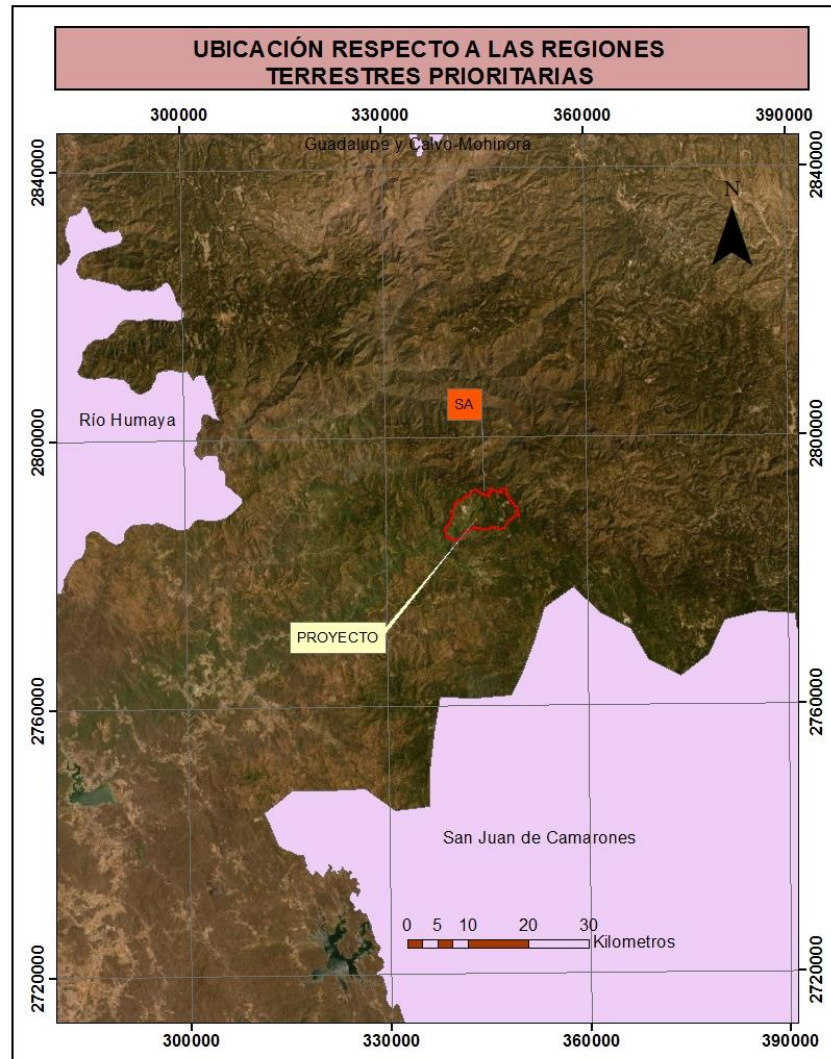


Figura 7 Ubicación con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

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. Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forma parte de una serie de estrategias

instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

CONABIO tiene identificadas 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

El proyecto, se encuentra ubicado en la región denominada "Cuenca Alta de los Ríos Culiacán y Humaya" figura 8.

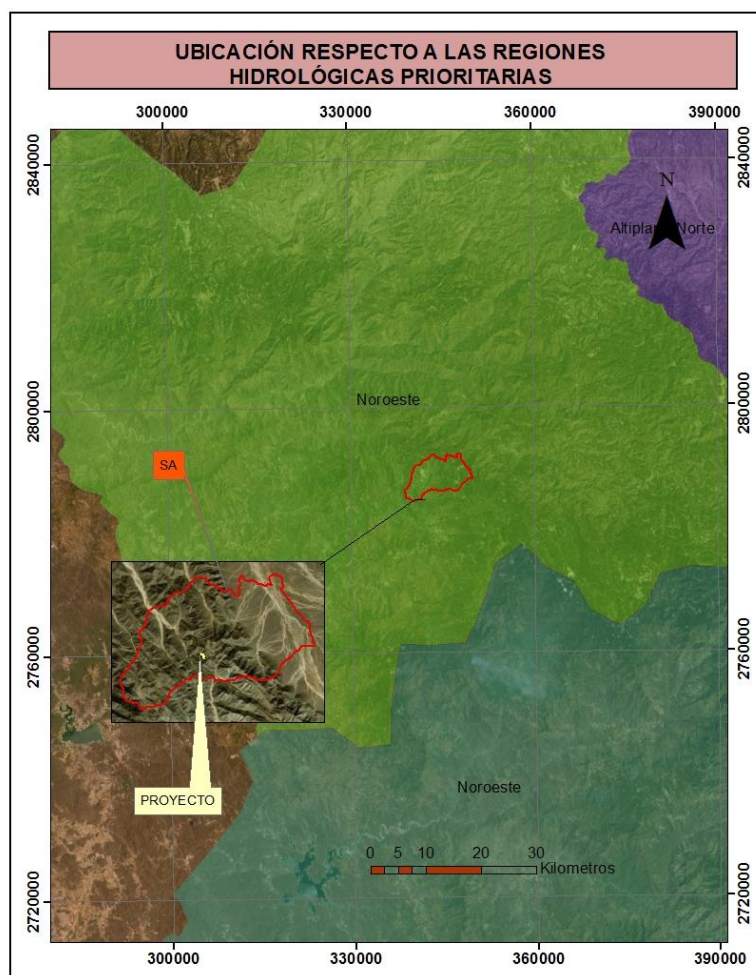


Figura 8 Ubicación con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias

Características generales.

Estado(s): Durango y Sinaloa, Extensión: 10 367.54 km²

Polígono: Latitud 26°03'36" - 24°48'00" N
Longitud 107°16'12" - 105°50'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas Adolfo López Mateos y Sanalona, pantanos dulceacuícolas, charcas temporales, llanuras de inundación, brazos de río abandonados.

lóticos: ríos Culiacán, Tamazula, Humaya y Badiraguato, arroyos.

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: sierra El Chancote, quebradas, cañadas y laderas; suelos de tipo Regosol, Litosol, Feozem y Castañozem.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, semicálido subhúmedo con lluvias en verano y semiseco semicálido en su parte más baja. Temperatura media anual 12-24 °C. Precipitación total anual de 600-1 200 mm.

Principales poblados: Culiacán, Humaya.

Actividad económica principal: forestal, agrícola, pesquera y acuicultura.

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: vegetación riparia, bosque tropical caducifolio, de abetos, de encino, de pino-encino y manchones de mesófilo. En las laderas de las grandes cañadas del río Humaya hay chaparrales y cambios drásticos de vegetación (manchones de bosque mesófilo). Flora característica: bosques de abetos de *Abies duranguensis* y azul *Picea chihuahuensis*. Ictiofauna característica: *Awaous transandeanus*, *Dorosoma smithi*, *Hyporhamphus rosae*, *Poeciliopsis latidens*, *P. prolifica*. Endemismo de peces *Poeciliopsis monacha*; de anfibios y de aves *Euptilotis neoxenus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Especies amenazadas: de peces *Campostoma ornatum*, *Oncorhynchus chrysogaster* y la nutria *Lutra longicaudis annectens*, por desecación de ríos, cacería y degradación del hábitat; de aves *Aquila chrysaetos*, *Euptilotis neoxenus*, *Falco peregrinus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*.

Aspectos económicos: agricultura, pesca, acuicultura y actividad forestal. Pesquerías de bagre de canal *Ictalurus punctatus*, langostinos *Macrobrachium americanum*, *M. rosenbergii*, *M. tenellum*, lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia azul *Oreochromis aureus* y rana *Rana catesbeiana*. Generación de energía eléctrica.

Problemática:

- Modificación del entorno: construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas, generación de energía eléctrica y riego; explotación forestal y desforestación acelerada. Construcción de carreteras, desmontes y desvío de corrientes. Erosión de suelos.
- Contaminación: por abuso de agroquímicos en la planicie costera; desechos mineros en los altos; uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, desechos domésticos y descarga de residuales.
- Uso de recursos: especies introducidas de lirio acuático *Eichhornia crassipes*, langostino *Macrobrachium rosenbergii*, lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia azul *Oreochromis aureus* y rana *Rana catesbeiana*.

Conservación: preocupa la alteración del patrón hidrológico en toda la cuenca y por consiguiente la alteración de la calidad del agua en la planicie costera, la intrusión salina, la erosión de la cuenca y azolvamiento de las costas y la erosión de la línea de costa por construcción de presas. Se requiere del derecho de uso de cuotas de agua para los sistemas limnológicos, la recarga de acuíferos, cuotas de sedimentos para mitigar la erosión costera y un equilibrio en el aporte de sedimentos provenientes de las tierras agrícolas a los humedales. Faltan conocimientos de la flora y la fauna, aplicación plena de la legislación sobre el uso de plaguicidas, empleo de alternativas en control de plagas; problemas de acceso por narcotráfico y uso permitido de plaguicidas en campañas antinarcóticos. Se recomienda continuar y ampliar el control de malezas acuáticas.

Grupos e instituciones: Universidad de Sonora; Universidad Autónoma de Sinaloa; Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad de Occidente; Universidad Autónoma Metropolitana; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Universidad Autónoma de Chihuahua; Universidad de Durango.

Fuente: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_020.html

Vinculación con el proyecto:

La vinculación en cuestión de las problemáticas detectada en esta RHP tiene relación directa con el tipo de proyecto que se pretende realizar, debido a que la obra pretende la apertura de un camino, por lo que para no contribuir con la

problemática de la RHP, será necesario efectuar obras de conservación de suelo, las cuales retengan los sedimentos y anulen la erosión del suelo causada por las obras.

XII.4.5. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA s)

Un AICA es un área de importancia internacional para la conservación de aves. Normalmente provee hábitat esencial para una o más especies de aves. Estos sitios pueden tener aves amenazadas, con rango de distribución restringida, las que son representativas de un bioma o concentraciones numerosas de aves en sitios de reproducción, durante su migración, o en sus sitios de hibernación.

El área del proyecto NO está situada en alguna, las más cercanas son, es Parte alta del Río Humaya, y San Juan de Camarones, ubicadas a 3.2 km al noreste y 3 km al este respectivamente figura 9.

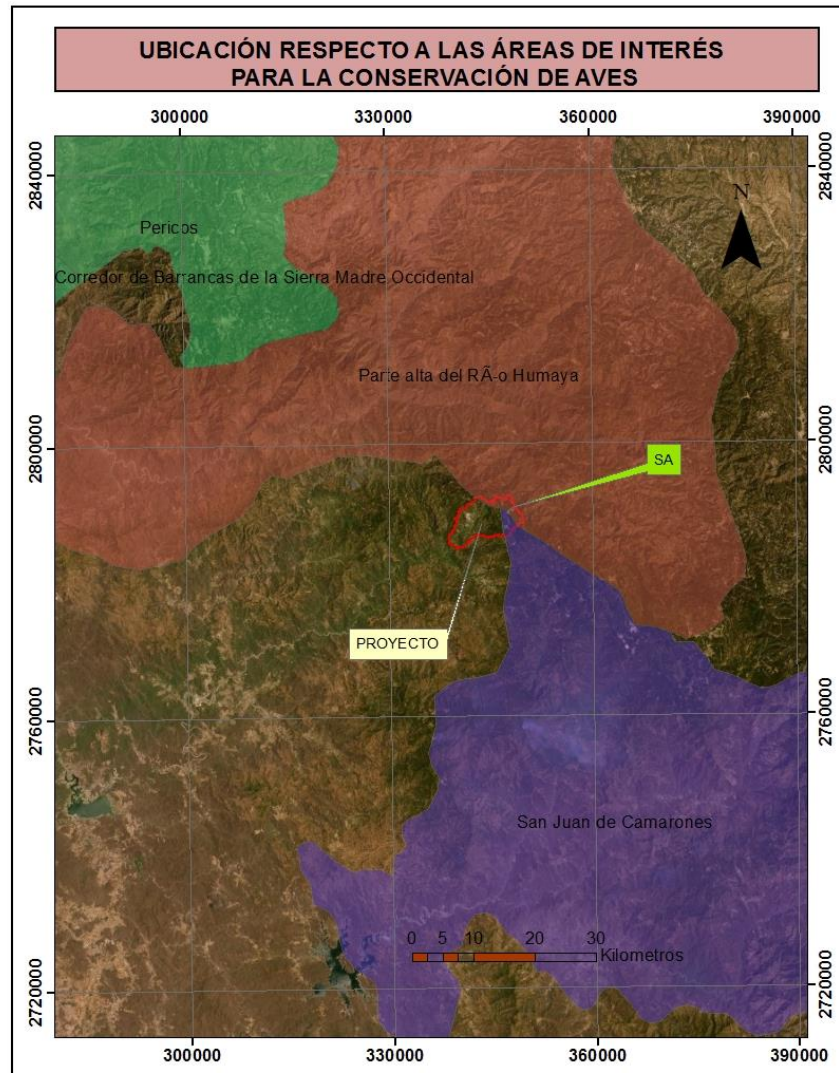


Figura 9 Ubicación con respecto a las AICA's

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

INVENTARIO AMBIENTAL

Existe una relación muy estrecha entre los patrones de distribución de las especies vegetales, el medio físico, la fauna y las actividades antropogénicas esta última altera dichos patrones como un agente externo al alterar las etapas sucesionales o al mantener una en particular como es el objeto de los aprovechamientos forestales. Sin embargo no

se ha definido de manera clara y precisa la influencia de los factores presentes, ya que las relaciones entre ellos son muy complejas y no actúan en forma aislada y es frecuente que se den relaciones complementarias y antagónicas entre ellos (Rzedowski, 1978). Una forma de evaluar los impactos de las actividades antropogénicas para el caso particular del presente estudio y para esta región, es conocer las especies vegetales presentes, su distribución y los factores de disturbio exógenos, para incorporar estrategias de manejo que tiendan a minimizar los impactos negativos al medio ambiente.

Se ubicaron las características más importantes en el área del proyecto, se describen básicamente la flora y fauna del lugar, además de mencionar a otros elementos importantes como son: el clima, la geología, el suelo, la fisiografía, la hidrología superficial y subterránea y los aspectos socioeconómicos de la zona.

Para la descripción del ecosistema vegetal en el área del proyecto se consideran los componentes ambientales de las áreas donde el proyecto tiene gran influencia, desde el punto de vista de las relaciones de los diversos elementos que integran este ecosistema regional.

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La metodología de cómo se obtuvo la delimitación del Sistema Ambiental (SA) se describe a continuación:

Para delimitar la cuenca se utilizó la extensión ARCSWAT, para el software cartográfico ARC GIS 10.3, la cual fue desarrollada por el Instituto Texano de Recursos del Agua (Texas Water Resources Institute).

El cual, para delimitar la cuenca requiere como insumos un modelo de elevación digital y la red de drenajes; el modelo de elevación digital fue obtenido de la página del INEGI, con un tamaño de pixel de 15 metros, para el caso de la red hidrográfica esta se descargó de igual manera de la página del INEGI, para la RH36 escala 1:50 000.

Teniendo los insumos se procedió con la metodología que marca la extensión ARCSWAT, misma que se describe a continuación.

Delimitación de la subcuenca

Esta opción se centra principalmente en la delimitación de la subcuenca y microcuencas de acuerdo con los parámetros que se le indiquen a la extensión. Una vez creado el proyecto, se procedió a introducir los archivos que son necesarios para la delimitación del SA.

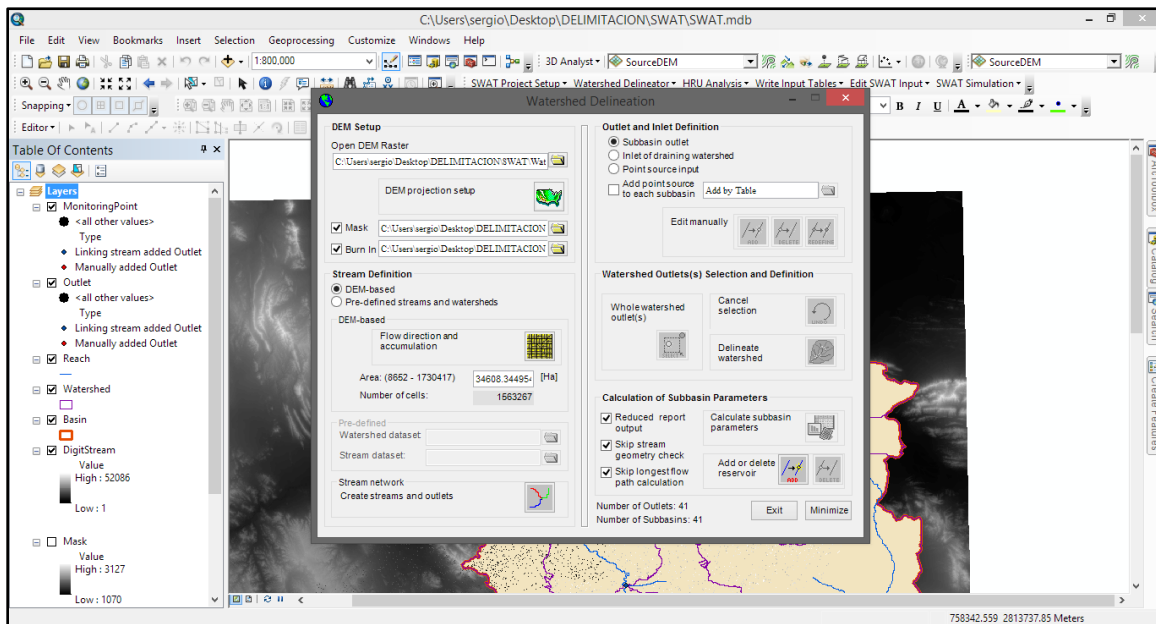


Figura 10 Módulo para generar la delimitación del SA.

La ventana está dividida en cuatro secciones:

1. Información del DEM
2. Definición del flujo
3. Definición de subcuencas
4. Definición de Salidas y cálculos de parámetros de las subcuencas.

En la sección del DEM, existen cajas de texto para cargar tres mapas diferentes como capas.

La primer caja es utilizada para cargar el DEM utilizado para calcular todas las micro cuencas y propiedades topográficas. La segunda caja es utilizada para seleccionar la máscara y la tercera caja es utilizada para cargar la red hídrica en formato shape. (Uribe N., 2010).

En la opción Open DEM Raster se direccionó el Modelo Digital de Elevación, el cual anteriormente se proyectó en UTM con Datum WGS84 de la Zona 13 Norte.

Con el siguiente recuadro Mask fue posible direccionar una Máscara, que significa delimitar el área de interés a analizar y que ArcSWAT trabaje dentro de ella y no en todo el Modelo Digital ahorrando tiempo y excluyendo datos innecesarios. La siguiente opción Burn permitió introducir al programa un archivo con la red hidrológica de la zona en archivo shape con la misma proyección que el DEM. Este archivo se descargó de la página de internet de INEGI en el apartado de red hidrográfica para la RH36.

Una vez que se realizó lo anterior, se procedió a determinar la dirección y acumulación de flujo. Esta opción permite al programa determinar, mediante la topografía del terreno, la dirección de corrientes de la red hídrica o flujo de la corriente. Como paso siguiente, se determina el área mínima que se considerará para el cálculo de la red de drenaje. Al seleccionar el comando Stream Definition, automáticamente el programa genera la red de drenaje y puntos de salida de la subcuenca.

Uribe N. (2010) menciona que la red de drenaje y los puntos de unión entre flujos, son utilizados para definir las salidas de las microcuencas, que posteriormente son mostrados sobre el mapa DEM.

En la sección siguiente Outlet and Inlet Definition se crean las microcuencas mediante los puntos de salida; el programa permite editar estos puntos, eliminándolos o moviéndolos dentro del espacio de trabajo. Lo siguiente es definir el punto de salida de la subcuenca. Con el comando Delinate Watershed el programa delimita la subcuenca y microcuencas automáticamente.

La interface permite seleccionar más de una salida. Esta característica permite simular cuencas adyacentes al mismo tiempo. Mínimo una salida debe ser seleccionada. Si existen múltiples salidas seleccionadas, cada una no debe ser escogida aguas arriba de las otras salidas. (Uribe N. 2010).

Con la opción Calculate subbasin parameters se genera información de características geomorfológicas de las microcuencas y el tramo de río principal la cual se puede observar mediante la opción Watershed Reports ubicada en Watershed Delineator, dentro de la barra de herramientas inicial.

Una vez que se han corrido todos los procesos descritos, el paso siguiente es la revisión del resultado, para lo cual se cargan las capas vectoriales de curvas de nivel y se verifica que la delimitación se haya efectuado por el parteaguas.

Desarrollado lo anterior se obtuvo finalmente el área del SA, la cual tiene una superficie de 5,006.0318 hectáreas.

La justificación de la unidad de análisis delimitada en este caso el SA, es bajo los siguientes criterios:

La delimitación de un sistema ambiental (unidad de análisis), equivale a definir la unidad geográfica de referencia donde se pueden tomar decisiones en cuando a las afectaciones de los recursos forestales. Es decir, el objetivo de crear una unidad de análisis sobre la que se puedan hacer mediciones válidas, se basa en el objetivo de homologar al intento por definir los límites del o de los ecosistemas presentes en el área donde pretende establecerse el proyecto, esta delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto del sistema ambiental, el

cual es circunscrito a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas. (Tomado de: guía sectorial para la elaboración del documento de impacto ambiental modalidad regional SEMARNAT).

Dentro de la justificación para usar este espacio geográfico del SA, se mencionan los siguientes puntos.

- Se encuentran bien representados los tipos de vegetación sobre los cuales se pretende llevar a cabo la afectación.
- El tamaño permite establecer las obras y programas para mitigar los impactos ocasionados por la ejecución del proyecto.

Con las consideraciones anteriores, el desarrollo de los apartados donde se involucre información sobre el SA, se hará como una sola unidad es decir de las unidades que se definieron, estas serán combinadas para formar un solo límite geográfico en común.

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.2.1 Aspectos abióticos

a) Clima

Por clima debemos de entender como el estado más frecuente de la atmósfera en un lugar específico, abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico (temperatura, humedad, presión, vientos y precipitación) de una determinada región durante un cierto periodo de tiempo.

Para la determinación de este hecho se recurrió a la consulta, interpretación y análisis de diferentes fuentes de información con el fin de explicar la relación de los factores y elementos climáticos que inciden en el SA y para finalmente caracterizar los tipos de clima presentes.

Por ello y con la finalidad de contar con información más precisa se identificaron las estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que se ubican en las cercanías del área del SA, además de utilizar la información contenida en las cartas de climas editadas por el INEGI. Y de acuerdo con la clasificación establecida por Köppen y modificada por Enriqueta García de Miranda (1981), se observa que a nivel del SA donde se ubica el proyecto, se tienen la presencia de las siguientes unidades climáticas:

Tabla 22 Unidades de clima dentro del SA

Clave	Tipo	Descripción	Sup. dentro del SA Ha.	% que ocupa en el SA
C(w2)(x')	Templado subhúmedo	Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del 23% mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5 al 10.2% anual.	3,898.8122	77.88
(A)C(w2)	Templado subhúmedo	Semicálido, templado subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.	1,107.2196	22.12
TOTAL			5,006.0318	100

En la figura 11 se aprecian las unidades climáticas dentro del SA, delimitada.

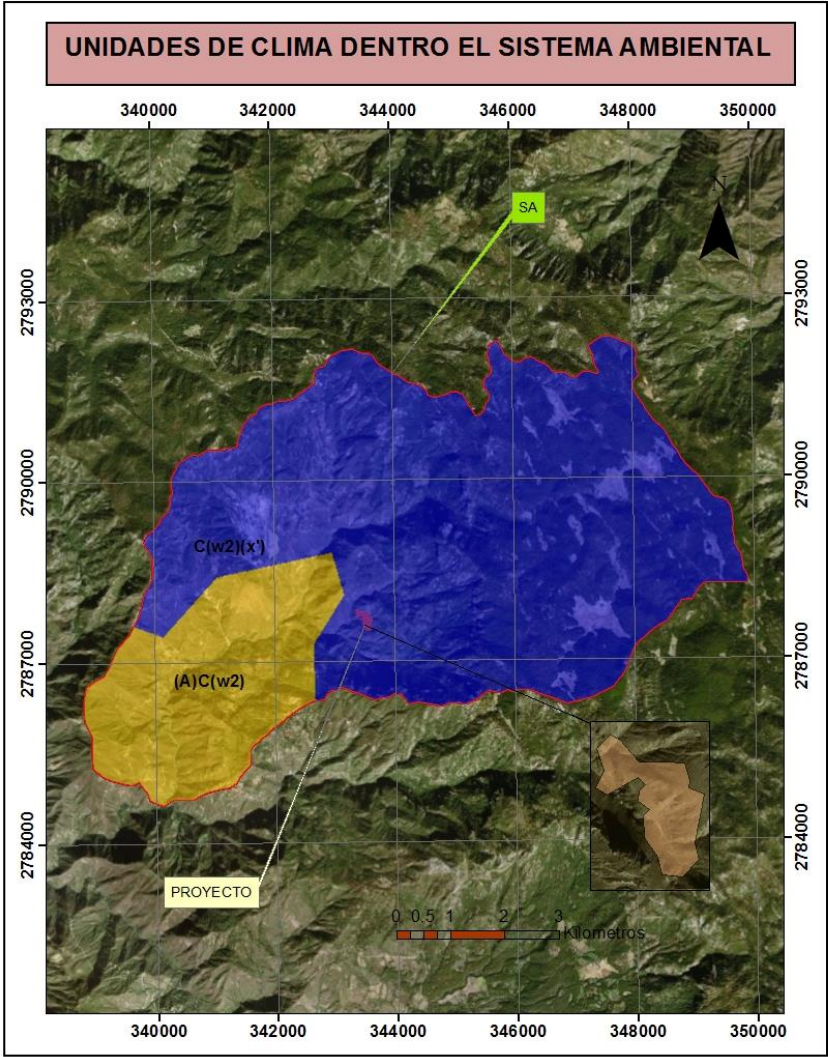


Figura 11 Unidades de clima dentro del SA

La estación identificada se muestra en la tabla 23.

Tabla 23 Ubicación de las estaciones meteorológicas

Nombre	Clave	Coordenadas Geográficas		Altura (msnm)
		Latitud	Longitud	
Topia	10086	25°13'00"N	106°34'00"W	1,770

Con los datos disponibles se obtuvieron los datos de temperatura.

Temperatura

La tabla 24, muestra los datos de las temperaturas promedio anuales de la estación donde se obtuvieron los datos meteorológicos.

Tabla 24 Temperaturas promedio

Nombre de la estación	Meses del Año												Temp. Promedio Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Topia	13.0	13.8	15.4	18.2	20.5	21.7	20.0	20.0	20.1	18.8	16.3	14.1	17.7

Temperaturas máximas

Como se observa en la tabla 25, los meses que presentan las temperaturas máximas van de abril a junio, con valores de 27.8 como el más alto correspondiente al mes junio.

Tabla 25 Temperaturas máximas

Nombre de la estación	Meses del Año												Temp. Promedio Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Topia	18.4	19.9	22.0	25.1	27.3	27.8	24.7	24.7	24.7	24.1	22.0	19.7	23.4

Temperaturas mínimas

Las temperaturas mínimas registradas corresponden a valores de 7.5° C, dato registrado por la estación en el mes de enero.

Tabla 26 Temperaturas mínimas

Nombre de la estación	Meses del Año												Temp. Promedio Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Topia	7.5	7.7	8.9	11.4	13.7	15.6	15.4	15.4	15.4	13.4	10.5	8.6	12.0

Precipitación y temperatura

Para los datos de precipitación, debido a que la estación meteorológica más cercana, se encuentra fuera de operación, se recurrió a las Isoyetas, que proporciona el INEGI, se encontró que sobre el SA influyen las isoyetas de 1,200 y 1,000 mm, con estos valores se realizó el procedimiento de interpolación, con apoyo del software Arc gis 10.3.

Para la información de temperatura se utilizaron las isotermas, obtenidas de los vectoriales del INEGI, de estas se obtuvo el valor medio, tabla 27.

Tabla 27 Valores de precipitación y temperatura

Precipitación promedio anual	Temperatura promedio anual
1,098.91	17.0

Heladas, granizadas y vientos

Heladas

La invasión a territorio mexicano de masas de aire polar continental generalmente seco, procedente del sur de Canadá y del norte de los Estados Unidos de América, ocasiona un enfriamiento de las regiones por donde se desplaza y contribuye a la generación de heladas.

Las condiciones para que ocurra dicho meteoro son: cielo despejado, noches largas, viento débil o en calma y atmósfera relativamente seca. Esto origina la pérdida rápida de calor de la superficie sólida terrestre más que del aire que descansa sobre ella, entonces el aire más próximo a la superficie se enfría también y si llega al punto de saturación por abajo de los 0°C de temperatura se produce la helada. Este fenómeno ocurre principalmente en el invierno, la máxima incidencia es en enero o diciembre, aunque las heladas más peligrosas son las que se presentan fuera del período normal; las tempranas suceden en octubre y las tardías en junio.

De acuerdo con la información obtenida de la estación meteorológica consultada, las heladas se dan entre los meses de octubre a marzo.

Granizadas

El Granizo es un tipo de precipitación que consiste en partículas irregulares de hielo. El granizo se produce en tormentas intensas en las que se producen gotas de agua sobre enfiadas, es decir, aún líquidas pero a temperaturas por debajo de su punto normal de congelación (0 °C), y ocurre tanto en verano como en invierno, aunque el caso se da más cuando está presente la canícula, días del año en los que es más fuerte el calor.

Los datos obtenidos de la consulta de la estación meteorológica se muestran en la tabla 28.

Tabla 28 Granizadas

Nombre de la estación	Meses del Año												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Topia	0.3	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	0.4	0.5	0.1	0.1	0.2	0.3	3.2

Tormentas eléctricas

A continuación, se muestran los datos de los días con presencia de tormentas eléctricas de acuerdo a la información de la estación.

Tabla 29 Tormentas eléctricas

Nombre de la estación	Meses del Año												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Topia	0.5	0.5	0.2	0.3	0.9	5.8	10.1	9.9	7.2	2.5	0.5	0.6	39.0

Fenómenos meteorológicos

Los fenómenos meteorológicos que se desarrollan a continuación, fueron consultados en la página de internet del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

Ciclones

La clasificación de riesgo que proporciona el CENAPRED, se presenta por municipio, en el caso del SA delimitada, esta se encuentra enteramente dentro del municipio de Topia, municipio que se encuentra con un grado de riesgo medio, en la figura 12; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecia la ubicación.

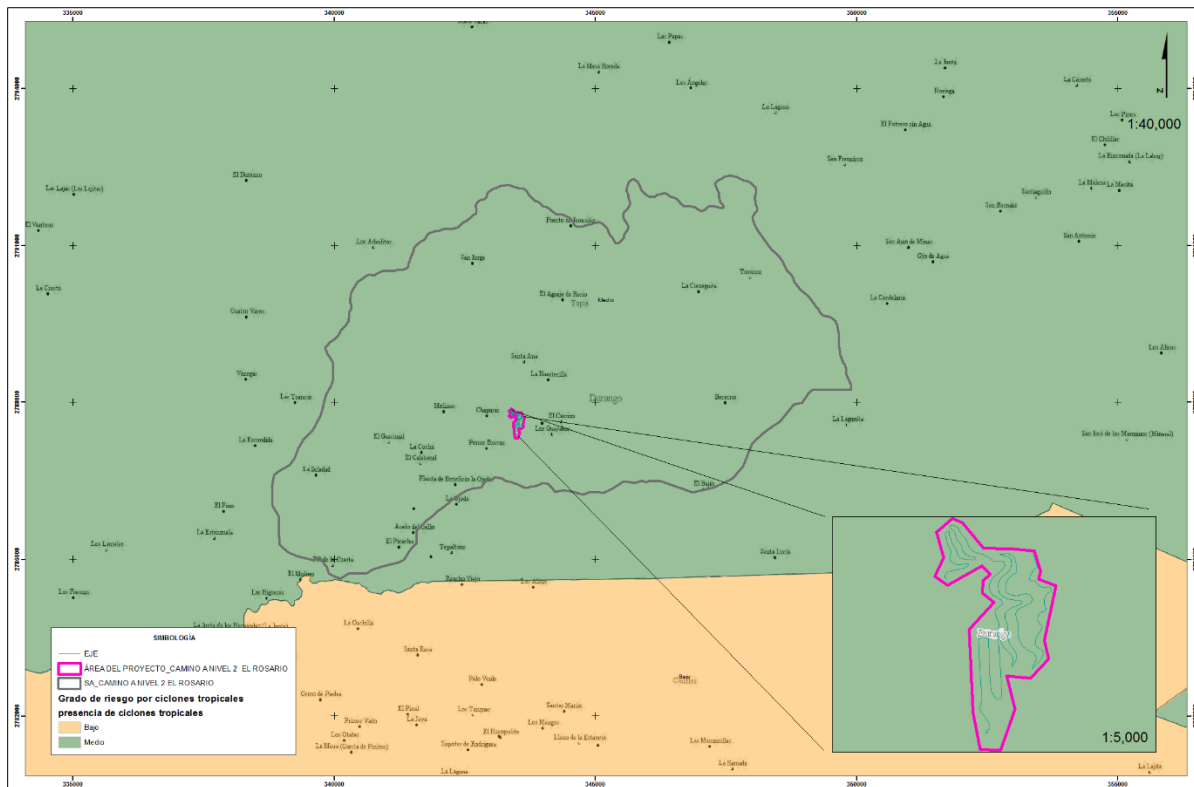


Figura 12 Grado de riesgo de presencia de ciclones tropicales en el SA

Riesgo de deslizamiento de laderas

La inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción de masa, se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para autosustentarse, lo que deriva en reacomodos y colpasos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: caídos, deslizamientos y flujos.

El grado de estabilidad de una ladera depende de diversas variables (factores condicionantes) tales como la geología, la geomorfología, el grado de intemperismo, la deforestación y la actividad humana, entre otros. Los sismos, las lluvias y la actividad volcánica son considerados como factores detonantes o desencadenantes de los deslizamientos (factores externos).

De entre los fenómenos geológicos, los deslizamientos de laderas son los más frecuentes en el país y su tasa de mayor ocurrencia es en la temporada de lluvias. Aunque también pueden ocurrir durante sismos intensos, erupciones volcánicas y por actividades humanas como cortes, colocación de sobrecargas (viviendas, edificios, materiales de construcción, etc.), escurrimientos, filtraciones de agua, excavaciones, etc. Debido a que el agua juega el papel más importante en la inestabilidad de una ladera, las medidas de prevención y mitigación deben ser orientadas a reducir al

mínimo su ingreso al interior de las laderas. Fuente (<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/inestabilidad-laderas.html>).

De acuerdo a la zonificación generada, en la figura 13, se presentan las áreas potenciales de deslizamiento de laderas.

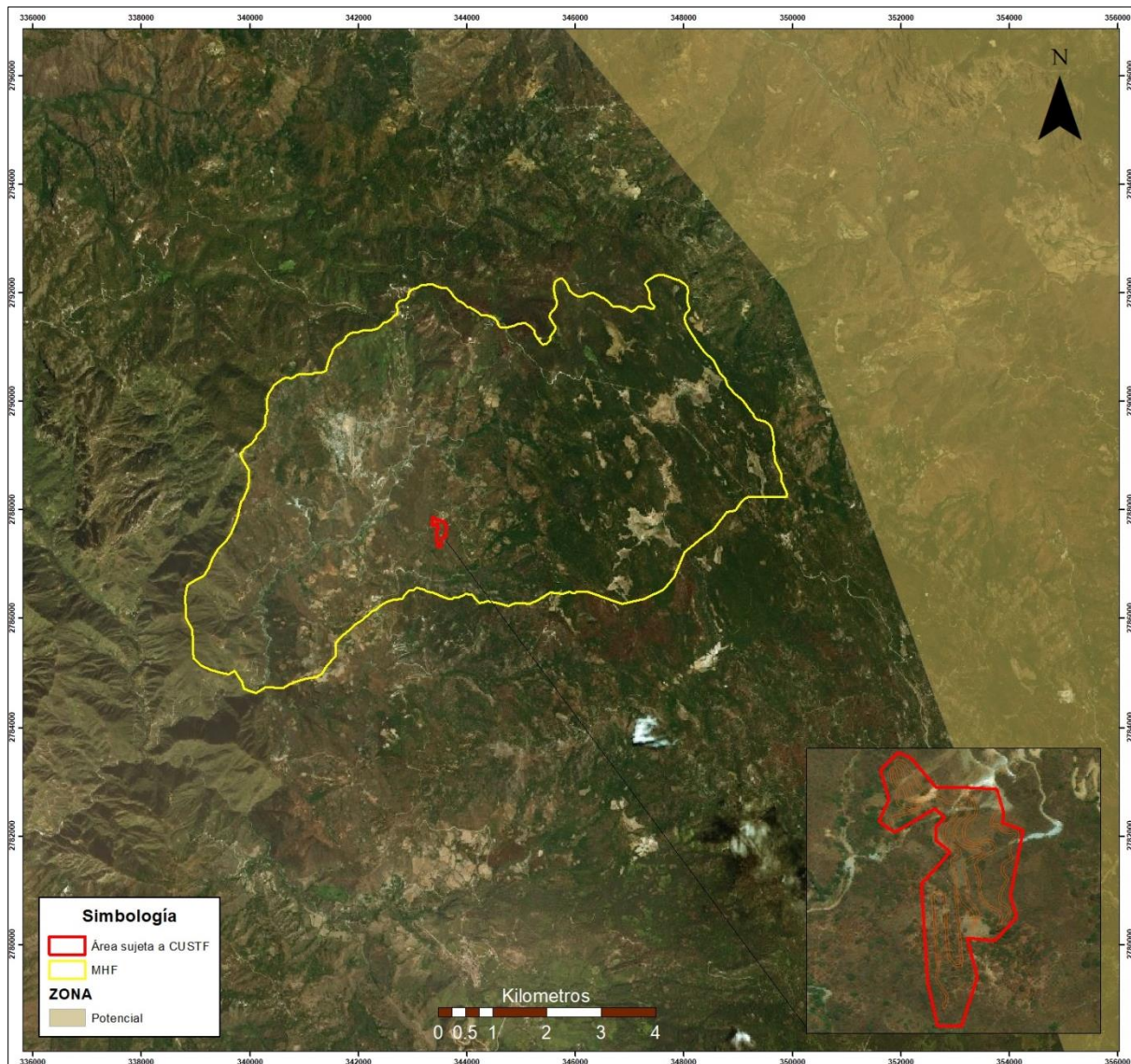


Figura 13 Zonas potenciales de deslizamiento de laderas

Granizadas

El granizo es un tipo de precipitación sólida que presenta forma de bola. Estos trozos de hielo se originan cuando las gotas de agua muy frías se congelan en la parte superior de las nubes y caen cuando, al ser tan grandes, no pueden ser sostenidas por las corrientes de aire. En consecuencia, caen al suelo sin fundirse.

De acuerdo a información del CENAPRED, el grado de riesgo, para nuestro país se clasifica como: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo; en la figura, se aprecia la clasificación para el área del SA.

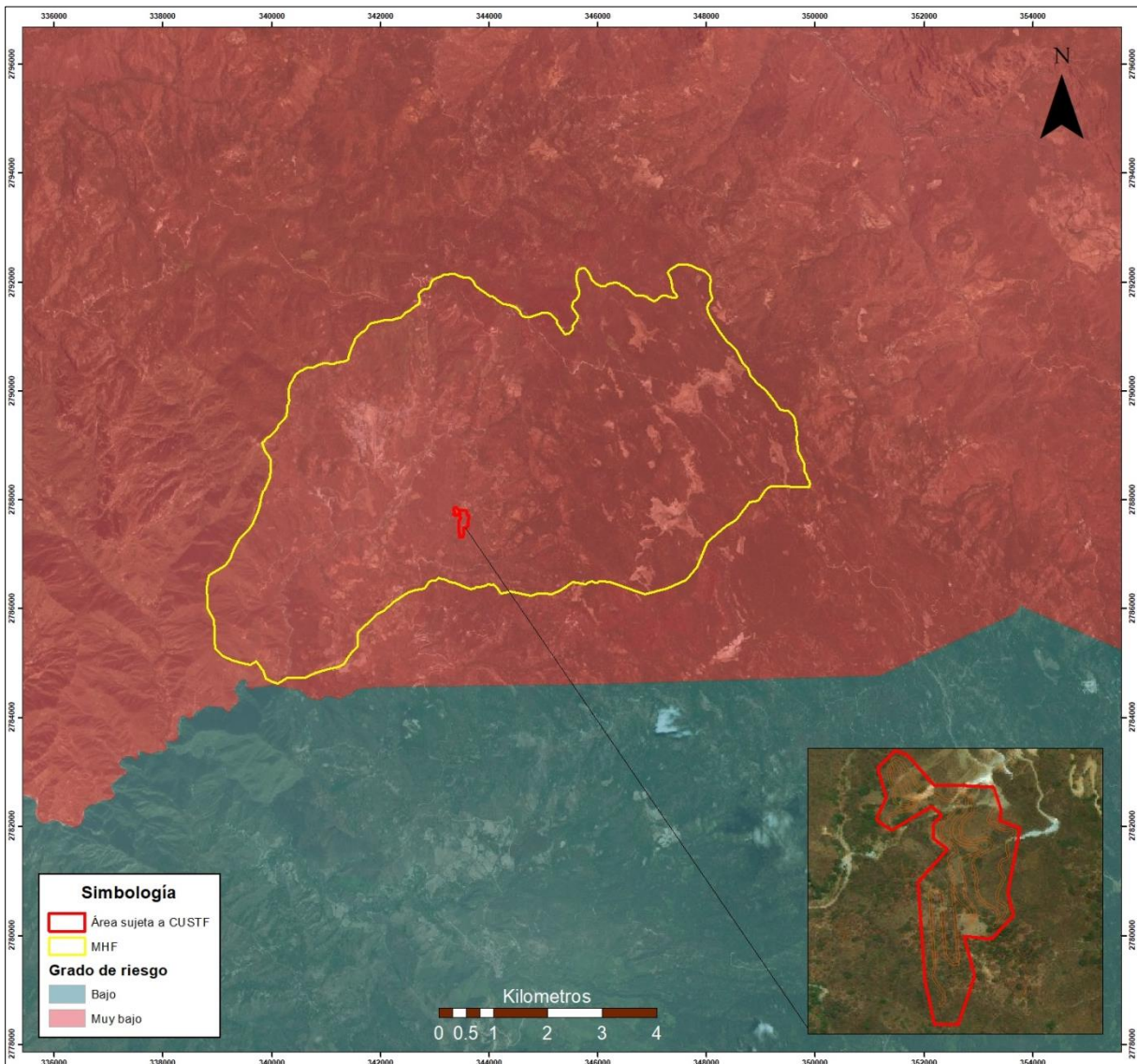


Figura 14 Grado de riesgo por granizo

Tormentas eléctricas

Según la definición que hay en la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), una tormenta eléctrica es aquella producida por un tipo de nube cumulonimbos y que está acompañada de relámpagos y truenos.

De acuerdo a la clasificación del CENAPRED, en la figura 15, se muestra el grado de riesgo para la zona del SA.

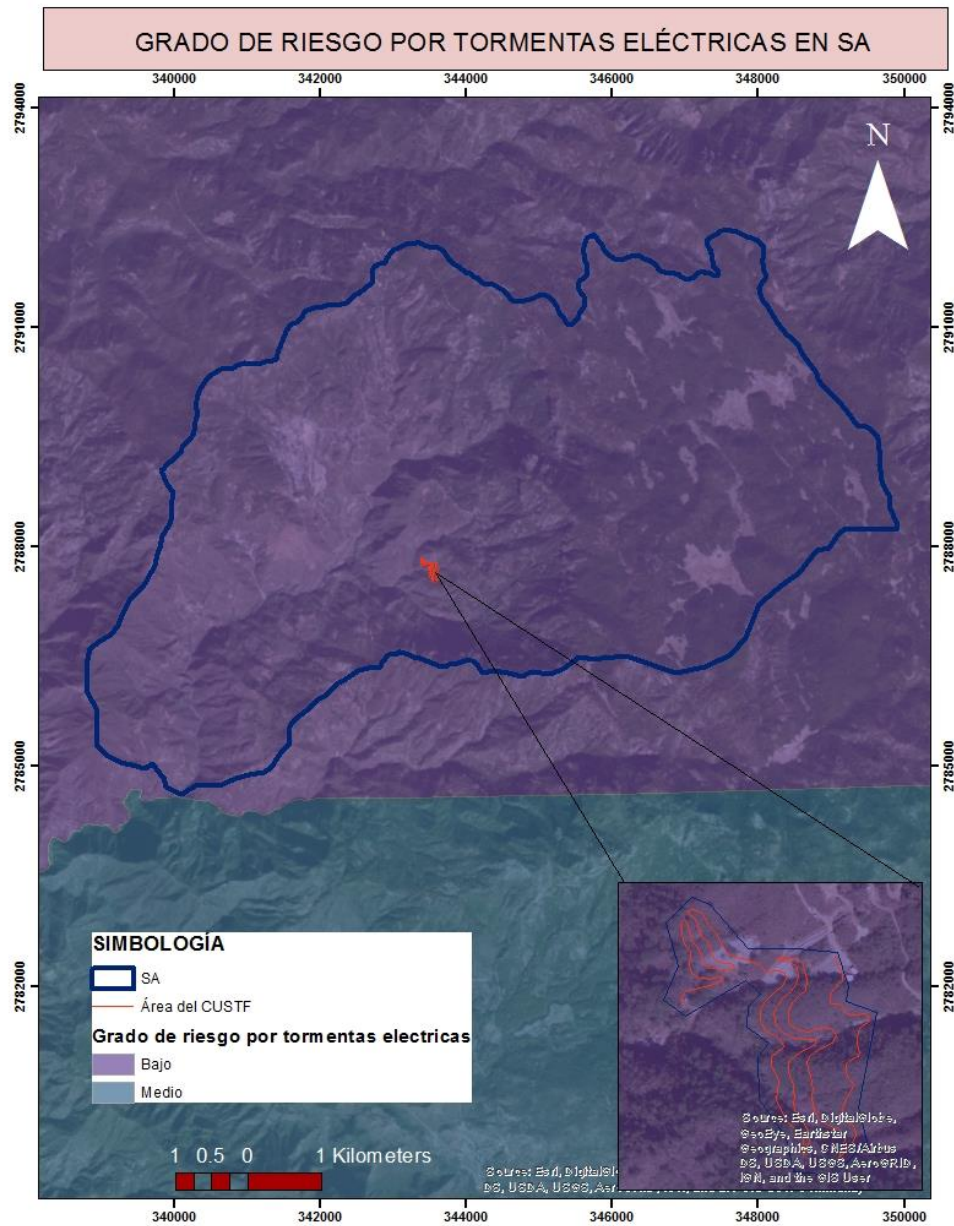


Figura 15 Grado de riesgo por tormentas eléctricas en el SA

Sequías

La sequía es un conjunto de condiciones ambientales, en donde la atmósfera tiene muy poca humedad. Esta falta de humedad se nota en la ausencia de nubes y lluvias, y debe ser lo suficientemente larga en el tiempo, al grado que

provoque desequilibrios hidrológicos y ecológicos; sin lluvia, el agua no llega a los ríos, los cuales se pueden secar, al igual que los lagos y las lagunas, afectando de forma muy seria a todos los seres vivos que dependen de ellos. Fuente (<http://www.aguasimple.org.mx>)

En la figura, se muestra el grado de riesgo por sequía de acuerdo a la clasificación del CENAPRED.

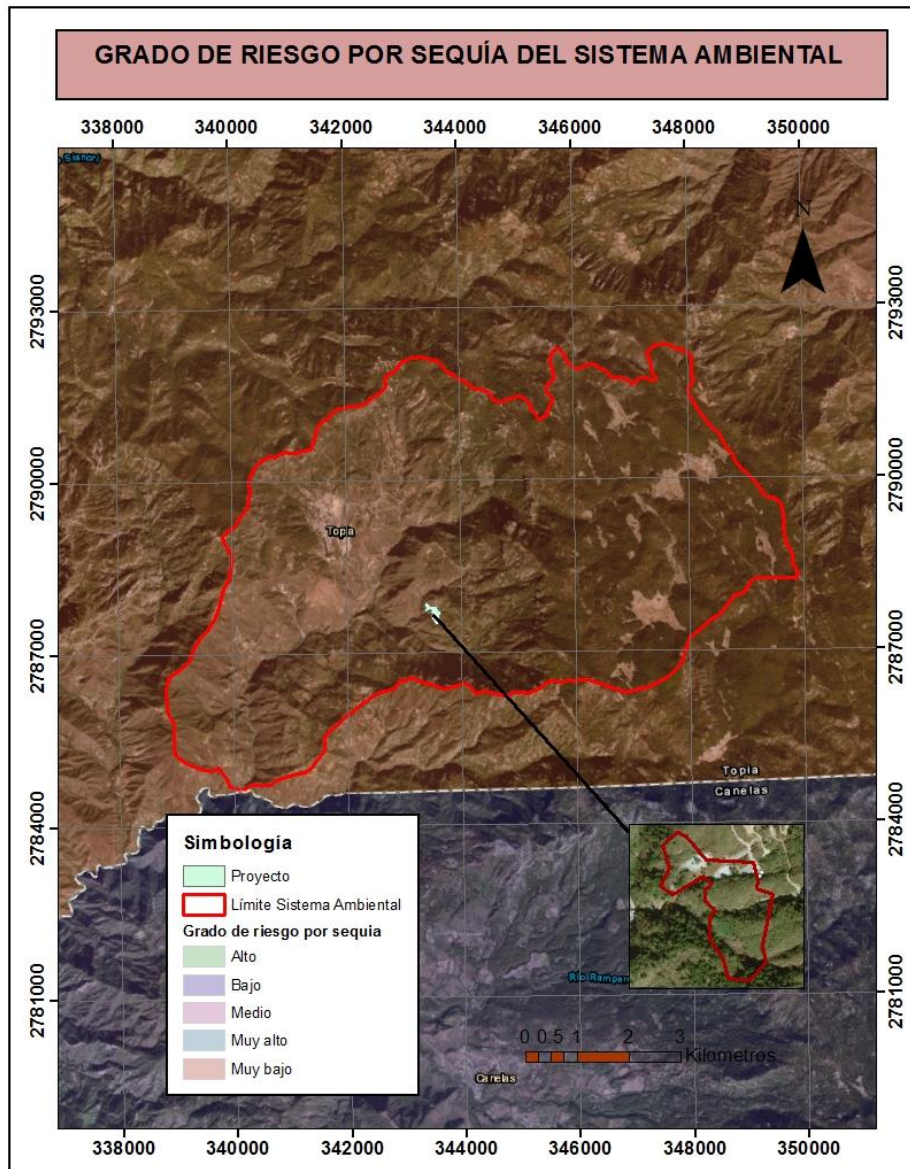


Figura 16 Grado de riesgo por sequía en el SA

b) Geología y geomorfología

De acuerdo con las cartas de geología de INEGI, la región de estudio presenta en su territorio litología del cenozoico, y en especial del periodo neógeno y paleógeno. En se presenta el tipo de roca ígnea extrusiva ácida e intermedia. En cuanto a las rocas del tipo ígnea extrusiva ácida son las que prevalecen en el SA.

Las rocas ígneas (del latín *ignis*, fuego) también nombradas magmáticas, son todas aquellas que se han formado por solidificación de un de material rocoso, caliente y móvil denominado *magma*; este proceso, llamado cristalización, resulta del enfriamiento de los minerales y del entrelazamiento de sus partículas. Este tipo de rocas también son formadas por la acumulación y consolidación de lava, palabra que se utiliza para un magma que se enfría en la superficie al ser expulsado por los volcanes.

Consultando la carta temática de geología donde se ubica el presente Proyecto, editada por el INEGI se determina la siguiente descripción geológica para el SA.

Tabla 30 Geología dentro del SA

Clave	ENTIDAD	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	Sup. ha	%
Ts(Igea)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	Cenozoico	Neógeno	3,254.0527	65.00
Ti(Igei)		Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva Intermedia	Cenozoico	Paleógeno	1,751.9791	35.00
Total						5,006.0318	100

En la figura 17 se aprecia la distribución de las claves geológicas dentro del SA.

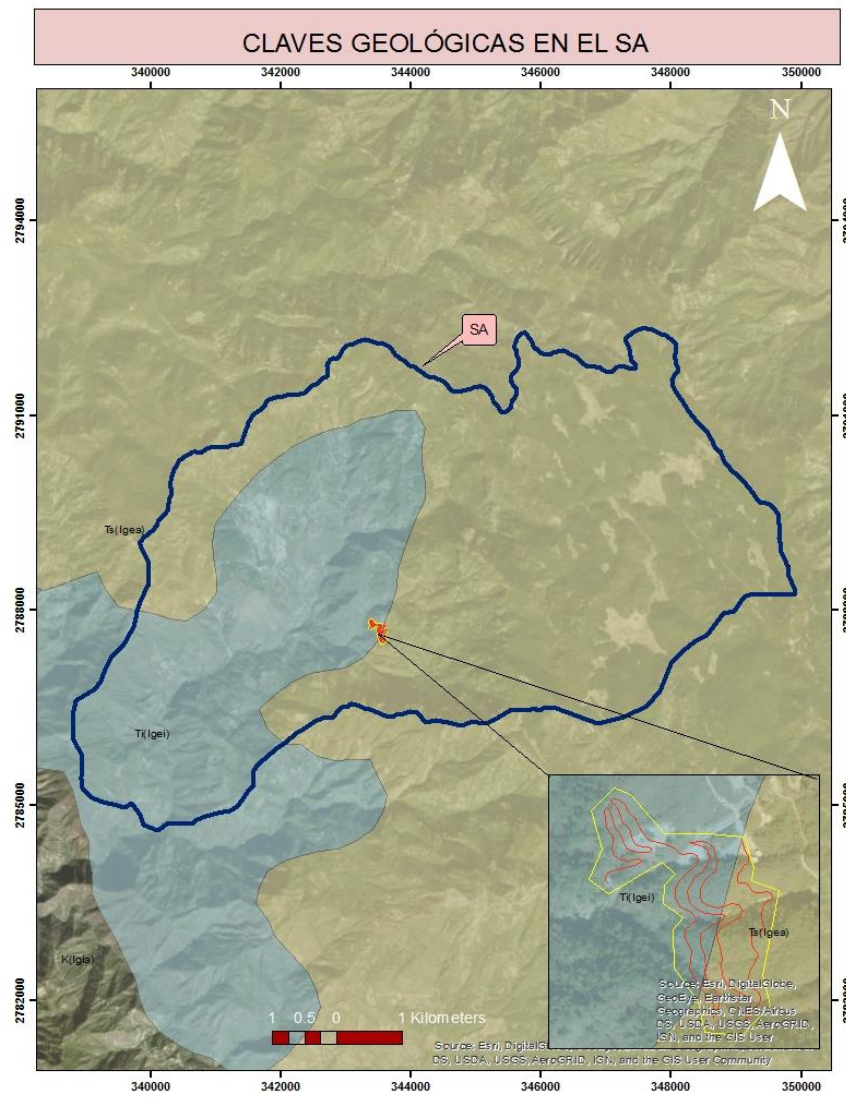


Figura 17 Claves geológicas en el SA

Basamento

Rocas ígneas extrusivas

Las rocas ígneas extrusivas, o volcánicas, se forman cuando el magma fluye hacia la superficie de la tierra y hace erupción o fluye sobre la superficie de la tierra en forma de lava; y luego se enfría y forma las rocas. La lava que hace erupción hacia la superficie de la tierra puede provenir de diferentes niveles del manto superior de la tierra, entre 50 a 150 kilómetros por debajo de la superficie de la tierra.

Fallas y Fracturas

Para identificar las fallas y fracturas se consultó la información proporcionada por el INEGI, datos vectoriales; en la información obtenida se puede apreciar que dentro del SA no se tiene la presencia de fallas o fracturas; en la figura 18, se puede apreciar la ubicación de las entidades con respecto al SA.

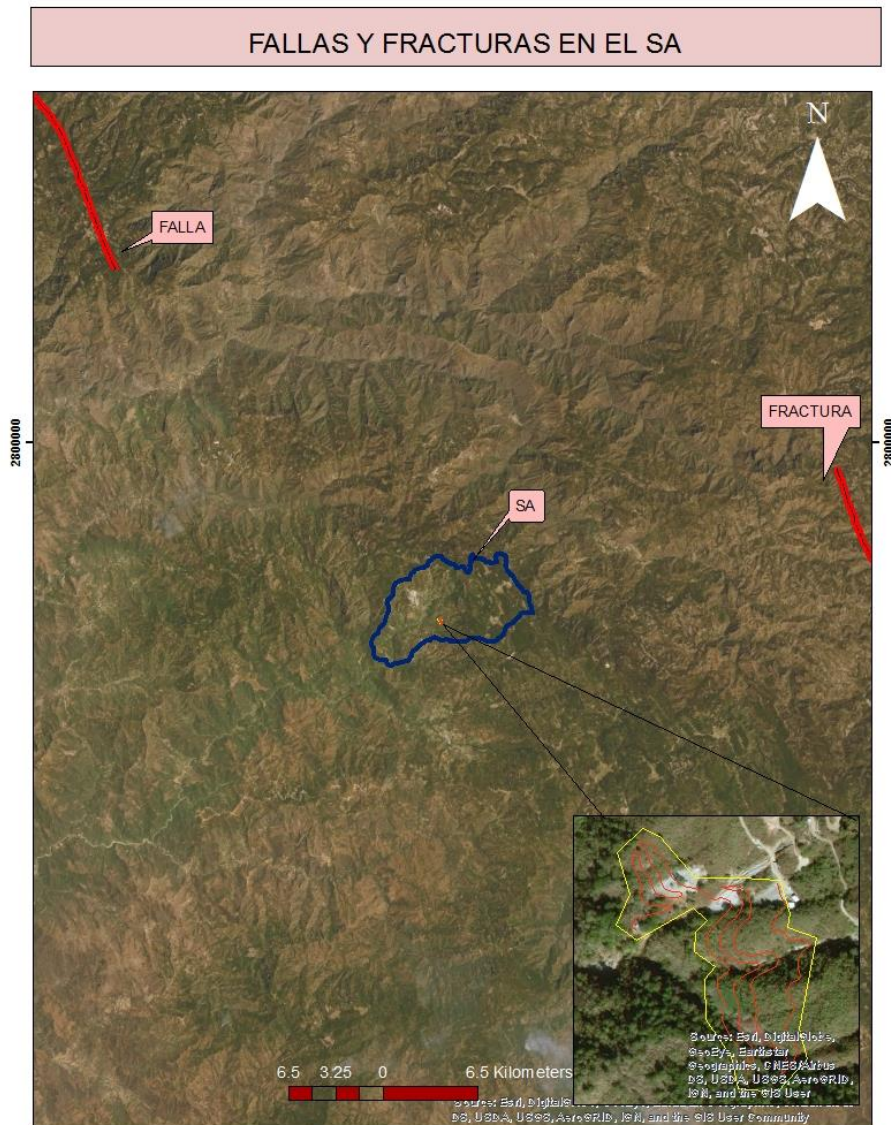


Figura 18 Fallas y fracturas SA

Sismicidad

Para conocer la susceptibilidad de la zona a los sismos se consultó la página de internet del CENAPRED, donde se obtuvo la información que aquí se describe.

Ésta cuenta con cuatro zonas. La zona A, en color verde (asísmica), es aquella donde no se tienen registros históricos, no se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (G).

La zona D, en color rojo (sísmica), es aquella en donde han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de aceleración. Las zonas Amarillas y Naranjas, intermedias a las dos anteriores, presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de G.

Las zonas intermedias B y C, en color amarillo (penisísmica), son aquellas en donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

De acuerdo a la regionalización sísmica de México, el SA se ubica en la zona amarilla considerada como penisísmica.

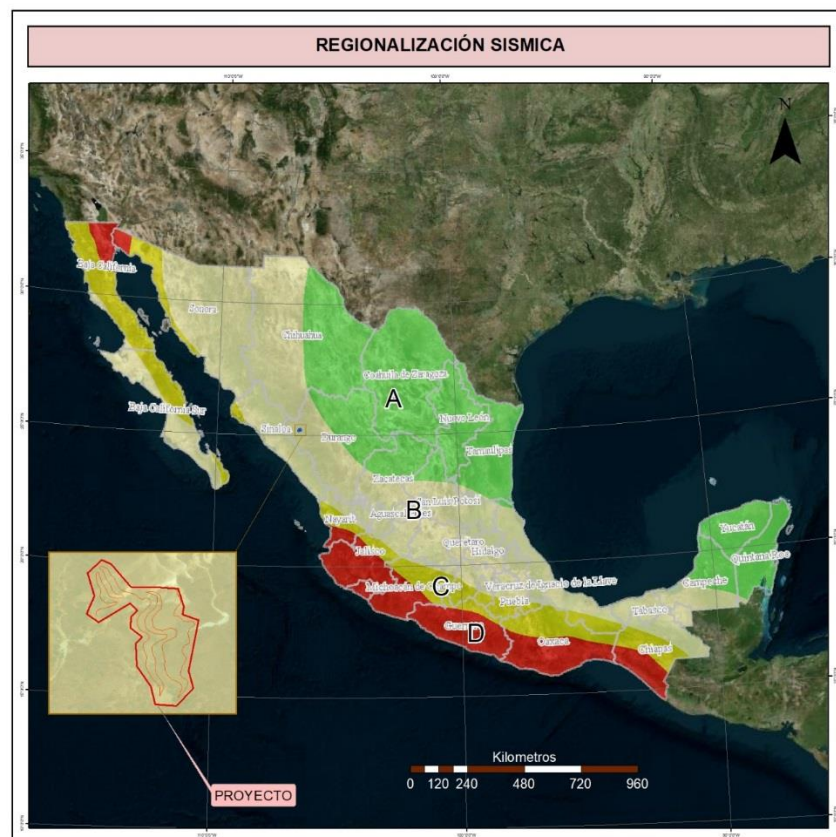


Figura 19 Regionalización sísmica SA

Susceptibilidad a deslizamientos

Para obtener datos sobre la susceptibilidad del SA se consultó la página de internet de CENAPRED, donde se identificó que la región potencial de deslizamiento de laderas, más cercana, se denomina Golfo de California-Chihuahua-Durango, y se ubica a una distancia aproximada de 1 kilómetro del punto más cercano del SA, en la siguiente figura se puede apreciar la ubicación.

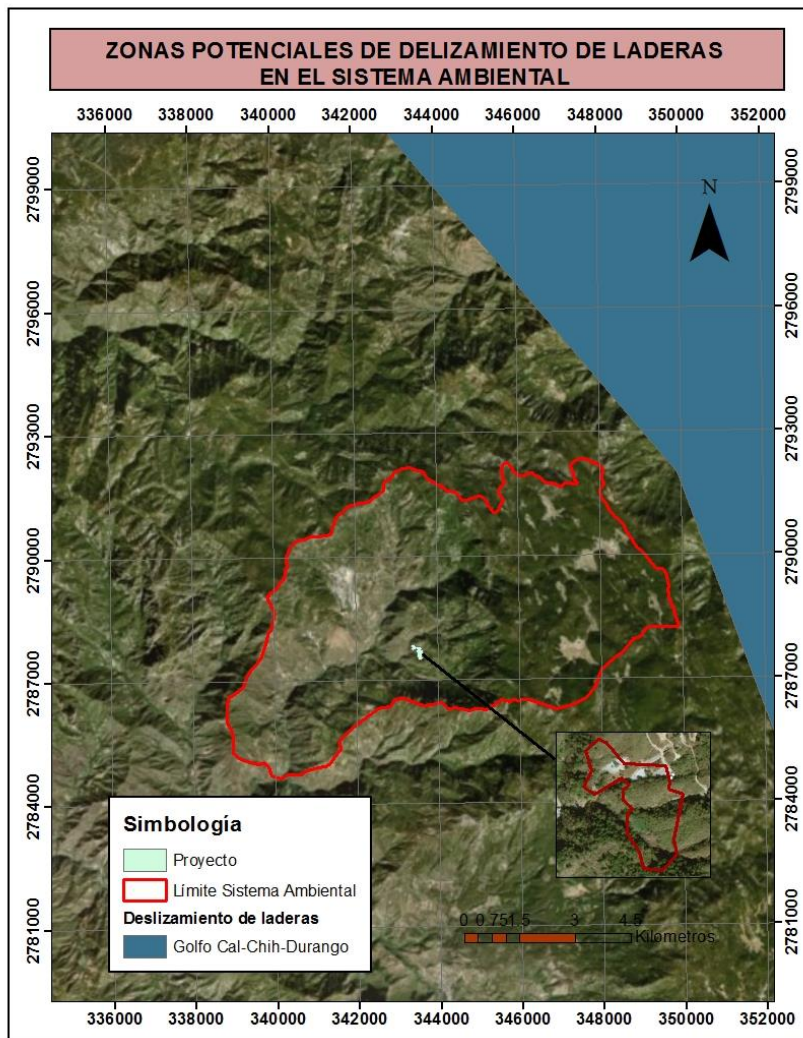


Figura 20 Deslizamiento de laderas

Topografía

Sistema de topoformas

En la siguiente tabla se describen los sistemas de topoformas que se tienen al interior del SA.

Tabla 31 Sistema de topoformas en el SA

Clave	Entidad	Nombre	Descripción	Sup. Ha.	%
107-0/01	SISTEMA DE	Sierra	Sierra alta con cañones	3,206.617	64.06
320-0-0/02	TOPOFORMAS	Meseta	Superficie de gran meseta con cañadas	1,799.4178	35.94
Total				5,006.0348	100

En la figura 21 se puede apreciar el sistema de topoformas.

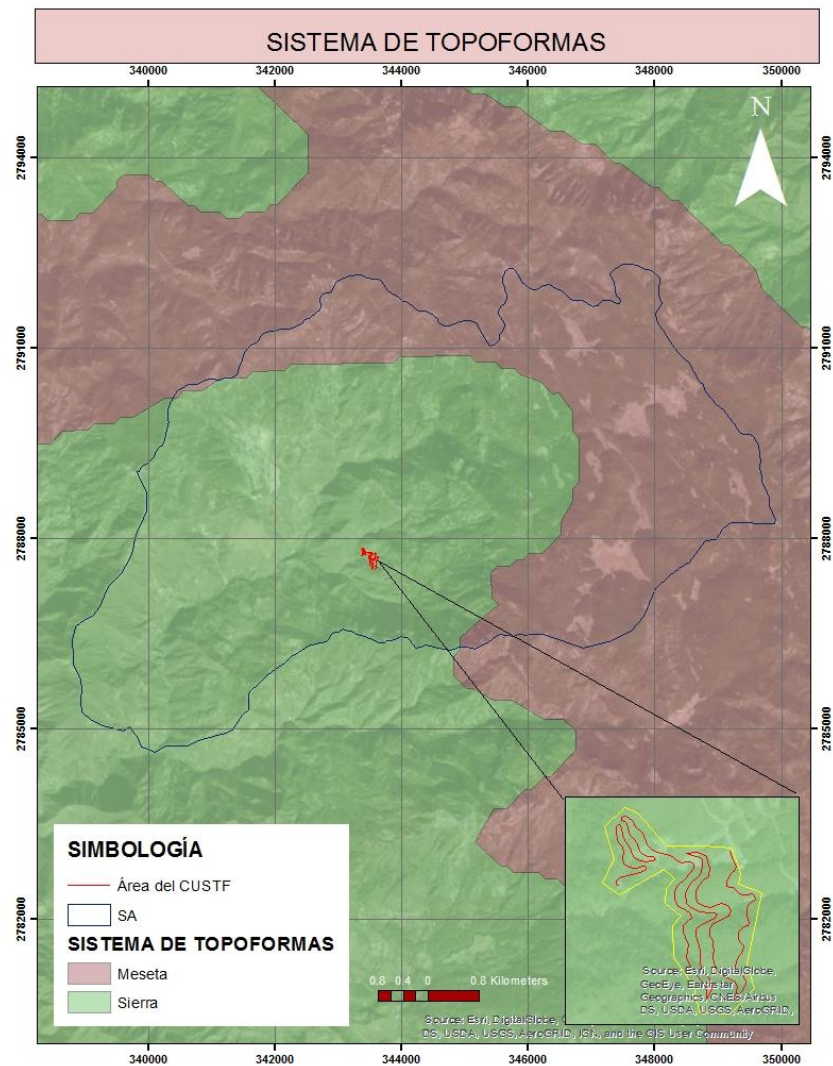


Figura 21 Sistema de topoformas en el SA

Condiciones de relieve

La ubicación del SA es sobre terrenos con lomeríos.

Los principales rasgos orográficos dentro del SA son los siguientes.

Tabla 32 Principales elevaciones en el SA

Nombre	UTM X	UTM Y	Altura (msnm)
Cerro Alto del Chivo	345156	2786327	2454
Cerro La Ceja de Santa Ana	345343	2787829	2359
Cerro San Bartolo	347026	2791656	2641
Cerro Alto La Manguita	345728	2792245	2638
Cerro La China	344366	2791575	2515

Pendientes

En la siguiente tabla 33 se aprecian las pendientes que se tienen al interior del SA.

Tabla 33 Pendientes dentro del SA

Pendiente	Sup. Has	%
0 - 26%	1,413.9174	28.2443
26.1 - 52%	1,817.7049	36.3103
52.1 - 78%	1,236.8343	24.7069
78.1 - 104%	427.2751	8.5352
104.1 - 130%	82.9777	1.6576
130.1 - 156%	21.2415	0.4243
156.1 - 182%	4.2701	0.0853
182.1 - 207%	1.3603	0.0272
207.1 - 233%	0.3004	0.0060
233.1 - 259%	0.1502	0.0030
TOTAL	5,006.0318	100

La pendiente media es de 43.48%, la dominante está dentro del rango de 26.1 - 52%, ocupando una superficie de 1,817.7049 hectáreas, que representan el 36.31% del total. Las pendientes dominantes indican que el SA se tiene una topografía de quebradas.

En la figura 22 se puede apreciar la distribución de las pendientes.

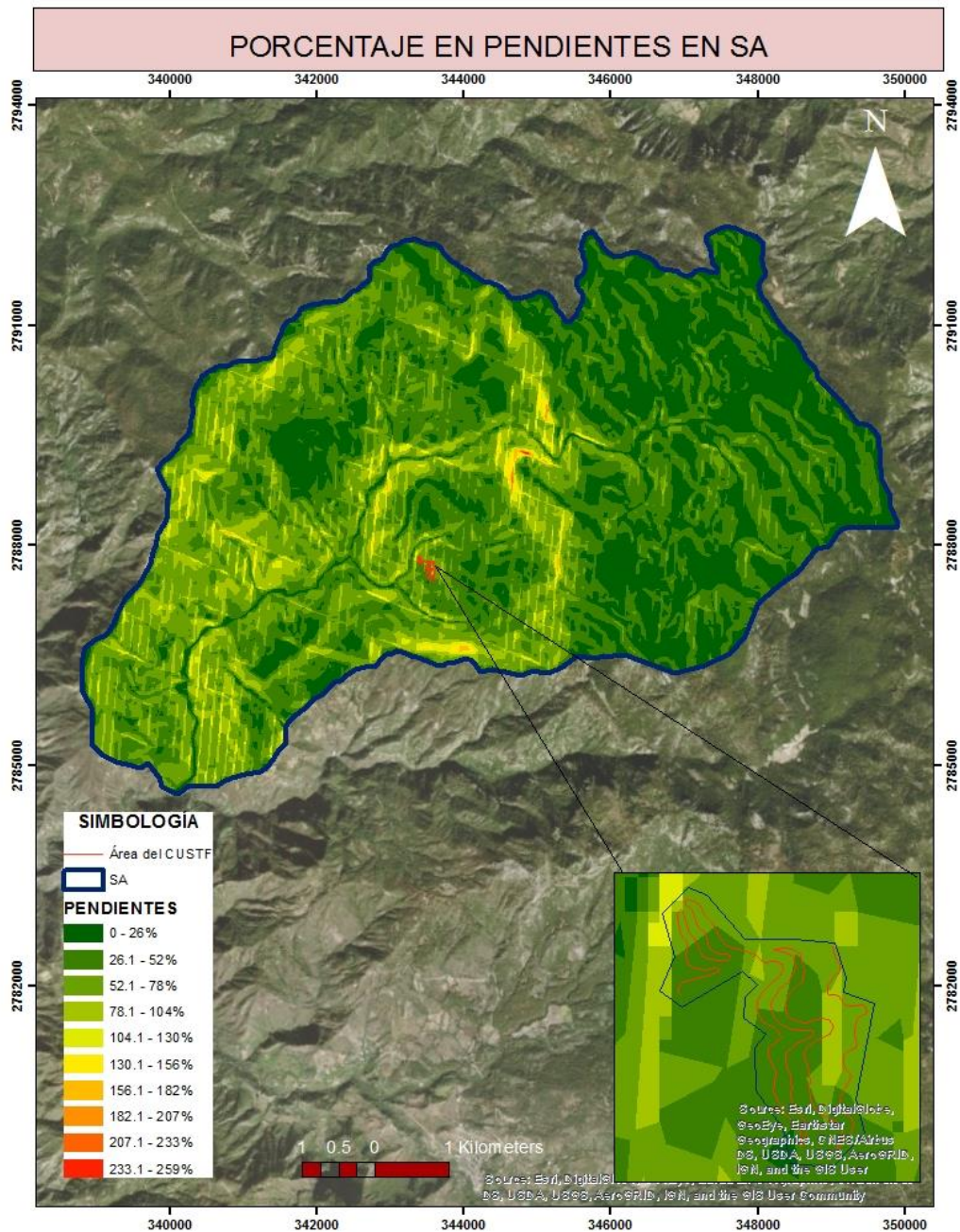


Figura 22 Pendientes dentro del SA

Exposiciones

Una vez que se hicieron los procesos del CEM, se obtuvieron las exposiciones al interior del SA, estas se expresan en la siguiente tabla.

Tabla 34 Exposiciones dentro del SA.

Exposición	Has	%
Cenit	18.0788	0.36
Este	585.8171	11.70
Noreste	380.3078	7.60
Noroeste	449.4374	8.98
Norte	364.0413	7.27
Oeste	814.5013	16.27
Sur	701.0696	14.00
Sureste	704.7793	14.08
Suroeste	987.9992	19.74
Total	5,006.0318	100

La exposición dominante en el SA corresponde a la SUROESTE, con el 19.74% del total de la superficie seguida de la exposición SURESTE, con 14.08%.

Las exposiciones se muestran en la figura 23.

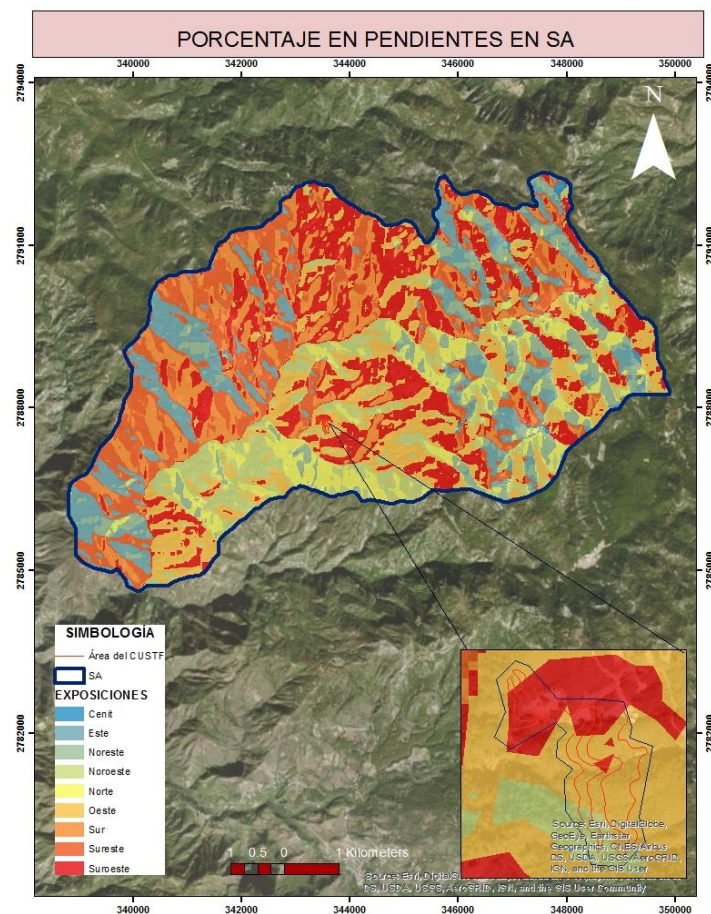


Figura 23 Exposiciones dentro del SA

c) Suelos

El suelo es resultado del intemperismo de la roca a través de un largo período de tiempo. La información se presenta en base a la consulta de la Carta de Edafología escala 1:250,000 editada por INEGI (2014). Además, para los datos de calificadores y especificadores se recurrió a la Base de Referencia Mundial del Recurso Suelo, editado por la FAO/UNESCO (2006).

Ahora bien, considerando las condiciones climatológicas y geográficas de la región en la que se ubica el SA, el desarrollo de los suelos puede ser clasificado como; primarios, secundarios y terciarios:

- **Suelo Primario:** Suelo que ocupa la mayor extensión dentro de la unidad edafológica, que está integrado por una asociación de suelos. Se estima que ocupa el 60% o más en extensión,
- **Suelo Secundario:** Grupo de suelo, que se estima, ocupa al menos un 20% de extensión de la unidad edafológica.
- **Suelo Terciario:** Grupo de suelo que se estima, ocupa un 20% como máximo de extensión de la unidad edafológica, se indica al final de la clave de la unidad edafológica.

Las asociaciones de suelos, presentes dentro del SA en la que se encuentra el predio para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se muestran en las tablas 35, 36, 37 y 38.

Descripción de las características de los suelos

Para obtener los tipos de suelo a nivel de SA, se consultó la información del INEGI serie II con el sistema de clasificación WRB (Base de referencia mundial, por sus siglas en inglés), en la siguiente tabla se muestran los resultados de la consulta.

Tabla 35 Tipos de suelo en el SA (tabla 1)

CLAVE WRB	Suelo 1		
	Suelo principal	Calificador Suplementario	Calificador Principal
LVhuum+LPmosk/2R	LUVISOL	Húmico	Úmbrico
LVhuum+LPskli/2r	LUVISOL	Húmico	Úmbrico
LVskplen+CMsklep/3	LUVISOL	Epiesquelético	Endoléptico
PHlvvr+LVhuvr+LPmosk/2R	PHAEOZEM	Lúvico	Vértico
RGeuskp+CMcrsk+LPskli/2	REGOSOL	Éutrico	Epiesquelético
UMhulep+LVdylep/2r	UMBRISOL	Húmico	Epiléptico

Tabla 36 Tipos de suelo en el SA (tabla 2)

CLAVE WRB	Suelo 2		
	Suelo principal	Calificador Suplementario	Calificador Principal
LVhuum+LPmosk/2R	LEPTOSOL	Mólico	Esquelético
LVhuum+LPskli/2r	LEPTOSOL	Esquelético	Lítico
LVskplen+CMsklep/3	CAMBISOL	Esquelético	Epiléptico
PHlvvr+LVhuvr+LPmosk/2R	LUVISOL	Húmico	Vértico
RGeuskp+CMcrsk+LPskli/2	CAMBISOL	Crómico	Esquelético
UMhulep+LVdylep/2r	LUVISOL	Dístrico	Epiléptico

Tabla 37 Tipos de suelo en el SA (tabla 3)

CLAVE WRB	Suelo 3		
	Suelo principal	Calificador Suplementario	Calificador Principal
LVhuum+LPmosk/2R	N	N	N
LVhuum+LPskli/2r	N	N	N
LVskplen+CMsklep/3	N	N	N
PHlvvr+LVhuvr+LPmosk/2R	LEPTOSOL	Mólico	Esquelético
RGeuskp+CMcrsk+LPskli/2	LEPTOSOL	Esquelético	Lítico
UMhulep+LVdylep/2r	N	N	N

Tabla 38 Tipos de suelo en el SA (tabla 4)

CLAVE WRB	Textura	Limitante Física	Posición	Sup. Ha.	%
LVhuum+LPmosk/2R	Media	Pedregosa	Aproximada	1,853.0691	37.02
LVhuum+LPskli/2r	Media	Gravosa	Aproximada	1,943.4909	38.82
LVskplen+CMsklep/3	Fina	N	Aproximada	0.0245	0.00
PHlvvr+LVhuvr+LPmosk/2R	Media	Pedregosa	Aproximada	756.2959	15.11
RGeuskp+CMcrsk+LPskli/2	Media	N	Aproximada	318.5473	6.36
UMhulep+LVdylep/2r	Media	Gravosa	Aproximada	134.6041	2.69
Superficie total				5,006.0318	100

De acuerdo a la consulta de la información, las principales unidades de suelo que se encuentran al interior del SA son: Luvisol, Phaeozem, Regosol y Umbrisol. La descripción de estos se muestra en la tabla 39

Tabla 39 Descripción de los tipos de suelo presentes en el SA

Suelo	Descripción
Luvisol	El término Luvisol deriva del vocablo latino "luere" que significa lavar, haciendo alusión al lavado de arcilla de los horizontes superiores para acumularse en una zona más profunda. Los Luvisoles se desarrollan principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales. Predominan en zonas llanas o con suaves pendientes de climas templados fríos o cálidos, pero con una estación seca y otra húmeda, como el clima mediterráneo. El perfil es de tipo ABtC. Sobre el horizonte árgico puede aparecer un albico, en este caso son integrados hacia los albeluvisoles. El amplio rango de materiales originales y condiciones ambientales, otorgan una gran diversidad a este Grupo. Cuando el drenaje interno es adecuado, presentan una gran potencialidad para un gran número de cultivos a causa de su moderado estado de alteración y su, generalmente, alto grado de saturación.
Phaeozem	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 glaciari o 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.
Regosol	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 (<i>Leptosoles</i>), arenosos

Suelo	Descripción
	(<i>Arenosoles</i>) o con materiales <i>flúvicos</i> (<i>Fluvisoles</i>). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Descripción resumida de Regosoles <i>Connotación:</i> Suelos débilmente desarrollados en material no consolidado; del griego <i>rhegos</i>, manta. <i>Material parental:</i> material no consolidado de grano fino. <i>Ambiente:</i> 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. <i>Desarrollo del perfil:</i> 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.
Umbrisol	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)

FUENTE. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, FAO/UNESCO (2006).

Calificadores de los grupos de suelo

Para complementar la descripción de los suelos presentes en el SA, a continuación, se describe los calificadores de los suelos primarios, secundarios y terciarios descritos con anterioridad.

Éutrico (eu): que tiene una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) de 50 por ciento o más por lo menos entre 20 y 100 cm desde la superficie del suelo, o en una capa de 5 cm de espesor directamente por encima de un contacto lítico en Leptosoles.

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.

Epiesquelético (sk): (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.

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.

Descripción de las características de los suelos

Textura

La textura está en función, del tamaño general de las partículas que forman el suelo. Puede ser de textura gruesa (con más de 65% de arena), textura media (equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo), o textura fina (con más de 35% de arcilla).

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

- Fina.
- Media.
- Gruesa.

Fase física del suelo

Característica del suelo definida de acuerdo con la presencia y abundancia de grava, piedra o capas fuertemente cementadas, que impiden o limitan el uso agrícola del suelo. Se presentan a profundidades variables, siempre menores a 100 cm. Las siguientes descripciones son las que se aplican en el SA donde se localiza el proyecto.

Fase pedregosa. Presencia de piedras con 7.5 cm o más de diámetro en la superficie del terreno o dentro de los 30 cm de profundidad.

Fase gravosa. Presencia de gravas menores a 7.5 cm de diámetro en la superficie del terreno o dentro de los 30 cm de profundidad.

Análisis de suelo

En complemento a la información bibliográfica que se obtuvo para los suelos, se levantaron muestras con ubicación estratégica dentro del SA, la información obtenida, entre otras cosas, arrojó valores del factor K.

Calificación de CATEX, y densidad aparente, datos con los que se calculó la erosión hídrica y eólica.

En la tabla 40, se muestran los datos básicos del muestreo.

Tabla 40 Muestreo de suelos

Muestra No.	X	Y	Nombre	Factor K	CATEX	Densidad aparente	Calcáreo
1	342583	2788313	Vertisol háplico	0.036	1.85	1.01	No
2	343232	2787716	Vertisol pélico	0.028	1.85	1.01	No
3	343365	2789612	Vertisol pélico	0.014	1.85	1.01	No
4	343586	2787541	Vertisol pélico	0.028	1.85	1.01	No

Grado de susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica

En la degradación de los suelos se reconocen dos procesos, el que implica el desplazamiento del suelo (conocido como erosión) y el que se refleja en un detrimento de su calidad. En el caso de la erosión, se reconocen dos tipos, la que provoca el agua (erosión hídrica) y la originada por el viento (erosión eólica), mientras que en el caso de la degradación se reconocen la química (en la que se pierden o modifican sus propiedades químicas, como en el caso de la pérdida de fertilidad y la salinización) y la física (asociada principalmente con la pérdida de la capacidad del sustrato para absorber y almacenar agua, como ocurre en el caso de la compactación y el encostramiento).

La erosión hídrica es el proceso por el cual el suelo se desplaza de su sitio original por la acción del agua. Presenta dos modalidades: 1) aquella en la que se pierde la capa superficial del suelo cuando el agua fluye de manera más o menos homogénea por el terreno y, 2) la que, además de producir la pérdida de la capa superficial resulta en el deterioro de otros estratos por la concentración del cauce de agua, lo que al paso del tiempo abre zanjas cada vez más profundas conocidas como cárcavas, en cuyo caso se dice que hay deformación del terreno.

Estado de conservación del suelo

Para identificar el estado de conservación del suelo en el área del SA, se llevó a cabo la consulta de la evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre elaborada por la SEMARNAT y el Colegio de Posgraduados (2003), reflejado en el documento llamado "ATLAS GEOGRÁFICO DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES", es el estudio más reciente de degradación de suelos en México, y el que se ha realizado con mayor nivel de resolución.

En él se consideraron cuatro procesos de degradación: la erosión hídrica y eólica y la degradación física y química. A su vez, cada proceso es evaluado en diferentes direcciones: causas, tipos específicos y niveles de afectación. Para ello, el país fue dividido en unidades cartográficas de diferente tamaño y se consideró como degradación o erosión dominante a aquella que cubría más de 30% de la superficie de cada unidad.

Tanto la erosión hídrica y eólica incluyen procesos en los cuales hay desplazamiento de material del suelo; mientras que en la degradación química y física hay procesos que ocasionan el deterioro interno del suelo.

Se consultaron los tipos de degradación de erosión eólica e hídrica presentes dentro del SA, consultada en el Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT Y COLEGIO DE POSTGRADUADOS, 2010, se cotejó esta información con la cartografía que dispone la SEMARNAT en su INFOTECA, a través de la página de internet, y se constató que dentro del SA no se encuentran datos de degradación.

En la siguiente imagen se puede apreciar la ubicación de los tipos de degradación más cercanos al SA.

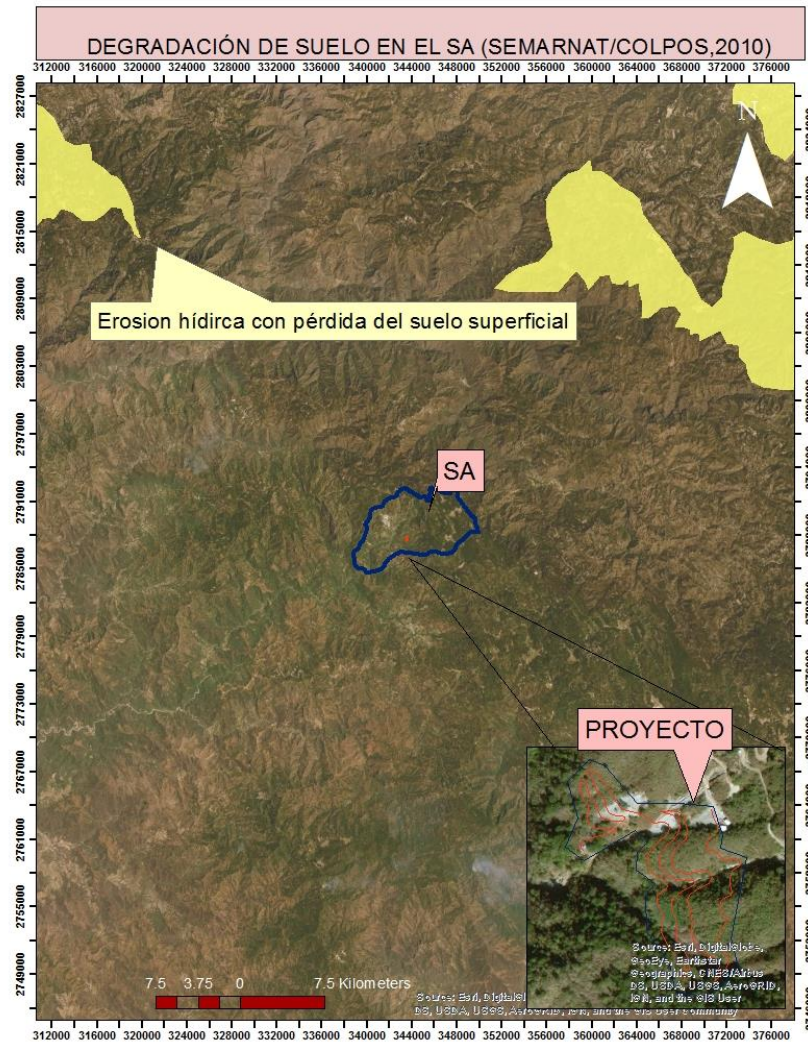


Figura 24 Degradación de los suelos (COLPOS, 2010)

Estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica

La erosión hídrica se define como la remoción laminar o en masa de los materiales del suelo por medio de las corrientes de agua, por acción de éstas se puede deformar el terreno hasta formar cárcavas que es el grado de erosión más alto, difícil y costoso de recuperar. La erosión potencial es la susceptibilidad a la pérdida máxima de suelo que se prevé va a tener lugar en un futuro determinado sitio. El valor de importancia recae sobre lo que pueda ocurrir o va a ocurrir y no de lo que actualmente existe. Para la determinación de este indicador se evalúan factores del medio físico conocidos que ayudan a predecir este fenómeno.

La metodología utilizada para el cálculo de la erosión potencial hídrica (E_p) fue realizada a partir del modelo matemático desarrollado por Wischmeier y Smith (1978) basado en los patrones que establecen la influencia de los factores físicos del lugar incluyendo la protección del suelo que ofrece la cubierta vegetal.

Para la estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica para el SA, se realizó con base en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) (Wischmeier y Smith 1965, 1978), que ha demostrado ser un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial además se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión (10 t/ha).

A continuación, se describe la EUPS y la forma de evaluar sus distintas variables:

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

Donde:

E = Pérdida de suelo promedio anual (ton/ha/año),

R = Factor del potencial erosivo de la lluvia (MJ mm/ha h),

K = Factor de erodabilidad del suelo (ton ha h/MJ mm ha),

LS = Factor topográfico, longitud y grado de la pendiente (adimensional),

C= Factor de la cobertura vegetal (adimensional),

El riesgo de erosión o erosión potencial se define como el efecto combinado de los factores causales de la erosión (lluvia, escurrimiento, suelo y topografía) y aunque existen mapas diversos de erosión potencial en el ámbito nacional, se desconoce la metodología e información utilizada para su elaboración; por lo anterior, se trabajó en el desarrollo de un nuevo mapa con base en la EUPS (Wischmeier y Smith 1965, 1978).

La erosión potencial se estima con la siguiente ecuación:

$$E_p = R . K . LS$$

Donde los factores se consideran inmodificables.

La metodología para el cálculo de cada una de estas variables se presenta a continuación, mismas que, integran la descripción de las características de los factores existentes en el SA que serán utilizados para determinar la EUPS.

Metodología y obtención de variables de la EUPS

- Factor R

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones.

Este factor es determinado con los datos de lluvia, es decir, se obtiene la intensidad máxima de lluvia en treinta minutos consecutivos (I30) y se determina la energía cinética asociada (EC). El producto de ambas es la erosividad de la lluvia, la cual se define como la capacidad potencial que tienen las gotas de agua de lluvia para causar erosión.

Para calcular la energía cinética es necesario contar con la intensidad de lluvia, la cual se obtiene a través de registros pluviográficos. Para el caso de México, hay limitadas estaciones meteorológicas con pluviógrafos, por lo que Cortés-Torres (1991) regionalizó el país en 14 zonas, de acuerdo con patrones similares de precipitación. Para cada una de las regiones, se generaron ecuaciones que permiten estimar el factor R en función de la precipitación anual de cada región, tales ecuaciones están basadas en análisis de regresión tabla 41.

Tabla 41 Ecuaciones para estimar el factor R

Región	Ecuación	R ²
1	$R = 1.20785P + 0.002276P^2$	0.92
2	$R = 3.45552P + 0.006470P^2$	0.93
3	$R = 3.67516P - 0.001720P^2$	0.94
4	$R = 2.85594P + 0.002983P^2$	0.92
5	$R = 3.48801P - 0.000188P^2$	0.94
6	$R = 6.68471P + 0.001680P^2$	0.90
7	$R = 0.03338P + 0.006661P^2$	0.98
8	$R = 1.99671P + 0.003270P^2$	0.98
9	$R = 7.04579P - 0.002096P^2$	0.97
10	$R = 6.89375P + 0.000442P^2$	0.95
11	$R = 3.77448P + 0.004540P^2$	0.98
12	$R = 2.46190P + 0.006067P^2$	0.96
13	$R = 10.74273P - 0.001008P^2$	0.97
14	$R = 1.50046P + 0.002640P^2$	0.95

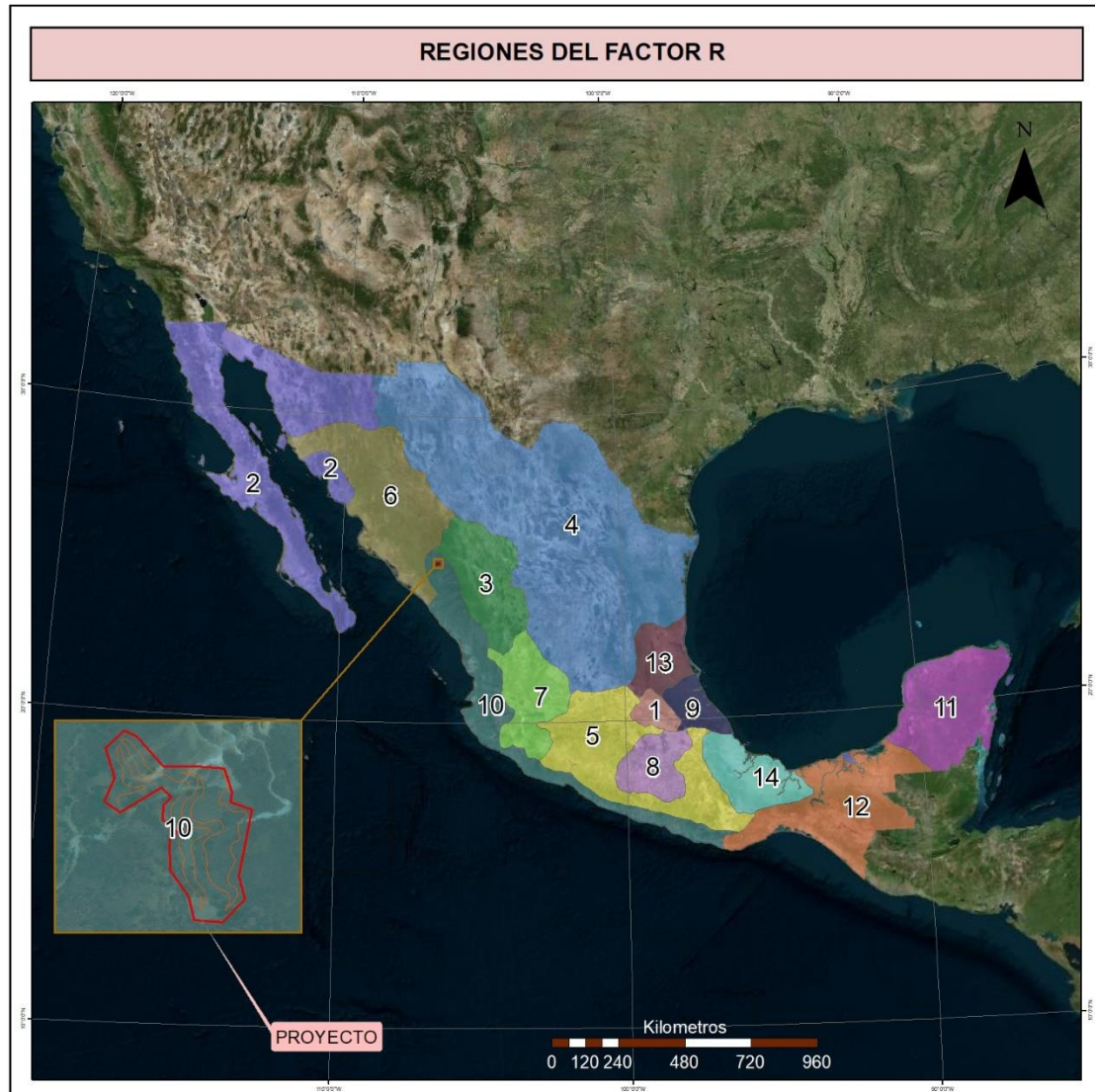
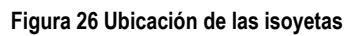


Figura 25 Regiones del factor R (Cortés – Torres, 1991)

Sin embargo, debido a la carencia de información relativa a la intensidad en periodos de tiempo tan cortos (30 minutos), se optó por la metodología que se describe a continuación.

La contribución más importante relativa a la estimación del factor R consiste en el empleo del arreglo regular de precipitación con datos de las isoyetas proporcionadas por el INEGI, para la estimación de la precipitación media anual. Dicho arreglo ha sido creado mediante la metodología de interpolación IDW (Ponderación de Distancia Inversa, por sus siglas en ingles), con el apoyo del software cartográfico Arc gis 10.3.

En este contexto, se tomaron los datos de ubicación y precipitación de las isotermas que influyen en la zona.



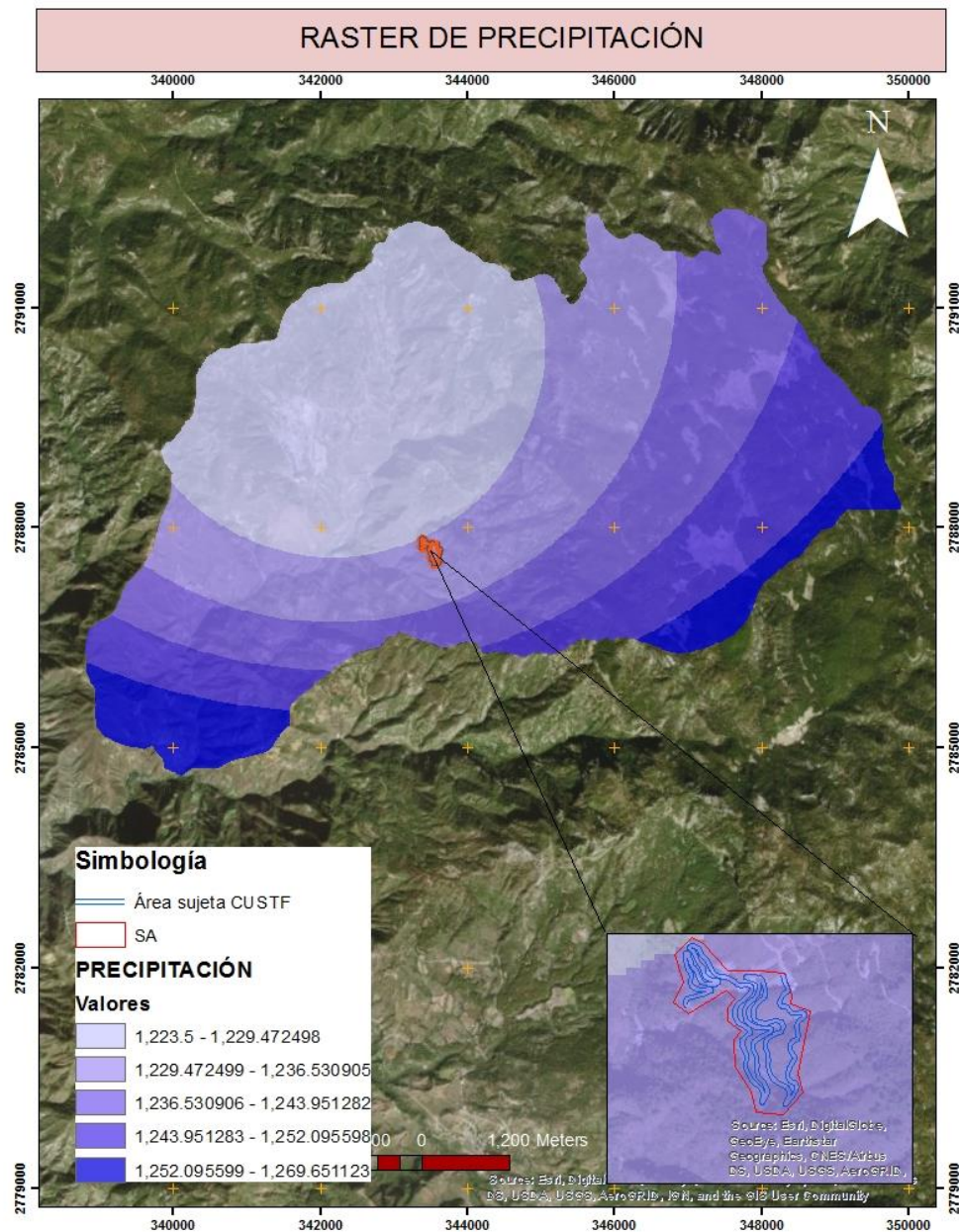


Figura 27 Raster de precipitación

Una vez calculada los rangos de precipitación, con base en la interpolación IDW, se procedió al cálculo del factor R, tomando en cuenta que la ubicación del SA dentro de las regiones de erosividad corresponde a la región 10, sustituyendo en la ecuación de la región 10 el valor de la precipitación.

La fórmula utilizada para el cálculo del factor R de acuerdo con la ubicación del área sujeta a del proyecto es:

$$R = 6.89375P + 0.000442P^2$$

Utilizando la interpolación IDW se generó el Raster del factor R resultante de la utilización de la fórmula de la región 10 con la precipitación fue el siguiente:

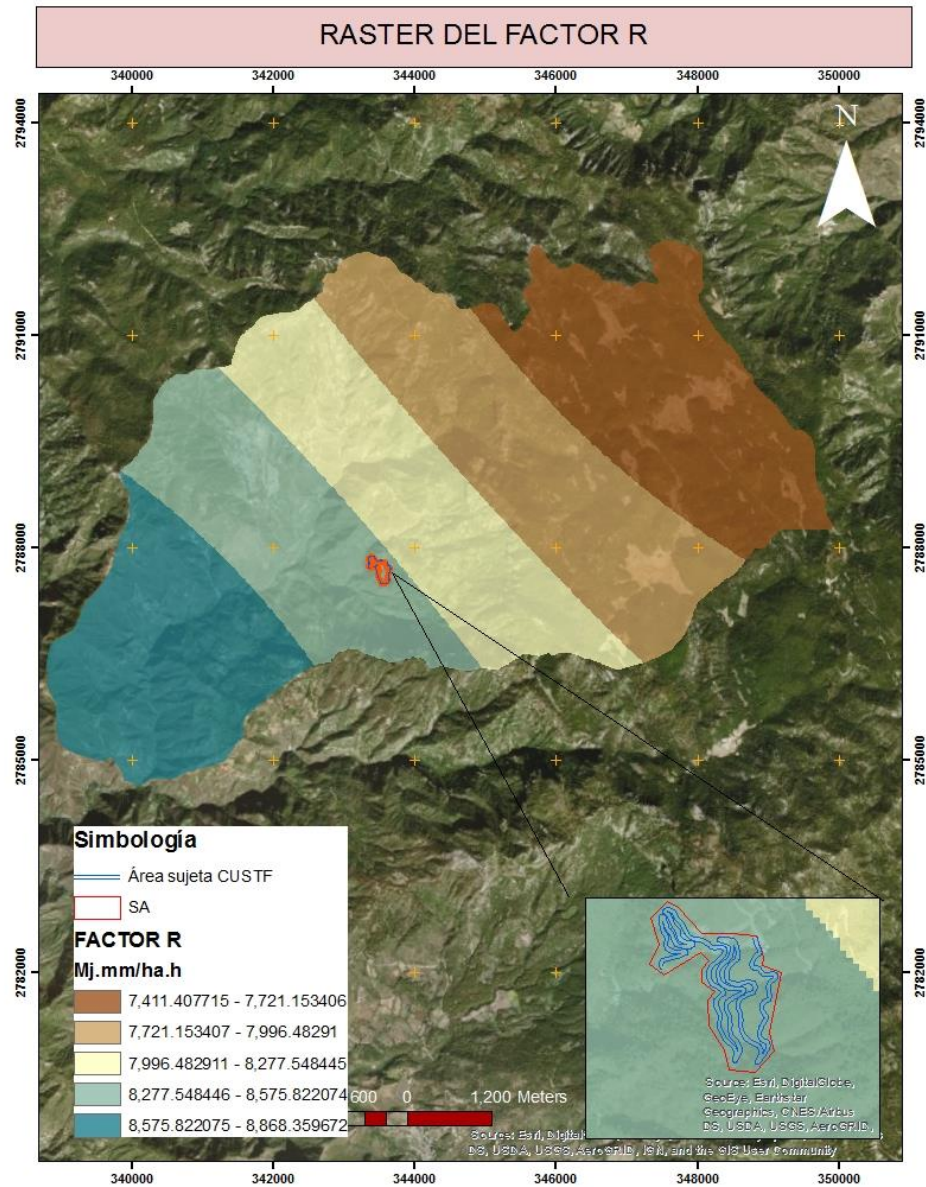


Figura 28 Raster del factor R

Factor K.

El factor K define la susceptibilidad del suelo a erosionarse; de modo que, a mayor erodabilidad menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. Las propiedades del suelo que afectan a la erodabilidad pueden agruparse en dos categorías (Wischmeier y Smith, 1978; Beasley, 1972):

Las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento, y las que influyen en la resistencia a la dispersión y al transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

De acuerdo con Figueroa-Sandoval y colaboradores (1991), la erodabilidad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de fierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Tales propiedades se relacionan entre sí, observando que el contenido de materia orgánica afecta directamente la estabilidad estructural (Loredo, 1986) y ésta a su vez, influye en la porosidad, así como en la retención de humedad y conductividad hidráulica del suelo.

Entre las metodologías aprobadas para valorar el factor K se encuentra la creada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization, FAO) en 1980. Dicha metodología recomienda que el cálculo del factor K se realice considerando la textura superficial (gruesa, media y fina), y de los tipos de suelos dominantes.

De esta manera se revisaron los valores de erodabilidad obtenidos por la FAO para determinar los correspondientes al área sujeta del SA, no obstante, se consideraron las características de los tipos de suelos presentes en dicha área para definir el valor de K, este valor se asignó con los datos obtenidos de los análisis de suelo.

Tabla 42 Textura y porcentaje de materia orgánica

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 - 0.5	0.5 - 2.0	2.0 - 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.01
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.01	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.02	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.03
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.03	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 - 0.5	0.5 - 2.0	2.0 - 4.0
Franco arenosa	0.036	0.032	0.025
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.06	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013	0.035	0.029

Fuente: Kirkby y Morgan, 1980.

De acuerdo con lo anterior, los valores asignados al factor K correspondieron a los otorgados por los análisis de suelo, con las características proporcionadas se hizo la consulta del valor en la tabla 42, obteniendo valores del factor K entre 0.014 y 0.035, tal como se muestra en raster presentado en la siguiente figura.

A continuación, se muestra el Raster generado para el factor K.

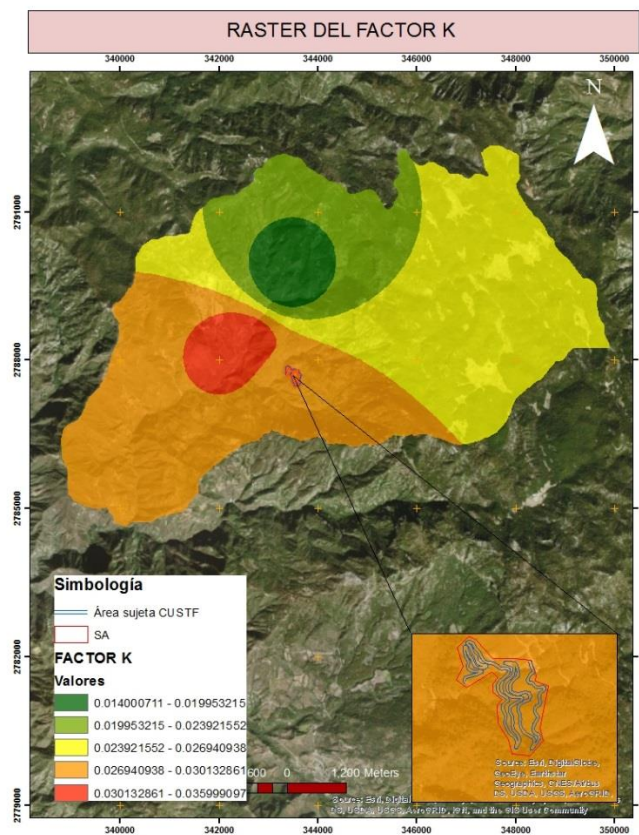


Figura 29 Raster del factor K

- Factor LS

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud (L) y grado de pendiente (S). La longitud se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado de que ocurre una sedimentación o bien hasta el punto donde el escurrimiento, una vez concentrado, encuentra un canal de salida bien definido (Montes-León, Uribe-Alcántara, & García-Celis, 2011). Cabe agregar que la erosión del suelo se incrementa conforme aumenta L y S.

En este contexto, el factor L se calcula de acuerdo con la siguiente formula:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22,13} \right)^m$$

Donde:

L = Factor longitud de la pendiente (adimensional)

λ = Longitud de la pendiente (metros)

m = Exponente de la longitud de la pendiente, cuyo valor varía entre 0.2 y 0.5 de acuerdo al valor en la inclinación de la pendiente <1 y > 5%

Para el cálculo del exponente de longitud de la pendiente (m) es la siguiente:

$$m = \frac{F}{1 + F}$$

Asimismo, para el cálculo del factor F^{10} , el cual es un factor adimensional

$$F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3 (\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

El 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).

$$S_{(i,j)} = \begin{cases} 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03 & \tan \beta_{(i,j)} < 0.09 \\ 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5 & \tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09 \end{cases}$$

Dicho lo anterior, a continuación, se presentan los pasos para el proceso de obtención de los factores antes mencionados:

- CEM (obtenido del INEGI).

¹⁰ Resulta imprescindible señalar que los factores f y m se entiende como factores intermedios para el cálculo del factor LS.

- Relleno (Fill).
- Pendiente (Slope).
- Dirección del flujo (Flow Direction).
- Acumulación (Flow accumulation).
- Isoyetas, obtener factor R (Se utilizaron datos de las Isoyetas más cercanas al SA).
- Obtener el factor C mediante la conversión de shapefile a raster.
- Obtener el factor K mediante la interpolación de puntos de muestra (método IDW).
- Raster Calculator (Calcular el factor F)
- Raster Calculator (Calcular el factor M)
- Raster Calculator (calcular el factor L)
- Raster Calculator (Calcular el factor S)
- Raster Calculator (calcular el factor LS)

Factor F

Para el cálculo de β o F que es la relación de erosión en surco a erosión en entresurco, Velásquez (2008) señala que, cuando se aplica esta fórmula en el Raster Calculator de ArcGIS se debe tomar en cuenta que el ángulo deberá ser convertido a radianes (1 grado sexagesimal = 0.01745 radianes), para que pueda ser multiplicado por los demás componentes de las ecuaciones.

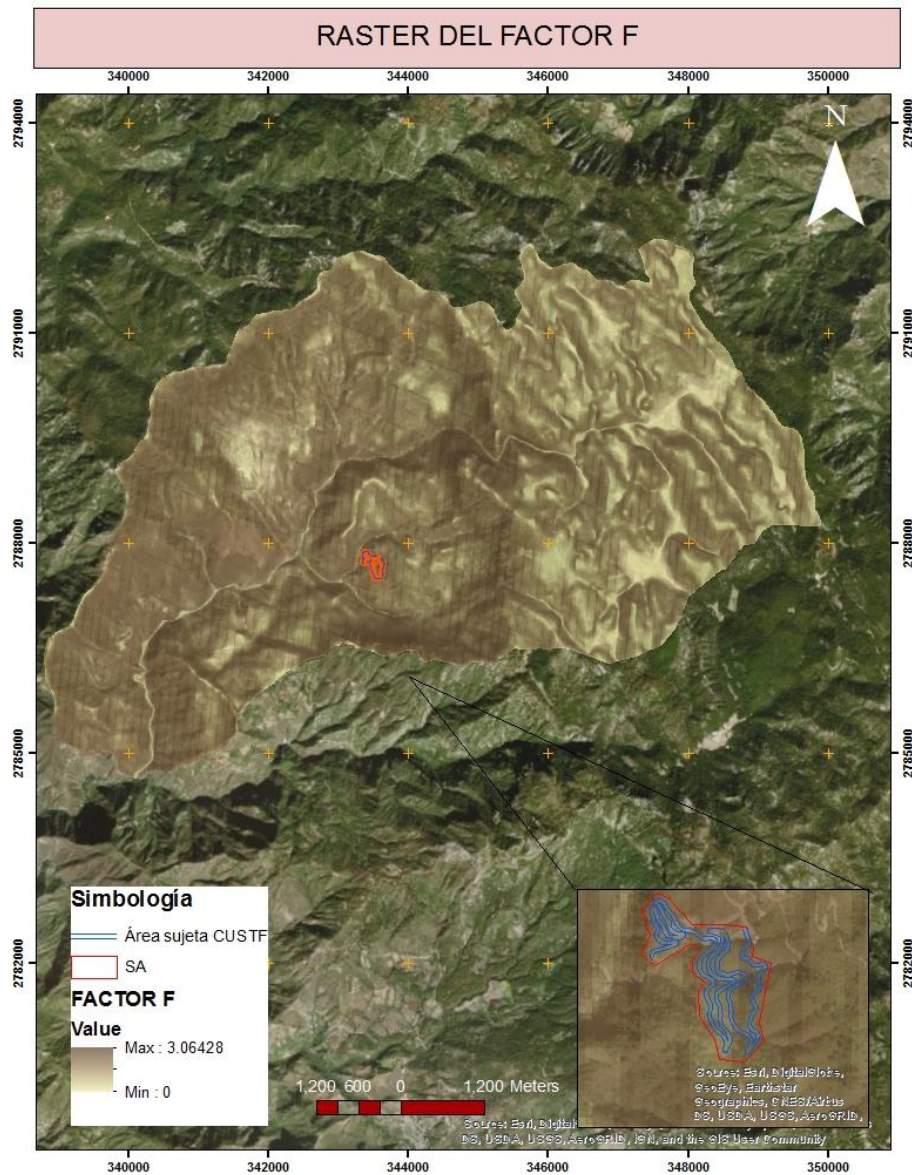


Figura 30 Raster del factor F

Factor M.

Como se ya se mencionó en secciones anteriores, el factor m corresponde al exponente variable según F, a continuación se presenta el factor M estimado a través de Raster Calculator de ArcGIS¹¹.

¹¹ Se incluye la fórmula que se empleó para el cálculo del factor M a través de Raster Calculator de ArcGis "%factor_F.tif%" / (1+"%factor_F.tif%")

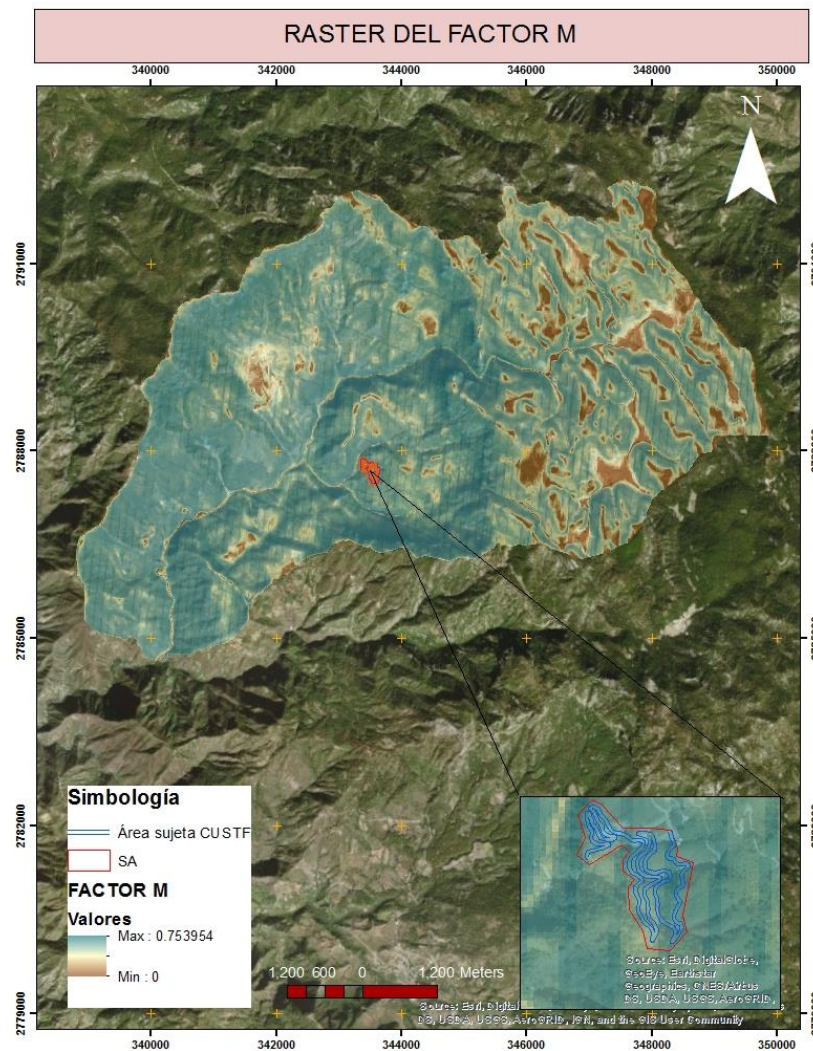


Figura 31 Raster factor M

- Factor L.

Una vez calculados los factores F y M se procedió al el cálculo del factor L (longitud de pendiente) a través de Raster Calculator de ArcGIS¹².

¹²Se incluye la formula introducida en el Raster Calculator de ArcGIS para la estimación del factor L

$$\left(\text{Power}(\left(\frac{\text{Power}(\text{"%acumulation%"} + 225, \text{"%factor_M%"} + 1)}{\text{Power}(\text{"%acumulation%"}, \text{"%factor_M%"} + 1)} \right) \right) / \left(\text{Power}(15, \text{"%factor_M%"} + 2) * \text{Power}(22.13, \text{"%factor_M%"} + 1) \right)$$

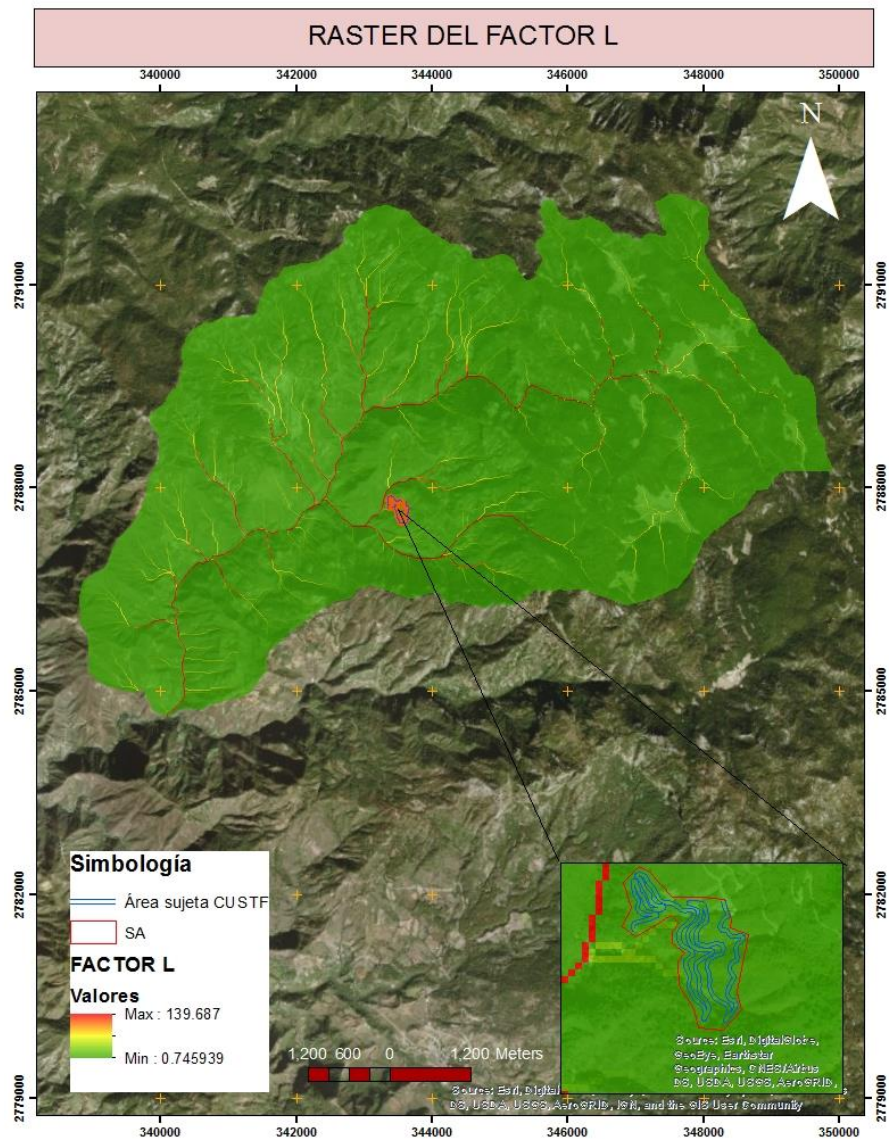


Figura 32 Factor L.

- Factor S.

Al igual que el factor L, el cálculo del factor S (grado de pendiente) se realizó a través de Raster Calculator de ArcGIS¹³.

¹³Se incluye la formula introducida en el Raster Calculator de ArcGIS para la estimación del factor S.

$\text{Con}((\text{Tan}(\text{"\%slope\%"} * 0.01745) < 0.09), (10.8 * \text{Sin}(\text{"\%slope\%"} * 0.01745) + 0.03), (16.8 * \text{Sin}(\text{"\%slope\%"} * 0.01745) - 0.5))$

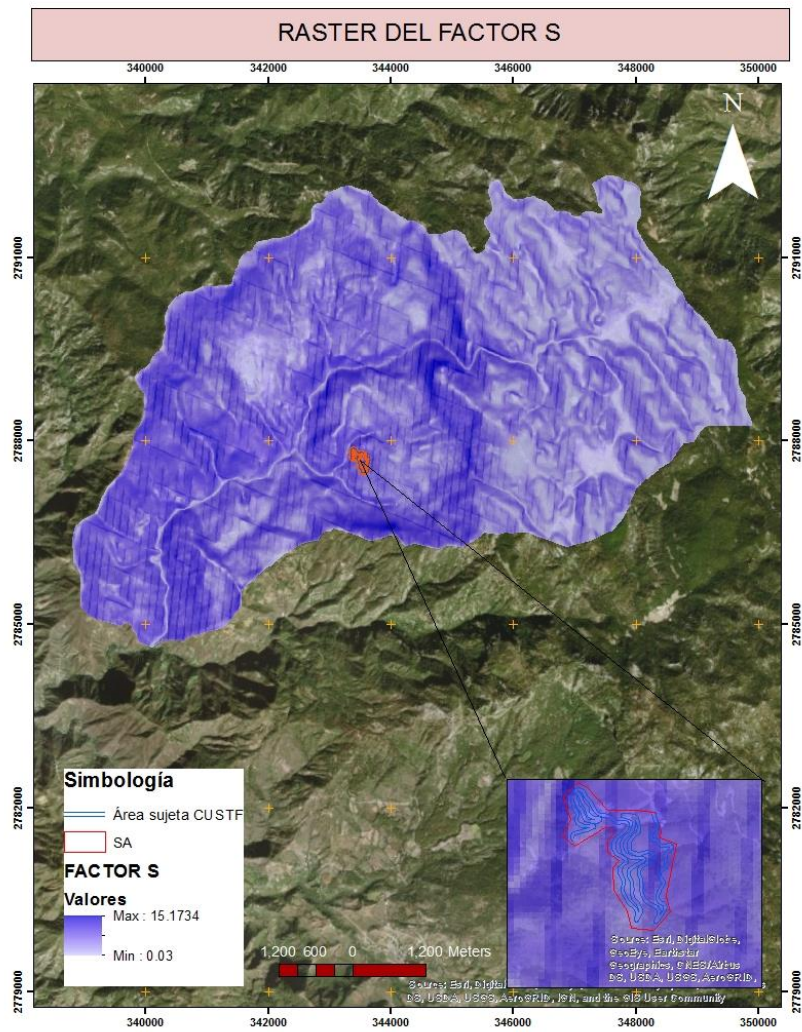


Figura 33 Raster factor S

El cálculo del factor LS¹⁴, se generó de manera automatizada a partir del Modelo Digital de Elevación (MDE) con base en la información topográfica del área del SA, expresada en función de los valores de elevación del terreno en msnm.

14 Se presenta el algoritmo empelado para la estimación del factor LS para el área sujeta del proyecto F a través del Raster Calculator de ArcGIS "%factor_L%" * "%factor_S%"

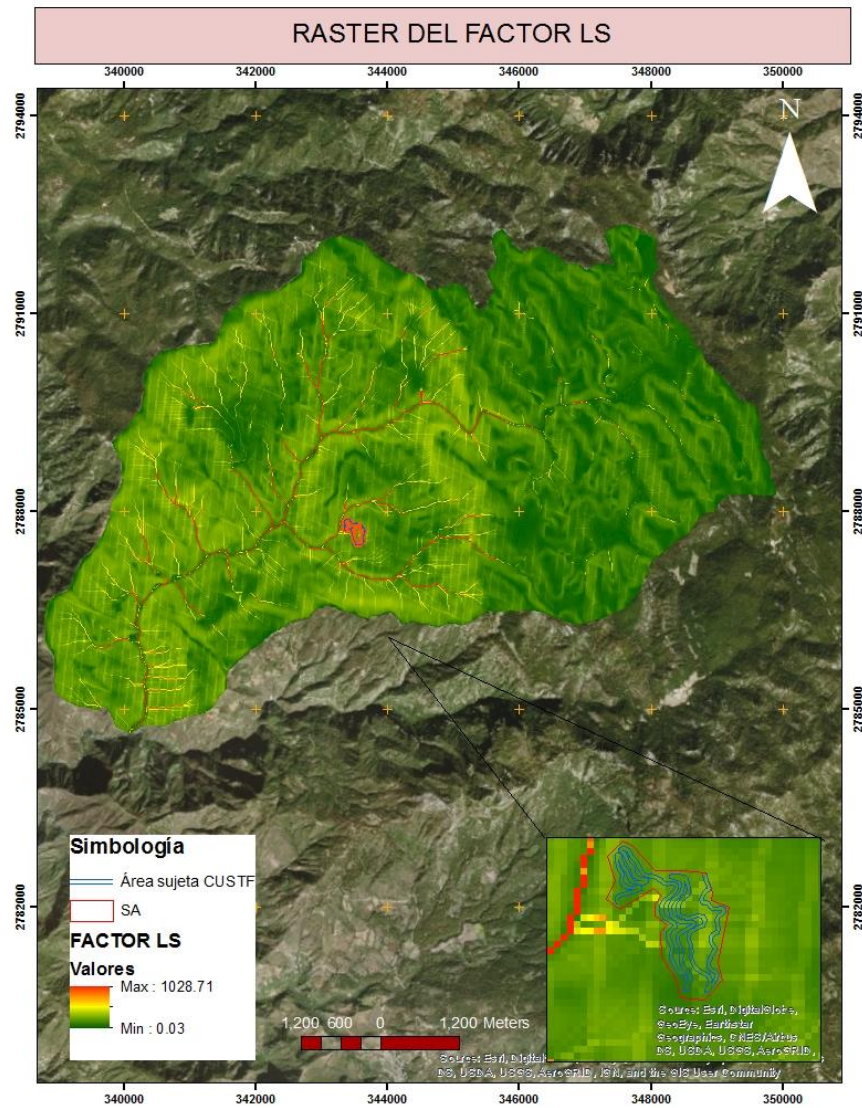


Figura 34 Raster Factor LS

- Erosión potencial.

Una vez concluidos los procesos, se obtuvo la erosión potencial para el SA, en la siguiente figura se muestra el resultado.

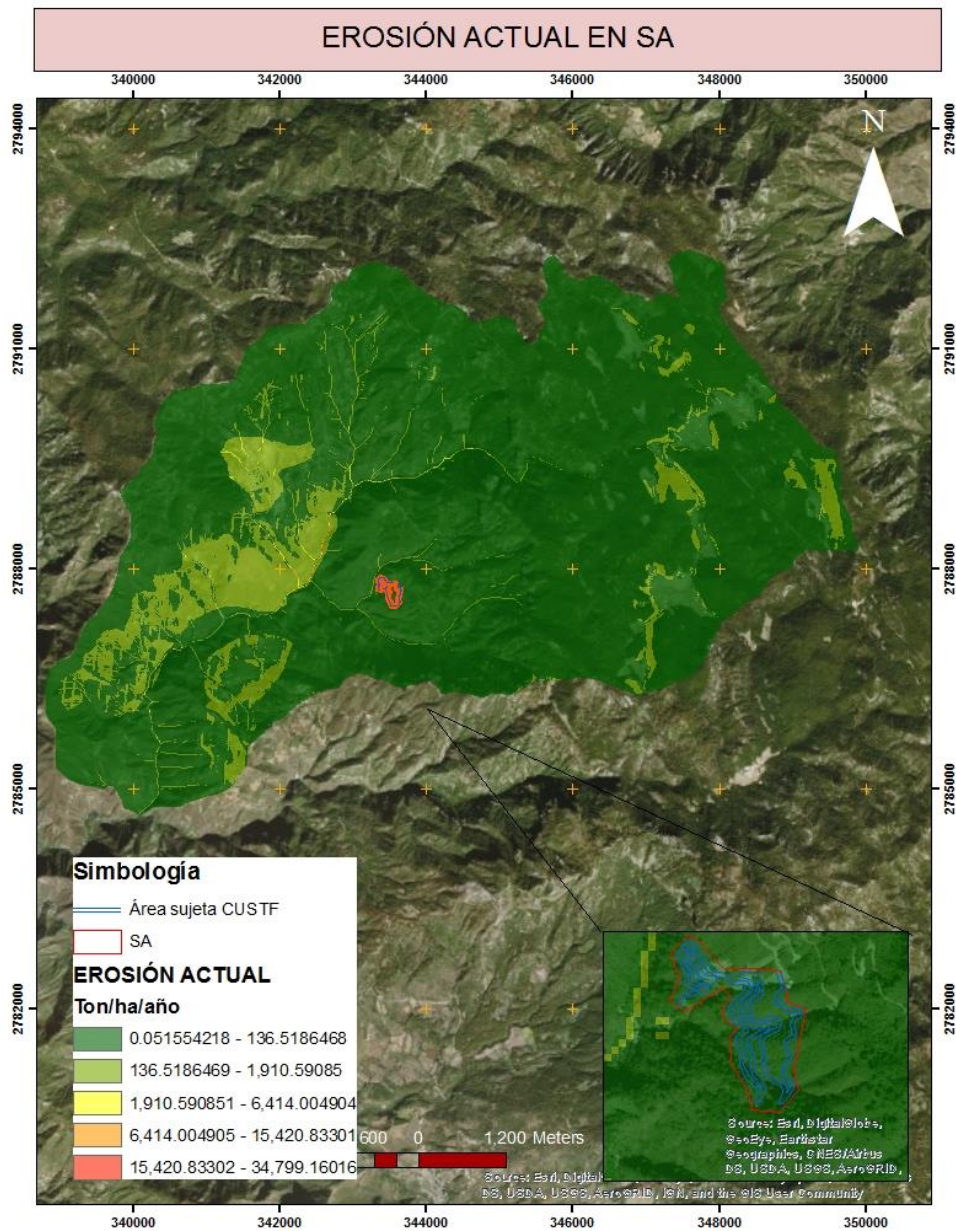


Figura 35 Erosión actual SA.

De acuerdo con las estimaciones realizadas, la erosión potencial promedio en el SA es de **48.45 Ton*ha*año**, esta erosión es el resultado del producto de los factores R, K, y LS.

Tabla 43 Grados de erosión potencial en el SA

Grado	Ton/ha/año	Superficie (ha)	%	Toneladas	%
Incipiente	0 a 10	-	0.00	-	0.000

Grado	Ton/ha/año	Superficie (ha)	%	Toneladas	%
Ligera	10 a 50	-	0.00	-	0.00
Moderada	50 a 200	0.250	0.005	21.258	0.0003
Alta	Mayor a 200	5,005.782	99.995	6,155,762.0887	99.9997
Total		5,006.032	100	6,155,783.347	100.00

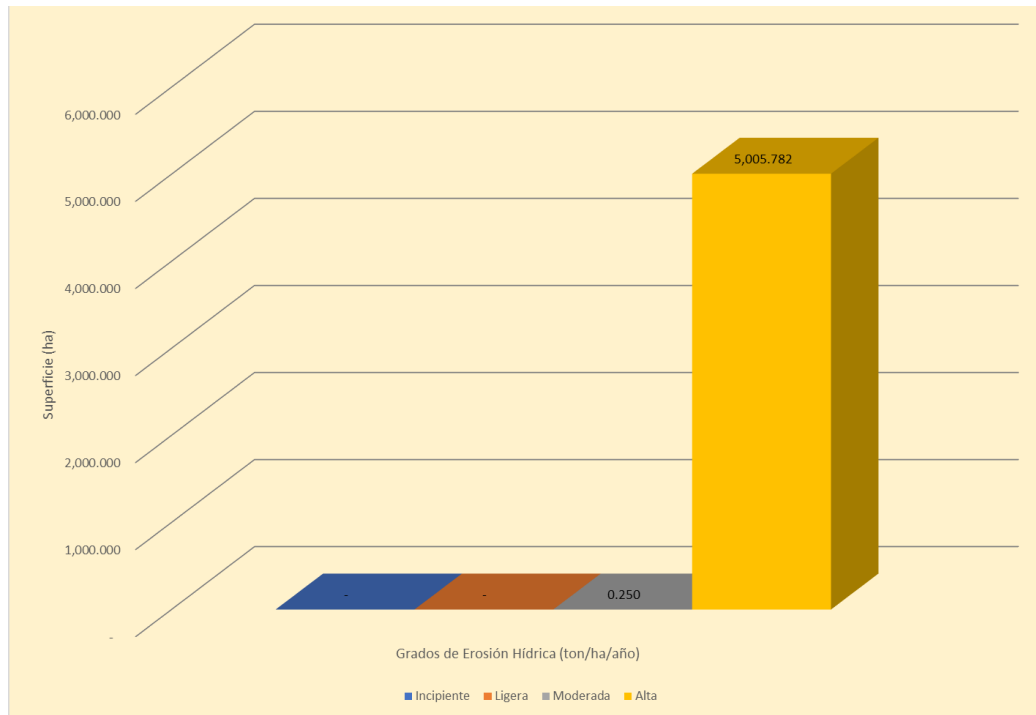


Gráfico 1 Erosión potencial en el SA

Estimación de la erosión actual en el SA.

Para estimar la erosión actual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cobertura vegetal para reducir la erosión de tal forma que, si a la ecuación de erosión potencial se le incluye el factor C, entonces se puede estimar la erosión actual.

El factor C que corresponde a cobertura vegetal, es el más importante en el control de la erosión hídrica, debido a que la cobertura brinda beneficios en cuanto a la reducción de la pérdida de suelo, dado que permite la protección contra la acción de los agentes erosivos. La cubierta vegetal comprende la vegetación (natural o cultivada) y los residuos de cosecha. No obstante, el factor C es considerado atenuante y toma valores de 0 a 1, correspondiendo el valor de la unidad al suelo que está desnudo (sin cobertura vegetal y en barbecho).

El factor C es usado para reflejar el efecto de la cultivación y prácticas de manejo en las tasas de erosión. Este factor mide como el potencial de pérdida de suelo será distribuido en el tiempo durante la construcción de actividades, rotación de cultivos y otros esquemas de manejo. Así mismo, está basado en el concepto de desviación standard, siendo el standard un área bajo condiciones de barbecho con cultivo limpio. El valor de C para condiciones Standard es 1.

Tabla 44 Valores del factor C

Cubierta Vegetal	Factor C
Suelo desnudo	1
Bosque, matorral denso o cultivo acolchado	0.001
Sabana o pradera herbácea en buen estado	0.01
Arbolado forestal denso	0.01
Arbolado forestal claro	0.03
Matorral con buena cobertura	0.08
Sabana o pradera herbácea sobrepastada	0.1
Matorral ralo y eriales	0.2
Cultivos arbóreos y viñedos	0.4
Cultivos anuales y herbáceas	0.25
Cultivos en regadío	0.04
Maíz o similar intensivo con laboreo	0.7
Maíz o similar intensivo sin laboreo	0.35
Maíz o similar extensivo sin laboreo	0.06
Algodón	0.55
Trigo	0.25
Arroz	0.15
Patata	0.25
Hortícolas	0.33

Fuente: MANNAERTS, C. (1999)

Del proceso anterior, se obtuvo el Raster de C.

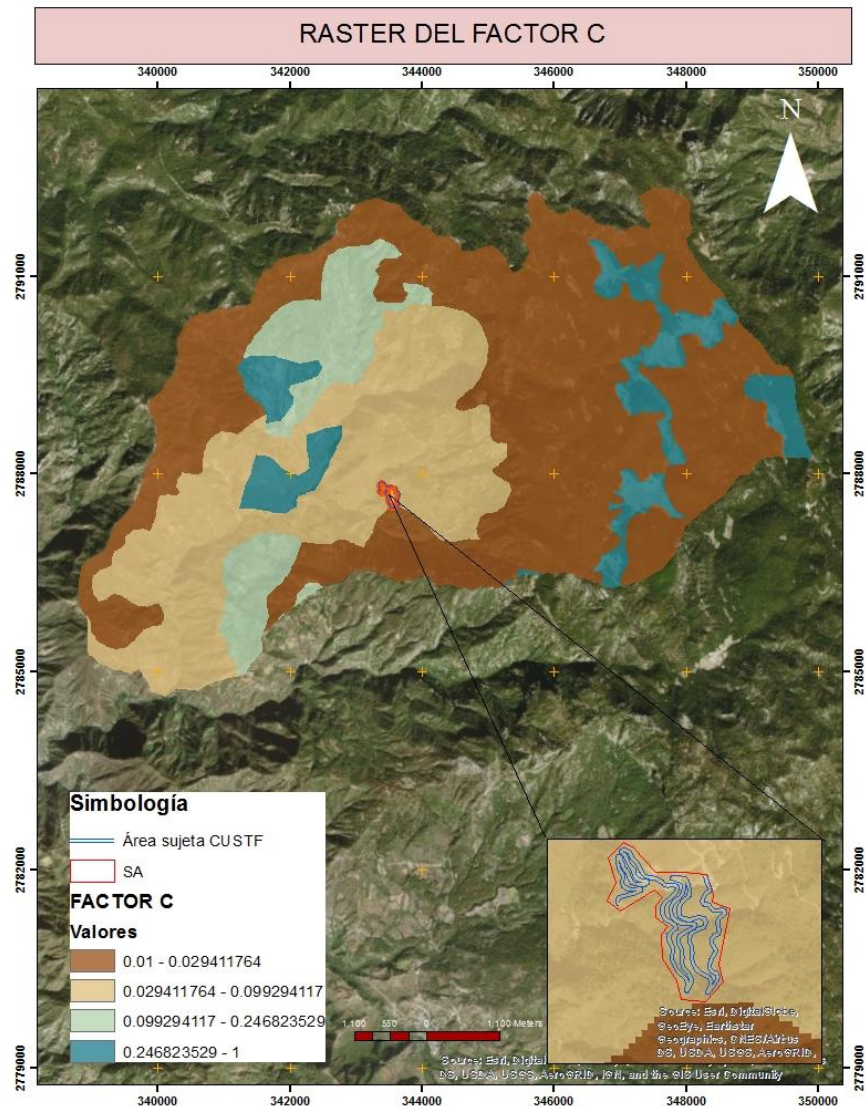


Figura 36 Raster factor C

Una vez modificado el factor C se calculó la erosión actual.

La erosión actual del SA, se muestra en la siguiente imagen, esta erosión es el producto de los factores R, K, LS y C:

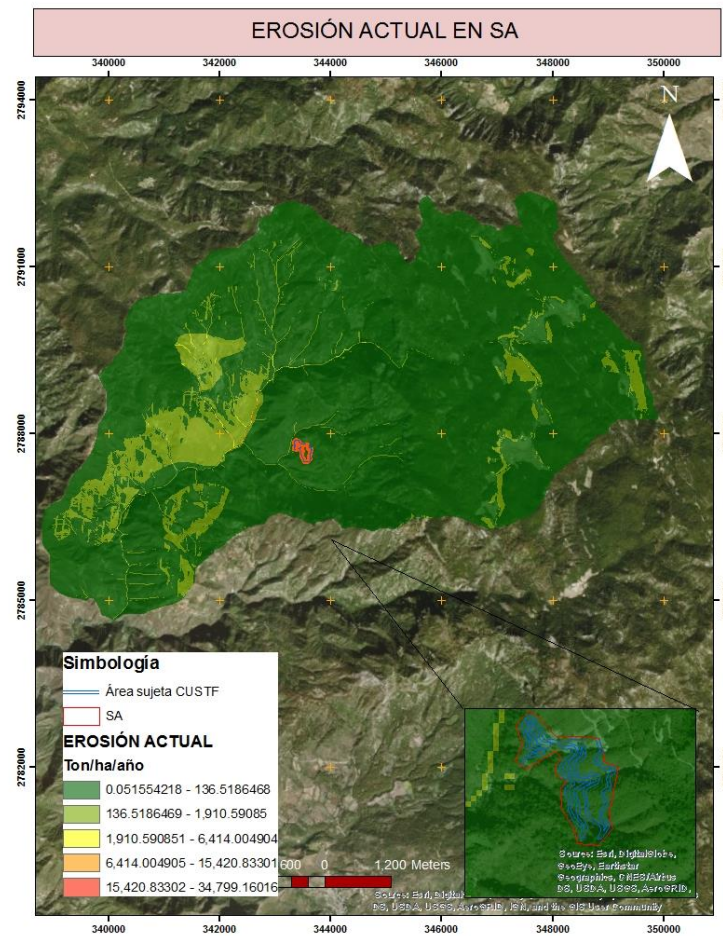


Figura 37 Erosión actual en el SA

Tabla 45 Grados de erosión en el SA

Grado	Ton/ha/año	Superficie (ha)	%	Toneladas	%
Incipiente	0 a 10	116.198	2.32	637.863	0.16
Ligera	10 a 50	2,295.808	45.86	66,564.175	16.45
Moderada	50 a 200	2,163.218	43.21	215,356.1784	53.23
Alta	Mayor a 200	430.808	8.61	122,007.564	30.16
Total		5,006.032	100.00	404,565.780	100.00

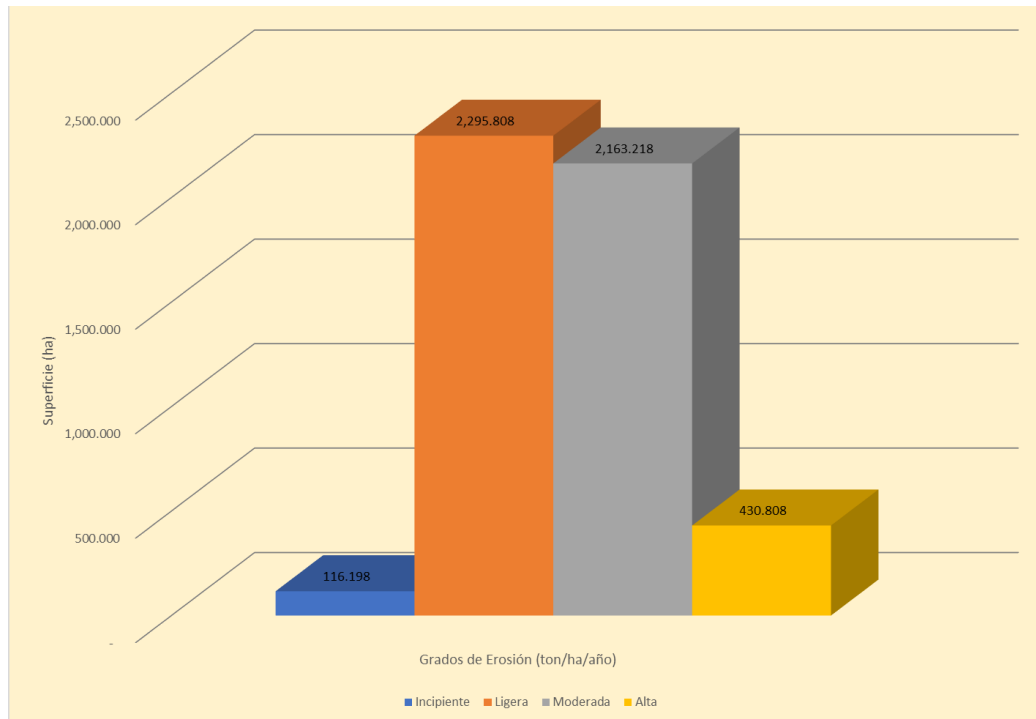


Gráfico 2 Erosión actual en el SA.

La erosión actual promedio del SA es de **80.82 ton*ha*año**, esto cataloga a la erosión del SA como "moderada".

Estimación de la erosión eólica

La metodología utilizada para el cálculo de la erosión laminar por efecto del viento es la utilizada de acuerdo a la FAO-Colegio de Postgraduados (publicado por SEDUE 1989).

La erosión eólica, se define como la remoción del suelo por acción del viento es mayor a medida que disminuye la cubierta vegetal, por haber menor resistencia para que se inicie el movimiento.

Para conocer la pérdida de suelo por erosión eólica que ocurre actualmente en el área del SA delimitada, fue necesario adaptar distintas ecuaciones planteadas por diversos autores (Entre ellos W. H. Wischmeier y D.D. Smith en 1965; E. L. Skidmore y N. P. Woodruff en 1968), a efecto de lograr darles expresión en el T_0 , por lo que para su obtención fue necesario calcular los siguientes valores:

PECRE. Período de crecimiento (días con lluvia al año),

IAVIE. Índice de agresividad del viento,

CATEX. Calificación de textura y fase y

CAUSO. Calificación por uso del suelo.

Para obtener estos valores, para el área fue necesario aplicar las fórmulas de: erosión eólica y el índice de erosión laminar, la fórmula para calcular la erosión eólica en ton/ha/año es:

$$\textbf{\textit{Erosión eólica}} = \textbf{\textit{IAVIE}} * \textbf{\textit{CATEX}} * \textbf{\textit{CAUSO}}$$

Donde los valores que se obtienen oscilan entre 0.1 a más de 200 ton/ha/año, mismos que se clasifican según la siguiente tabla:

Tabla 46 Valores de la erosión eólica.

Clase de degradación sin influencia de erosión hídrica	Valor de la erosión laminar eólica
Sin erosión	Menor de 12 ton/ha/año
Ligera	De 12 a 50 ton/ha/año
Moderada	De 50 a 100 ton/ha/año
Alta	De 100 a 200 ton/ha/año
Muy alta	Mayor de 200 ton/ha/año

Metodología y obtención de variables

Índice de erosión laminar¹⁵

La estimación de este índice permite distinguir el tipo de erosión eólica a que está sujeta el área, así como determinar la cantidad potencial de suelo perdido por procesos erosivos de tipo eólico y poder calificar la degradación atribuida a estos procesos, por lo tanto, poder determinar los diferentes niveles de susceptibilidad del suelo a procesos erosivos.

La aplicación de este índice resulta ser una importante herramienta de análisis en la fase del diagnóstico del área del proyecto resultado de su aplicación permite, juntamente con otros, proponer las políticas y precisar la estrategia a través de propuestas de mitigación o restauración concretas.

Para poder estimar este índice es necesario generar una base de datos por unidad regional con las siguientes variables:

- Precipitación modal anual (en milímetros).

¹⁵Texto íntegro tomado de: SEDUE, 1984. "Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio". Subsecretaría de Ecología. Dirección de Normatividad y Regulación Ecológica. México. pp 176-186.

- Unidades de suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Fases de suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Clase textural del suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Uso de suelo y vegetación.

La estimación de erosión, se realizó a través del Sistema de Información Geográfica ArcMap 10.3. a continuación se presenta el desarrollo del proceso realizado.

▪ **Precipitación media anual**

Para la obtención de la precipitación media anual, al igual que para la estimación de la erosión hídrica, se consultaron las isoyetas cercanas al área del SA. Una vez ubicadas, se realizó una interpolación con los datos de precipitación de cada una de las estaciones, obteniendo la siguiente capa de información tipo Raster, como se muestra en figura 38.

Una vez que se obtuvo la capa de precipitación media anual, se continuó con el cálculo del periodo de crecimiento (PECRE).

Obtención del (PECRE), que se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo. El cálculo fue el siguiente:

$$P \square CRE = 0.2408 (Precipitación) - 0.0000372 (precipitación)^2 - 33.1019$$

Se aplicó la fórmula anterior, utilizando la capa de precipitación media anual; una vez que se realizó este cálculo, se obtuvo la siguiente capa de información:

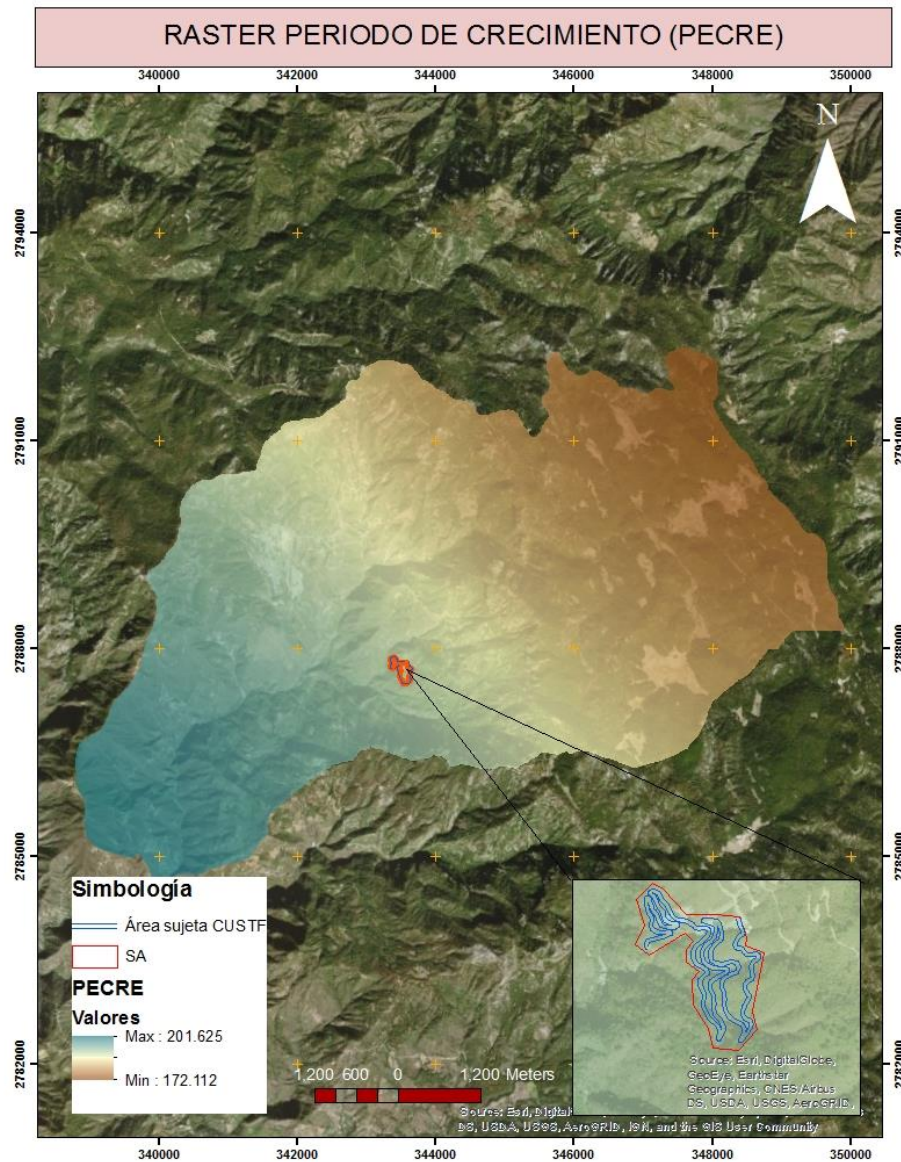


Figura 38 Raster PECRE

Con el periodo de crecimiento, se calculó el “índice de agresividad del viento” (IAVIE), mediante la siguiente ecuación:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (PECRE)$$

Para el Índice de Agresividad del Viento, se obtuvo la siguiente capa de información:

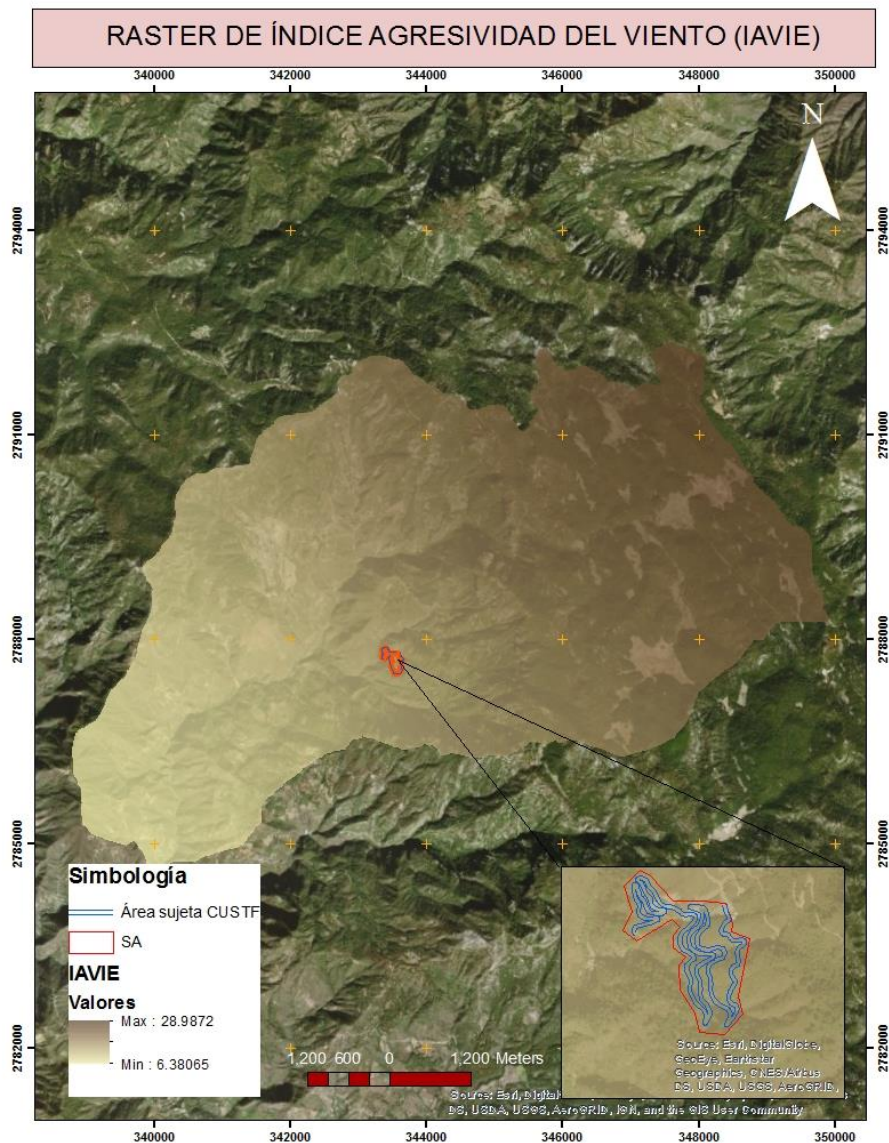


Figura 39 Raster IAVIE

Posteriormente se procedió a calcular el CATEX (calificador de textura de los suelos). De la información de las unidades de suelo, se estableció si se trataba o no de suelos calcáreos.

Tabla 47 Unidades de suelo para el cálculo de la erosión eólica

Muestra No.	X	Y	Nombre	Factor K	CATEX	Densidad aparente	Calcáreo
1	342583	2788313	Vertisol háplico	0.036	1.85	1.01	No
2	343232	2787716	Vertisol pélico	0.028	1.85	1.01	No
3	343365	2789612	Vertisol pélico	0.014	1.85	1.01	No
4	343586	2787541	Vertisol pélico	0.028	1.85	1.01	No

En el caso de los suelos no calcáreos que se presentan en el área del proyecto, se procedió a calificar la textura y la fase (CATEX), considerando las texturas 1 (Gruesa), 2 (Media) y 3 (Fina), y las fases gravosa y pedregosa, clasificándolo de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 48 Clasificación de suelos no calcáreos

CATEX	Textura y fase de suelos
3.5	1
1.25	2
1.85	3
1.75	1 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.62	2 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.92	3 y Fase Gravosa o Pedregosa

La textura y la fase (CATEX) del suelo calcáreo, se clasificaron de acuerdo con los siguientes valores:

Tabla 49 Clasificación CATEX para suelos calcáreos

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

Una vez que se realizó la calificación de la textura, se obtuvo la siguiente capa:

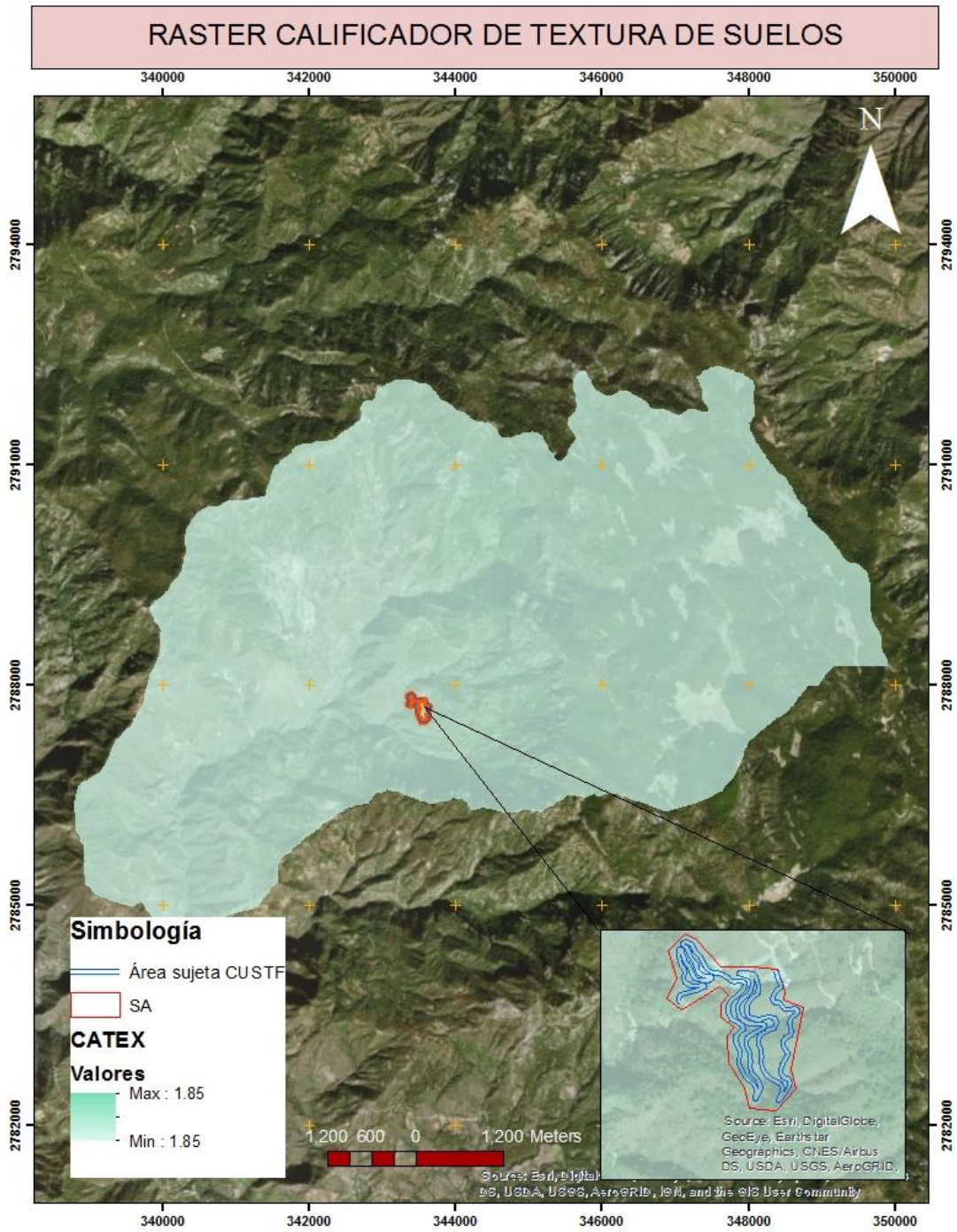


Tabla 50 Raster CATEX para el área del proyecto

Se continuó el procedimiento calificando el uso del suelo (CAUSO), a partir de la tabla 51:

Tabla 51 Clasificación de CAUSO

Uso de suelo y vegetación	CAUSO
Agricultura de riego	0.80

Uso de suelo y vegetación	CAUSO
Agricultura de temporal	0.80
Asentamientos humanos	0.00
Bosque de encino	0.10
Bosque de encino secundario	0.11
Bosque de encino-pino	0.10
Bosque de galería	0.05
Bosque de pino-encino	0.10
Bosque de pino-encino secundario	0.11
Chaparral	0.11
Cuerpo de agua	0.00
Matorral desértico micrófilo	0.15
Matorral sarcocaulé	0.15
Matorral desértico rosetófilo	0.15
Selva baja espiNOM	0.15
Mezquital	0.15
Pastizal halófilo	0.12
Pastizal inducido	0.12
Pastizal natural	0.12
Sin vegetación aparente	0.40
Vegetación halófila	0.12
Zona urbana	0.00

Posteriormente se tomaron los valores IAVIE, CATEX Y CAUSO, y se multiplicaron para obtener la erosión laminar eólica en toneladas por hectárea por año:

$$EROSIÓN EÓLICA = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

De donde se desprendió el siguiente resultado.

PERDIDA DE SUELO ACTUAL	28,495.39	Ton*año
EROSIÓN PROMEDIO	5.69	Ton*ha*año

De estos se tiene la clasificación de acuerdo como se muestra en la tabl 52

Tabla 52 Grados de erosión eólica en el SA.

Grado	Superficie (ha)	%	Toneladas	%
Sin erosión	4,638.071	92.65	23,161.035	81.28
Ligera	367.961	7.35	5,334.358	18.72

Grado	Superficie (ha)	%	Toneladas	%
Moderada	0.000	0.00	0.000	0.00
Alta	0.000	0.00	0.000	0.00
Muy alta	0.000	0.00	0.000	0.00
Total	5,006.032	100	28,495.393	100

La erosión eólica se concentra en la categoría de "sin erosión".

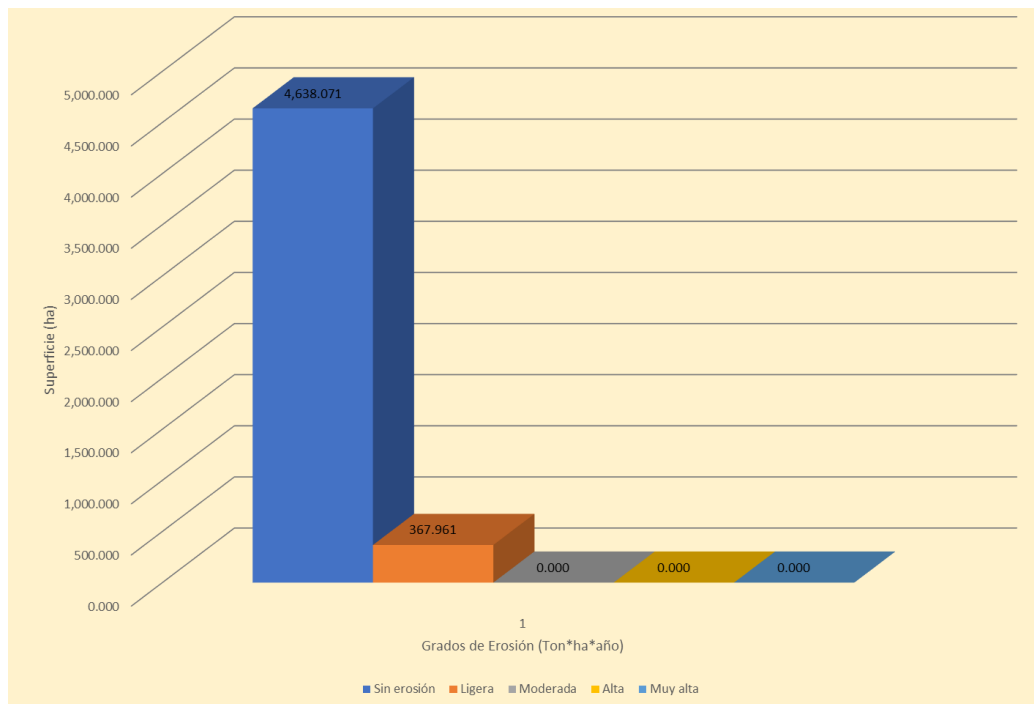


Gráfico 3 Grados de erosión actual SA

Estado de conservación del suelo

De acuerdo con el sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales de la SEMARNAT, el estado de conservación del suelo en la unidad hidrológico-forestal, no tiene datos.

d) Geo hidrología e hidrología superficial y subterránea

Ubicar y caracterizar los cuerpos de agua más importantes naturales y artificiales como ríos, canales, lagos, represas, entre otros, existentes dentro de la unidad hidrológico-forestal; enfatizando en los principales cauces que pudieran verse afectados, ya sea temporales o perennes, señalando sus flujos máximos, mínimos y su temporalidad, con lo cual se analice la posible alteración del patrón de escorrentías y/o de la recarga del acuífero en los que pudiera incidir la

eliminación de la vegetación forestal por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales; así como eventuales impactos de degradación del suelo.

Cuerpos de agua dentro del SA

ARROYO El Carrizo	
Temporalidad: Intermitente	
Coeficiente de escurrimiento: 10 a 20%	
Propiedad	Valor
Magnitud de orden (clasificación de Strahler) a nivel de subcuenca	2
Nivel de corriente a nivel de subcuenca (Drain Stream Level)	3
Elevación máxima	2,511 m
Elevación media	1,978 m
Elevación mínima	1,445 m
Longitud	4,567 m.
Pendiente Media	23.3413%
Tiempo de Concentración	20.25 (minutos)
Área Drenada:	4.95 km ²
Periodo de Retorno	5 años.
Intensidad de la Lluvia:	3,623.70 mm/h
Flujo máximo	996.51 m ³ /s
Flujo mínimo	498.25 m ³ /s

ARROYO SIN NOMBRE 1	
Temporalidad: Intermitente	
Coeficiente de escurrimiento: 5 a 10%	
Propiedad	Valor
Magnitud de orden (clasificación de Strahler) a nivel de subcuenca	3
Nivel de corriente a nivel de subcuenca (Drain Stream Level)	2
Elevación máxima	2,513 m
Elevación media	1,927 m
Elevación mínima	1,341 m
Longitud	10,818 m
Pendiente Media	10.8337%
Tiempo de Concentración	55.11 (minutos)
Área Drenada:	27.29 km ²
Periodo de Retorno	5 años.
Intensidad de la Lluvia:	1,331.51 mm/h
Flujo máximo	2,018.71 m ³ /s
Flujo mínimo	1,009.35 m ³ /s

Fuente: Web en línea [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#], consulta 07/06/2019.

Acuíferos, tipos de acuíferos, condiciones de los acuíferos

Para la ubicación de los acuíferos se consultó la información de la CONAGUA, a través de su página de internet, donde se observó que en el SA donde se ubica el proyecto, se encuentra dentro del acuífero Río Culiacán.

Según el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha del 20 de abril de 2015, la disponibilidad de los acuíferos es:

Tabla 53 Descripción del acuífero Río Culiacán

Clave	Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
2504	RÍO CULIACÁN	416.9	173.4	226.454788	168.9	17.045212	0.0000

R: Recarga media anual; DNCOM: Descarga natural comprometida; VCAS: Volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: Volumen de extracción consignado en estudios técnicos; DAS: Disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000.

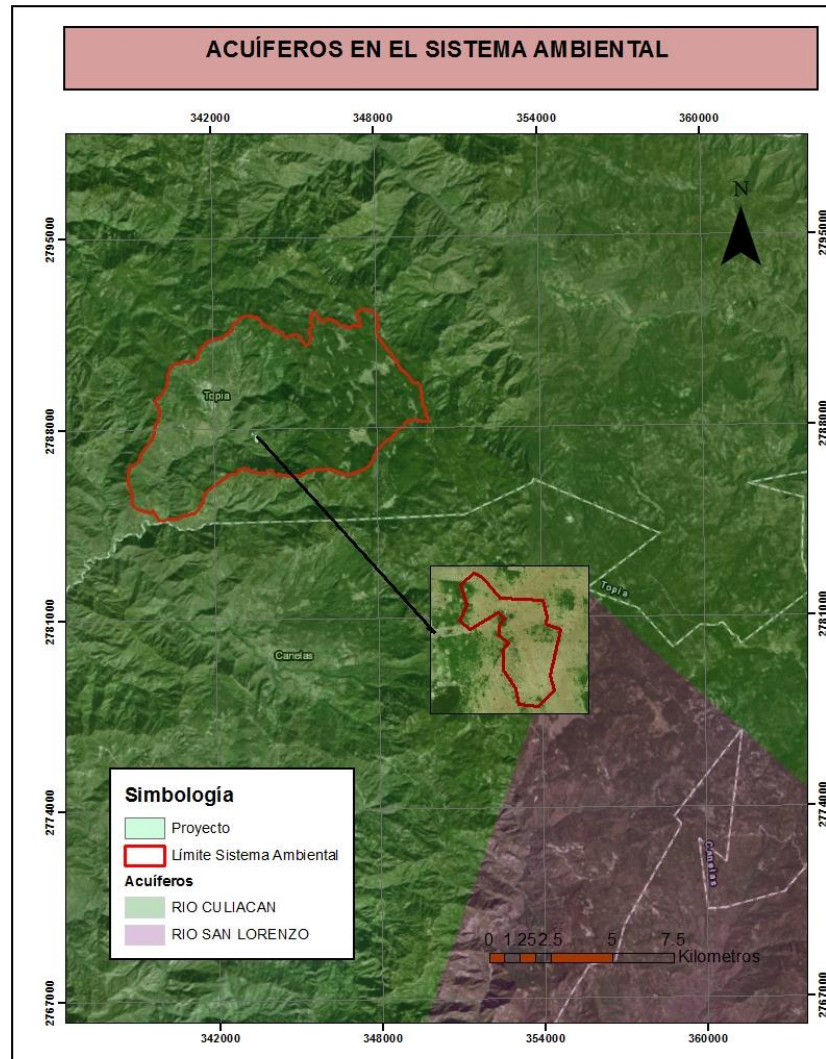


Figura 40 Acuíferos en el área del SA

Balance Hidrológico del SA

Para determinar el impacto a nivel del SA, que puede ser ocasionado por este proyecto se hace necesario efectuar los cálculos para estimar las cantidades de agua que se infiltran y aquellas que dejarían de infiltrarse en caso de que el proyecto fuera ejecutado, a continuación, se realizan estos cálculos.

Evapotranspiración SA.

Métodos para determinar la evapotranspiración.

Los métodos pueden clasificarse en métodos directos e indirectos. Los primeros proporcionan directamente el consumo total del agua requerida, utilizando para ello aparatos e instrumentos para su determinación. Los segundos en forma indirecta y bajo la utilización de fórmulas empíricas, obtienen los consumos de agua a través de todo el ciclo vegetativo de la planta, por lo que para el caso específico del proyecto se utilizará el método indirecto denominado Método de Coutagne.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$ERT = P - X^{P^2}$$

Dónde:

ETR = Evapotranspiración m/año.

P = Precipitación m/año.

$X = 1/(0.8 + 0.14t)$.

t = temperatura °C

Los datos utilizados para alimentar este modelo corresponden a los valores obtenidos de las isotermas e isoyetas, el valor de la precipitación media anual de 1,098.91 mm, mientras que la temperatura media anual corresponde a los 17.0 °C.

Desarrollo.

Se obtendrá primeramente el valor de X.

$$X = 1/(0.8 + 0.14 * 17.0)$$

$$X = 0.314465409$$

Una vez que se tienen los valores de X, estos se sustituyen en la formula, quedando de la siguiente manera.

$$ETR = 1.09891 - 0.314465409 * 1.09891^2$$

$$ETR = 0.71916057 \text{ m}$$

El resultado se multiplica por la superficie del área del SA:

ETR SA= 36,001,406.82 m³

Para los datos de escurrimiento se utilizará la fórmula propuesta por la CNA descrita en la NOM-011-CNA-2000, misma que se calcula con la siguiente expresión.

$$Vm = P * Ce * A$$

Dónde:

P = precipitación.

A = área en m².

Ce = descrito por las siguientes expresiones.

$$Ce = K \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{K - 0.15}{1.5}$$

Tabla 54 Valores de K en función del tipo de suelo (NOM-011-CNA-2000)

USO DE SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
BARBECHO, ÁREAS DESNUDAS	0.26	0.28	0.30
CULTIVOS EN HILERA	0.24	0.27	0.30
LEGUMBRES O ROTACIÓN DE PRADERA	0.24	0.27	0.30
GRANOS PEQUEÑOS	0.24	0.27	0.30
PASTIZAL CUBIERTO MAS DEL 75%	0.14	0.20	0.28
PASTIZAL CUBIERTO DEL 50 AL 75 %	0.20	0.24	0.30
PASTIZAL CUBIERTO MENOS DEL 50 %	0.24	0.28	0.30
BOSQUE CUBIERTO MAS DEL 75 %	0.07	0.16	0.24
BOSQUE CUBIERTO DEL 50 AL 75 %	0.12	0.22	0.26
BOSQUE CUBIERTO DEL 25 AL 50 %	0.17	0.26	0.28
BOSQUE CUBIERTO MENOS DEL 25 %	0.22	0.28	0.30
ZONAS URBANAS	0.26	0.29	0.32
CAMINOS	0.27	0.30	0.33
PRADERA PERMANENTE	0.18	0.24	0.30

TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos.
B	

	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de media profundidad: loess algo más compacto que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas a lo es muy delgados sobre capa impermeables, o bien arcillas.

Con información obtenida de los análisis de suelo en conjunto con las observaciones de campo, se considera como el valor de un bosque cubierto del 25 al 50%, el suelo que más se ajusta corresponde al tipo A, entonces el valor de K corresponde a 0.17.

Para obtener el valor de Ce, se desarrolla con la siguiente expresión.

Si $K < 0.15$.

$$Ce = 0.17 \frac{(1,098.91 - 250)}{2000}$$

Si $K \geq 0.15$

$$Ce = 0.17 \frac{(1,098.91 - 250)}{2000} + \frac{(0.22 - 0.15)}{1.5}$$

$$Ce = 0.085490683$$

Una vez que se tiene el valor de Ce, se hacen los cálculos para obtener el volumen de escurrimiento.

$$Vme = 1.09891 * 0.085490683 * 50,060,318$$

$$Vme SA = 4,702,995.01 \text{ m}^3.$$

Con los datos anteriores calculamos la infiltración con la siguiente expresión.

$$\text{Infiltración SA} = P - ETR - Vme$$

Dónde:

P = Precipitación en el área del SA

ETR = Evapotranspiración

Vme= Volumen medio de escurrimiento

Hasta este punto hemos manejado valores en metros cuadrados para la evapotranspiración y el volumen de escurrimiento, para poder aplicar la ecuación se utilizará también el valor de precipitación en m^3 por la superficie del proyecto.

Sustituimos valores:

$$= 55,011,784.05 - 36,001,406.82 - 4,702,995.01$$

$$\text{Infiltración (SA)} = 14,307,382.23 \text{ m}^3$$

Los valores obtenidos se refieren a la infiltración que tiene el área del SA en las condiciones actuales es decir que no se ha llevado a cabo el cambio de uso de suelo, por lo que para tener una idea de la cantidad de infiltración que deja de recibir el acuífero es necesario hacer los cálculos para estimar la infiltración una vez que el cambio de uso de suelo ha sido llevado a cabo; el desarrollo se muestra a continuación.

BALANCE HIDROLÓGICO CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El acuífero que se identificó dentro de los límites geográficos del SA se denomina Río Culiacán.

Para calcular la infiltración, una vez que el cambio de uso de suelo ha sido ejecutado, se utilizarán los mismos datos de evapotranspiración obtenidos.

A continuación, se muestran los resultados bajo el supuesto que se ha llevado a cabo el cambio de uso de suelo.

Los valores de Precipitación y Evapotranspiración permanecen constantes entonces.

$$\text{Precipitación área del proyecto} = 87,586.98 \text{ m}^3.$$

$$\text{ETR del proyecto} = 37,684.73 \text{ m}^3.$$

La variable que puede ser modificada se refiere al volumen de escurrimiento, entonces sobre la tabla "Valores de K en función del tipo y uso de suelo (NOM-011-CNA, 2000)." Se modifica el porcentaje de cobertura quedando en "caminos".

De acuerdo a esto se calcula la variable K.

Sustituyendo los valores obtenemos el valor de K que es de 0.27; esto de acuerdo a la tabla 55

Se recalcula y tenemos que el valor de V me es de 11,206.01 m³.

Con este valor es posible obtener la cantidad de infiltración que se tendría en el área del proyecto, bajo el supuesto que este es llevado a cabo.

$$\text{Infiltración} = 57,583.98 - 37,684.73 - 11,206.01$$

$$\text{Infiltración (con proyecto)} = 8,693.24 \text{ m}^3$$

Con ambos resultados obtenidos podemos obtener la cantidad de infiltración que se perdería con la ejecución del cambio de uso de suelo, como se muestra en la tabla 55.

Tabla 55 Infiltración que se pierde con el cambio de uso de suelo.

Situación	Vol. de infiltración m ³
Sin proyecto	14,976.36
Con proyecto	8,693.24
DIFERENCIA	6,283.11

Con los datos anteriores podemos estimar la cantidad de infiltración que se dejaría de recibir en el área del SA, la operación se muestra a continuación.

Tabla 56 Comparación de infiltración SA /área del proyecto

Área	Vol. de infiltración m ³
SA	14,307,382.23
DÉFICIT POR EL PROYECTO	6,283.11
DIFERENCIA	14,301,099.11

En relación con el SA se observa que, si se ejecuta el proyecto, disminuyen en 6,283.11 m³ la capacidad de infiltración, pasando de 14,307,382.23 m³ a 14,301,099.11 m³, lo que representa un porcentaje de afectación de 0.063%, la disminución con relación a la SA debe considerarse como muy baja.

IV.2.2 Aspectos bióticos

a) Vegetación terrestre

Describir los tipos de vegetación que se desarrollan en la unidad hidrológico-forestal, tomando como referencia la definición y clasificación de usos de suelo y vegetación desarrollada en la Serie VI del INEGI. Usar como respaldo cartografía que muestre la zonificación y delimitación de los usos de suelo y vegetación, a una escala adecuada que permita su interpretación.

Tipo de vegetación en la cuenca hidrológico-forestal

Para identificar los tipos de asociaciones vegetales que se encuentran al interior del SA, se consultó la información proporcionada por el INEGI, en sus datos vectoriales que se encuentran en su página de internet, esto permitió obtener un primer panorama de la distribución de este componente, de esta consulta se obtuvieron los siguientes resultados.

Asociaciones vegetales y uso de suelo en el SA

Uso de suelo y vegetación	Hectáreas	%
Agricultura de temporal anual	443.9630	8.87
Asentamientos humanos	71.6172	1.43
Bosque de pino	1,395.1941	27.87
Bosque de pino – encino	1,258.9501	25.15
Pastizal inducido	459.4229	9.18
Selva baja caducifolia	159.9897	3.20
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	741.7961	14.82
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de selva baja caducifolio	475.0987	9.49
Total	5,006.0318	100

La descripción de cada una de las asociaciones se presenta a continuación.

Tabla 57 Descripción de los tipos de vegetación y uso de suelo en el SA.

Uso de suelo y vegetación	Descripción
Agricultura	Son áreas de producción de cultivos que son obtenidos para su utilización por el ser humano ya sea como alimentos, forrajes, ornamental o industrial. Esta se divide de acuerdo al suministro de agua: Temporal: Cuando el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia. Riego: Cuando el suministro de agua utilizado para su desarrollo es suministrado por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, un río, etcétera. Al sur de la población Topia, se ubica la concentración de áreas agrícolas.
Asentamientos humanos	Áreas definidas como poblaciones y/o ciudades. Dentro de la delimitación del SA, en la región noroeste se encuentra la población Topia
Bosque de pino	Es una comunidad siempre verde constituida por árboles del género <i>Pinus</i>, de amplia distribución y con aproximadamente 49 especies, 18 variedades, 2 subespecies en las cadenas montañosas de todo el país desde los 300 m de altitud hasta los 4 200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea. Estos bosques que se encuentran asociados con encinares y otras especies, son los de mayor importancia económica en la industria forestal del país por lo que prácticamente todos soportan actividades forestales como aserrío, resinación, obtención de pulpa para celulosa, postería y recolección de frutos y semillas. La vegetación está dominada por diferentes especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, los pinares tienen un estrato inferior relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes gramíneas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada.
Bosque de pino – encino	Comunidad de bosque ampliamente distribuida que ocupa la mayor parte de la superficie forestal de las porciones superiores de los sistemas montañosos del país, la cual está compartida por las diferentes especies de pino (<i>Pinus spp.</i>) y encino (<i>Quercus spp.</i>); dependiendo del dominio de uno y otro, se le denomina pino encino si predominan las coníferas y es llamado encino-pino cuando dominan los encinares. La transición del bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal. Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de distribución. El uso de estas comunidades es el forestal y comercial, las materias primas que estos bosques suministran a la industria son variadas y de gran importancia económica como son pulpa para papel, celulosa, madera para la elaboración de varios productos, resina para la fabricación de brea, pinturas y aguarrás, además de proporcionar leña, madera para aserrío, para construcción, puntales, postes y durmientes.
Pastizal inducido	Áreas que cambiaron su uso de suelo de forestal y se sustituyó por pastizales que generalmente son utilizados para pastoreo.

Uso de suelo y vegetación	Descripción
Selva baja caducifolia	Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta BS y CW. El promedio de temperaturas anuales es superior a 20 °C. Las precipitaciones anuales son de 1 200 mm como máximo, teniendo como mínimo a los 600 mm con una temporada seca bien marcada, que puede durar hasta 7 u 8 meses y que es muy severa. Desde el nivel del mar hasta unos 1 700 m, rara vez hasta 1 900 se le encuentra a este tipo de selva, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Esta selva presenta corta altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10 m, muy eventualmente de hasta 15 m o un poco más). 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 vida suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros <i>Agave</i> , <i>Opuntia</i> , <i>Stenocereus</i> y <i>Cephalocereus</i> .
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	Estado sucesional de la vegetación. Se indica alguna fase de vegetación secundaria cuando hay algún tipo de indicio de que la vegetación fue eliminada o perturbada a un grado en el que ha sido modificada profundamente. Esta asociación vegetal se encuentra rodeando los bosques de pino.
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de selva baja caducifolia	Comunidades originadas por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original; en otros casos presenta un aspecto y composición florística diferente. Se desarrollan en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. La clasificación de VSa: se desarrolla transcurrido un tiempo corto después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general están formadas por muchas especies. Ejemplos de indicadores de comunidades secundarias arbustivas en las selvas son <i>Acacia spp.</i> , <i>Mimosa bahamensis</i> , <i>Calliandra spp.</i> , <i>Opuntia spp.</i> y abundantes compuestas.

En la siguiente imagen se puede apreciar la distribución de la vegetación y uso de suelo que se tienen en el SA.

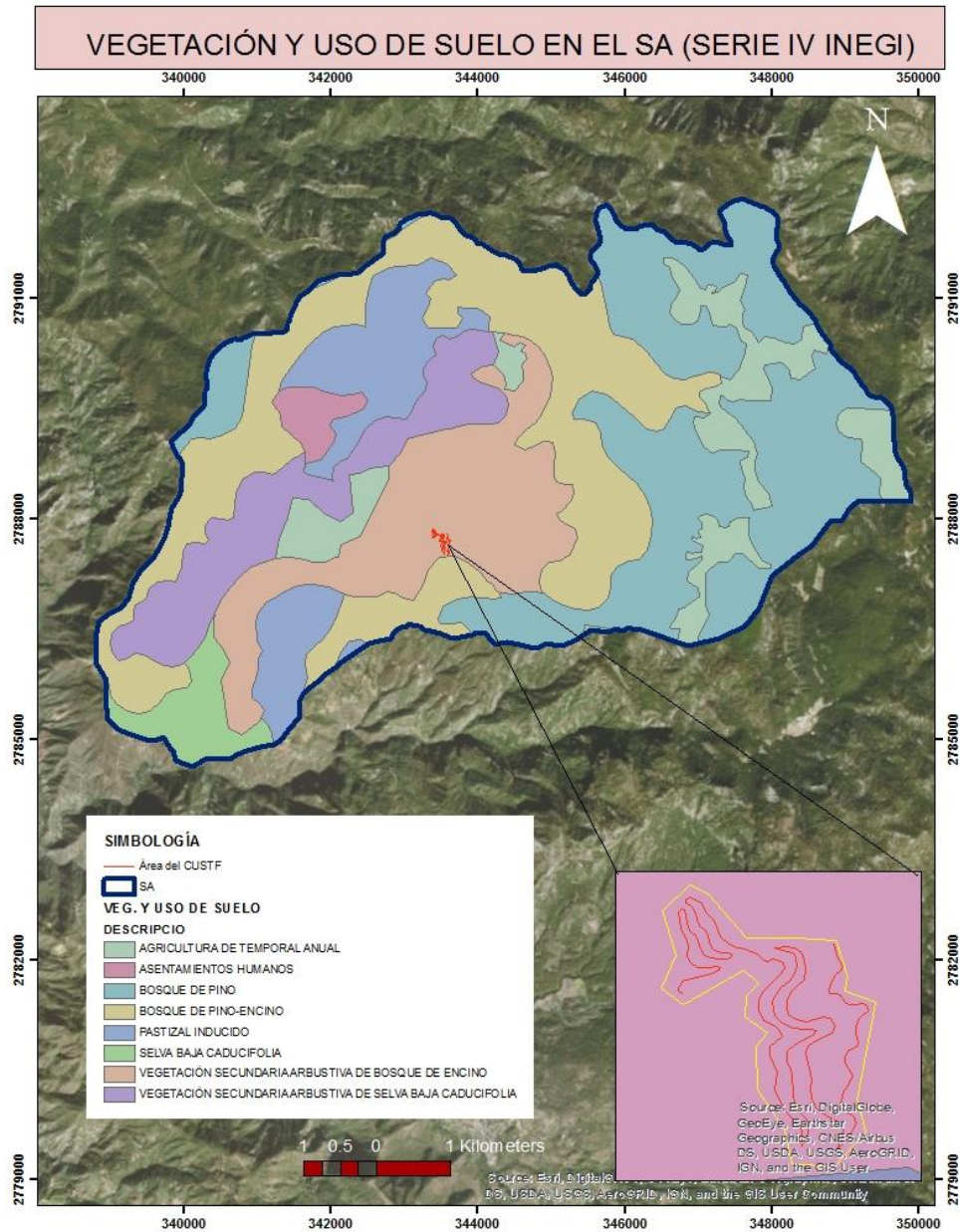


Figura 41 Vegetación y uso de suelo en el SA

De acuerdo a los muestreos de campo efectuados, se logró obtener un listado de los componentes florísticos al interior del SA, este listado fue dividido por estrato, considerando para este proyecto tres diferentes estratos, los cuales comprende árboles, arbustos, cactáceas y herbáceas y en las siguientes tablas se muestra el listado florístico.

Tabla 58 Especies de árboles encontradas en el interior del SA

No.	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059	CITES
1	<i>Acacia farnesiana</i>	Vinorama	Sin estatus	No listada
2	<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	Sin estatus	No listada
3	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	Sin estatus	No listada
4	<i>Bocconia arborea</i>	Palo de judas	Sin estatus	No listada
5	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	Sin estatus	No listada
6	<i>Bursera simaruba</i>	Papelillo rojo	Sin estatus	No listada
7	<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote blanco	Sin estatus	No listada
8	<i>Ceiba acuminata</i>	Pochote	Sin estatus	No listada
9	<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote	Sin estatus	No listada
10	<i>Erythrina americana</i>	Colorín	Sin estatus	No listada
11	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Vara dulce	Sin estatus	No listada
12	<i>Ipomoea murucoides</i>	Palo blanco	Sin estatus	No listada
13	<i>Juniperus flaccida</i>	Táscate	Sin estatus	No listada
14	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	Sin estatus	No listada
15	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	Sin estatus	No listada
16	<i>Quercus eduardii</i>	Encino	Sin estatus	No listada
17	<i>Quercus laeta</i>	Encino	Sin estatus	No listada
18	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino	Sin estatus	No listada
19	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Tapaco	Sin estatus	No listada

Tabla 59 Especies de arbustos encontradas en el interior del SA

No.	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059	CITES
1	<i>Agave salmiana</i>	Maguey	Sin estatus	No listada
2	<i>Ambrosia ambrosioides</i>	Chicura	Sin estatus	No listada
3	<i>Celtis laevigata</i>	Huevo de gato	Sin estatus	No listada
4	<i>Croton draco</i>	Croton	Sin estatus	No listada
5	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	Sin estatus	No listada
6	<i>Dodonaea viscosa</i>	Matagusano	Sin estatus	No listada
7	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	Sin estatus	No listada
8	<i>Mandevilla foliosa</i>	H. de la cucaracha	Sin estatus	No listada
9	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	Sin estatus	No listada
	<i>Montanoa leucantha</i>	Tacote	Sin estatus	No listada
	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	Sin estatus	No listada
	<i>Randia armata</i>	Cruceta	Sin estatus	No listada
	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	Cacachila	Sin estatus	No listada
	<i>Rhus aromatica</i>	Agrito	Sin estatus	No listada
	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Sin estatus	No listada
	<i>Solanum madrense</i>	Zacamanteca	Sin estatus	No listada
	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	Sin estatus	No listada

Tabla 60 Especies de herbáceas encontradas en el interior del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES
1	<i>Amaranthus hybridus</i>	Quelite	Sin estatus	No listada
2	<i>Bidens odorata</i>	Aceitilla	Sin estatus	No listada
3	<i>Castilleja tenuiflora</i>	Cola de borrego	Sin estatus	No listada
4	<i>Lepidium virginicum</i>	Lentejilla	Sin estatus	No listada
5	<i>Melinis repens</i>	Z. rosado	Sin estatus	No listada
6	<i>Oplismenus burmannii</i>	Z. barbón	Sin estatus	No listada
7	<i>Salvia hispanica</i>	Chia	Sin estatus	No listada
8	<i>Selaginella lepidophylla</i>	Flor de peña	Sin estatus	No listada
9	<i>Serrata leucopila</i>	Z. tempranero	Sin estatus	No listada
10	<i>Stevia serrata</i>	H. San de Nicolás	Sin estatus	No listada
11	<i>Tagetes lunulata</i>	Cempasúchil	Sin estatus	No listada
12	<i>Tithonia diversifolia</i>	Girasolillo	Sin estatus	No listada
13	<i>Waltheria indica</i>	Malva	Sin estatus	No listada

Caracterización de la vegetación

Para llevar a cabo la caracterización de la vegetación, para este proyecto la metodología se dividió en tres 3 fases o etapas.

La primera de éstas se enfocó en la identificación y selección de los sitios en los que se realizó el estudio.

En una segunda fase se establecieron las unidades muestrales en las áreas seleccionadas y se colectó información sobre la vegetación.

En la tercera fase, se analizó la información obtenida en el campo.

Fase I.

Se llevó a cabo la recopilación de información documental, tomando como base la información proporcionada por el INEGI (Uso de Suelo y Vegetación), así como la carta topográfica digital (G13C45).

Con la información documental se llevó un recorrido de campo el cual se consideró como premuestreo, donde se lograron identificar las áreas con vegetación y el tipo de vegetación que sustenta.

Con la información documental y del premuestreo se procedió a ubicar las unidades muestrales (esfuerzo de muestreo), para esto se utilizó el programa Arc Gis 10.3, programa con el que a partir de la sobreposición de las "capas" uso de suelo y topográficas, se ubicaron los puntos de muestreo.

Fase II.

Diseño de muestreo y toma de datos.

Se consideró el área del SA, donde se identificaron los tipos de vegetación que podrían resultar afectados por la instalación del proyecto, para lo cual se identificó VSa BQ (Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino).

Una vez que se identificaron los tipos de vegetación se elaboraron las curvas de acumulación de especies utilizando modelos no paramétricos, los cuales se describen a continuación.

- ICE: Estimador basado en la cobertura de incidencia de la riqueza de especies

Primero debe tenerse en cuenta que:

$$S_{obs} = S_{infr} + S_{freq}$$

La estimación de cobertura de muestra basada en datos de incidencia es

$$C_{ice} = 1 - \frac{Q_1}{N_{infr}}$$

Donde

$$N_{infr} = \sum_{j=1}^{10} jQ_j$$

Por lo tanto, la estimación de la cobertura muestral es la proporción de todos los individuos en especies poco frecuentes que no son únicas. Entonces el estimador ICE de la riqueza de especies es

$$S_{ice} = S_{freq} + \frac{S_{infr}}{C_{ice}} + \frac{Q_1}{C_{ice}} Y_{ice}^2$$

Dónde la estimación del coeficiente de variación estima el coeficiente de variación de los Q_j , es

$$Y_{ice}^2 = \max \left[\frac{S_{infr}}{C_{ice}} \frac{m_{infr-r}}{(m_{infr-r}-1)} \frac{\sum_{j=1}^{10} j(j-1)Q_j}{(N_{infr-r})^2} - 1.0 \right]$$

Nota: La fórmula para ICE no está definida cuando todas las especies infrecuentes son Uniques ($Q_1 = N_{infr}$, lo que arroja $C = 0$). En este caso, EstimateS calcula la forma corregida de sesgo de Chao2 en su lugar (siguiendo el consejo de Anne Chao)

- Jackknife 2: estimador de jackknife de segundo orden de la riqueza de especies (basado en la incidencia)

$$S_{jack} = S_{obs} + \left[\frac{Q_1(2m-3)}{m} - \frac{Q_2(m-2)^2}{m(m-1)} \right]$$

(Smith, 1984)

- CHAO 2

$$\hat{S}_{Chao2} = S_{obs} + \left(\frac{m-1}{m} \right) \frac{Q_1^2}{2Q_2}$$

$$\hat{S}_{Chao2} = S_{obs} + \left(\frac{m-1}{m} \right) \left(\frac{Q_1(Q_1-1)}{Q_2(Q_2+1)} \right)$$

$$\widehat{var}(\hat{S}_{Chao2}) = Q_2 \left[\frac{1}{2} \left(\frac{m-1}{m} \right) \left(\frac{Q_1}{Q_2} \right)^2 + \left(\frac{m-1}{m} \right)^2 \left(\frac{Q_1}{Q_2} \right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{m-1}{m} \right)^2 \left(\frac{Q_1}{Q_2} \right)^4 \right]$$

$$\widehat{var}(\hat{S}_{Chao2}) = \left(\frac{m-1}{m} \right) \frac{Q_1(Q_1-1)}{2(Q_2+1)} + \left(\frac{m-1}{m} \right)^2 \frac{Q_1^2 Q_2 (Q_1-1)^2}{4(Q_2+1)^4} + \left(\frac{m-1}{m} \right)^2 \frac{Q_1^2 Q_2 (Q_1-1)}{4(Q_2+1)}$$

$$\widehat{var}(\hat{S}_{Chao2}) = \left(\frac{m-1}{m} \right) \frac{Q_1(Q_1-1)}{2} + \left(\frac{m-1}{m} \right)^2 \frac{Q_1(2Q_1-1)^2}{4} - \left(\frac{m-1}{m} \right)^2 \frac{Q_1^4}{4\hat{S}_{Chao2}}$$

$$\widehat{var}(S_{obs}) = \sum_{i=1} Q_1(e^{-i} - e^{-2i}) - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1} i e^{-1} Q_i \right)$$

$$Lower\ 95\% Bound = S_{obs} + \frac{T}{K}, Upper\ 95\% Bound = S_{obs+TK},$$

$$where\ T = Chao - S_{obs},\ and\ K = \exp \left\{ 1.96 \left[\log \left(1 + \frac{\widehat{var}(\hat{S}_{Chao})}{T^2} \right) \right] \right\}$$

(Chao may be either Chao 1 or Chao2)

$$Lower\ 95\% Bound = \max \left(S_{obs} \frac{S_{obs}}{(1-P)} \right) - 1.96 \frac{(\widehat{var} S_{obs})}{(1-P)},$$

$$Upper\ 95\% Bound = \frac{S_{obs}}{(1-P)} + 1.96 \frac{(\widehat{var} S_{obs})}{(1-P)}$$

$$where\ P = \frac{\sum_{i=1} F_i e^{-i}}{S_{obs}},\ var(S_{obs})\ is\ given\ in\ Eq.\ (8)\ for\ Chao;$$

$$and\ P = \frac{\sum_{i=1} Q_1 e^{-1}}{S_{obs}},\ \widehat{var}(S_{obs})\ is\ given\ in\ Eq.\ (12)\ for\ Chao\ 2.$$

Tabla 61 definición de variables, estimadores no paramétricos

Variable	Definición
V_{est}	Número estimado de especies compartidas por las muestras j y k.
V_{obs}	Número observado de especies compartidas por las muestras j y k.
$V_{jk(abund)}$	Número observado de especies abundantes y compartidas (> 10 individuos en la muestra j, en la muestra k, o en ambos).
$V_{jk(rare)}$	Número observado de especies compartidas, raras (< 10 individuos en la muestra j AND < 10 individuos en la muestra k).
$X_1 \dots X_i \dots X_{vj}$	Número de individuos de especies raras compartidas i en la muestra j.
$X_1 \dots X_i \dots X_{vk}$	Número de individuos de especies raras compartidas i en la muestra k.
F_1	Número total de singletons ($X_i = 1$) entre especies compartidas raras en la muestra j.
F_{*1}	Número total de singletons ($Y_i = 1$) entre especies compartidas raras en la muestra k.
F_{1+}	Número de especies comunes compartidas que son únicas en la muestra j pero tienen $Y_i > 1$ en la muestra k.
F_{+1}	Número de especies únicas compartidas que son únicas en la muestra k pero tienen $X_i > 1$ en la muestra j.
F_{11}	Número de especies compartidas raras que son únicas en ambas muestras j y k.
N_{1+}	Número de individuos en la muestra k para especies compartidas raras que son únicas en la muestra j.
N_{+1}	Número de individuos en la muestra j para especies compartidas raras que son únicas en la muestra k.
C_{jk}	Cobertura de muestra para especies raras y compartidas.

EstimateS es una aplicación de software gratuita para sistemas operativos Windows y Macintosh, diseñada para ayudarlo a evaluar y comparar la diversidad y la composición de los conjuntos de especies en base a datos de muestreo. EstimateS calcula una variedad de estadísticas de biodiversidad, incluyendo rarefacción y extrapolación, estimadores de riqueza de especies, índices de diversidad, números de Hill y medidas de similitud. Para obtener una descripción general de las principales características.

Para la toma de información en campo se decidió levantar una muestra de 47 sitios distribuidos aleatoriamente dentro de la superficie del SA y tomando como variable restrictiva la asociación vegetal sobre la cual se encuentra la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, las dimensiones de los sitios fueron rectangulares de 10 X 3 metros de radio, arrojando una superficie de 30 m², esto para todos los estratos con excepción del herbáceo, para este último se diseñó un muestreo de 1 m² al interior del sitio de 30 m². un esquema de esto se muestra a continuación.

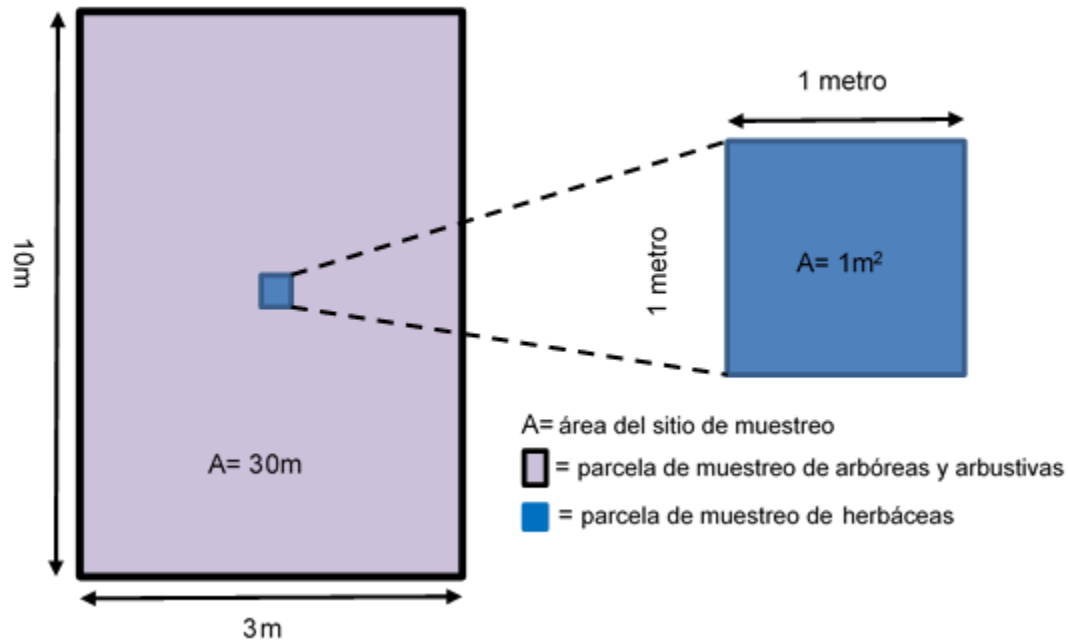


Tabla 62 Diseño de sitios de muestreo

Los sitios fueron marcados en el centro con una estaca, la cual contiene el número del sitio al que corresponde y se tomaron las coordenadas UTM con un navegador GPS, la fecha de muestreo fue del 13 al 18 de mayo de 2019.

Las coordenadas que identifican la ubicación y delimitación de los rectángulos, de cada uno de los sitios de muestreo en el SA, son las siguientes.

Tabla 63 Coordenadas sitios de muestreo SA (UTM 13 WGS84)

Sitio	Centro del Sitio		Vértices de rectángulo		
	X	Y	Vértice	X	Y
SA-1	343368.40	2789055.85	1	343366.90	2789050.85
			2	343366.90	2789060.85
			3	343369.90	2789060.85
			4	343369.90	2789050.85
			1	343366.90	2789050.85
SA-2	343299.00	2789529.00	1	343297.50	2789524.00
			2	343297.50	2789534.00
			3	343300.50	2789534.00
			4	343300.50	2789524.00
			1	343297.50	2789524.00
SA-3	343193.00	2789617.00	1	343191.50	2789612.00
			2	343191.50	2789622.00
			3	343194.50	2789622.00
			4	343194.50	2789612.00

Sitio	Centro del Sitio		Vértices de rectángulo		
	X	Y	Vértice	X	Y
			1	343191.50	2789612.00
SA-4	343547.00	2789599.00	1	343545.50	2789594.00
			2	343545.50	2789604.00
			3	343548.50	2789604.00
			4	343548.50	2789594.00
			1	343545.50	2789594.00
SA-5	343365.00	2789612.00	1	343363.50	2789607.00
			2	343363.50	2789617.00
			3	343366.50	2789617.00
			4	343366.50	2789607.00
			1	343363.50	2789607.00
SA-6	343295.00	2789971.00	1	343293.50	2789966.00
			2	343293.50	2789976.00
			3	343296.50	2789976.00
			4	343296.50	2789966.00
			1	343293.50	2789966.00
SA-7	343183.00	2789930.00	1	343181.50	2789925.00
			2	343181.50	2789935.00
			3	343184.50	2789935.00
			4	343184.50	2789925.00
			1	343181.50	2789925.00
SA-8	343036.00	2789957.00	1	343034.50	2789952.00
			2	343034.50	2789962.00
			3	343037.50	2789962.00
			4	343037.50	2789952.00
			1	343034.50	2789952.00
SA-9	342928.00	2790019.00	1	342926.50	2790014.00
			2	342926.50	2790024.00
			3	342929.50	2790024.00
			4	342929.50	2790014.00
			1	342926.50	2790014.00
SA-10	343219.00	2790045.00	1	343217.50	2790040.00
			2	343217.50	2790050.00
			3	343220.50	2790050.00
			4	343220.50	2790040.00
			1	343217.50	2790040.00
SA-11	344000.00	2788423.00	1	343998.50	2788418.00
			2	343998.50	2788428.00
			3	344001.50	2788428.00
			4	344001.50	2788418.00

Sitio	Centro del Sitio		Vértices de rectángulo		
	X	Y	Vértice	X	Y
			1	343998.50	2788418.00
SA-12	344140.00	2788269.00	1	344138.50	2788264.00
			2	344138.50	2788274.00
			3	344141.50	2788274.00
			4	344141.50	2788264.00
			1	344138.50	2788264.00
SA-13	344095.00	2788186.00	1	344093.50	2788181.00
			2	344093.50	2788191.00
			3	344096.50	2788191.00
			4	344096.50	2788181.00
			1	344093.50	2788181.00
SA-14	344042.00	2788188.00	1	344040.50	2788183.00
			2	344040.50	2788193.00
			3	344043.50	2788193.00
			4	344043.50	2788183.00
			1	344040.50	2788183.00
SA-15	343982.00	2787513.00	1	343980.50	2787508.00
			2	343980.50	2787518.00
			3	343983.50	2787518.00
			4	343983.50	2787508.00
			1	343980.50	2787508.00
SA-16	343875.00	2787623.00	1	343873.50	2787618.00
			2	343873.50	2787628.00
			3	343876.50	2787628.00
			4	343876.50	2787618.00
			1	343873.50	2787618.00
SA-17	343796.00	2787815.00	1	343794.50	2787810.00
			2	343794.50	2787820.00
			3	343797.50	2787820.00
			4	343797.50	2787810.00
			1	343794.50	2787810.00
SA-18	343748.00	2787917.00	1	343746.50	2787912.00
			2	343746.50	2787922.00
			3	343749.50	2787922.00
			4	343749.50	2787912.00
			1	343746.50	2787912.00
SA-19	343709.00	2788011.00	1	343707.50	2788006.00
			2	343707.50	2788016.00
			3	343710.50	2788016.00
			4	343710.50	2788006.00

Sitio	Centro del Sitio		Vértices de rectángulo		
	X	Y	Vértice	X	Y
			1	343707.50	2788006.00
SA-20	343721.00	2788056.00	1	343719.50	2788051.00
			2	343719.50	2788061.00
			3	343722.50	2788061.00
			4	343722.50	2788051.00
			1	343719.50	2788051.00
SA-21	343580.00	2787926.00	1	343578.50	2787921.00
			2	343578.50	2787931.00
			3	343581.50	2787931.00
			4	343581.50	2787921.00
			1	343578.50	2787921.00
SA-22	343616.00	2787840.00	1	343614.50	2787835.00
			2	343614.50	2787845.00
			3	343617.50	2787845.00
			4	343617.50	2787835.00
			1	343614.50	2787835.00
SA-23	343672.00	2787847.00	1	343670.50	2787842.00
			2	343670.50	2787852.00
			3	343673.50	2787852.00
			4	343673.50	2787842.00
			1	343670.50	2787842.00
SA-24	343764.00	2787770.00	1	343762.50	2787765.00
			2	343762.50	2787775.00
			3	343765.50	2787775.00
			4	343765.50	2787765.00
			1	343762.50	2787765.00
SA-25	343669.00	2788380.00	1	343667.50	2788375.00
			2	343667.50	2788385.00
			3	343670.50	2788385.00
			4	343670.50	2788375.00
			1	343667.50	2788375.00
SA-26	343732.00	2788367.00	1	343730.50	2788362.00
			2	343730.50	2788372.00
			3	343733.50	2788372.00
			4	343733.50	2788362.00
			1	343730.50	2788362.00
SA-27	343806.00	2788350.00	1	343804.50	2788345.00
			2	343804.50	2788355.00
			3	343807.50	2788355.00
			4	343807.50	2788345.00

Sitio	Centro del Sitio		Vértices de rectángulo		
	X	Y	Vértice	X	Y
			1	343804.50	2788345.00
SA-28	343838.00	2788319.00	1	343836.50	2788314.00
			2	343836.50	2788324.00
			3	343839.50	2788324.00
			4	343839.50	2788314.00
			1	343836.50	2788314.00
SA-29	343858.00	2788277.00	1	343856.50	2788272.00
			2	343856.50	2788282.00
			3	343859.50	2788282.00
			4	343859.50	2788272.00
			1	343856.50	2788272.00
SA-30	343791.00	2788250.00	1	343789.50	2788245.00
			2	343789.50	2788255.00
			3	343792.50	2788255.00
			4	343792.50	2788245.00
			1	343789.50	2788245.00
SA-31	343739.00	2788283.00	1	343737.50	2788278.00
			2	343737.50	2788288.00
			3	343740.50	2788288.00
			4	343740.50	2788278.00
			1	343737.50	2788278.00
SA-32	343687.00	2788336.00	1	343685.50	2788331.00
			2	343685.50	2788341.00
			3	343688.50	2788341.00
			4	343688.50	2788331.00
			1	343685.50	2788331.00
SA-33	343594.00	2788322.00	1	343592.50	2788317.00
			2	343592.50	2788327.00
			3	343595.50	2788327.00
			4	343595.50	2788317.00
			1	343592.50	2788317.00
SA-34	342993.00	2788310.00	1	342991.50	2788305.00
			2	342991.50	2788315.00
			3	342994.50	2788315.00
			4	342994.50	2788305.00
			1	342991.50	2788305.00
SA-35	342583.00	2788313.00	1	342581.50	2788308.00
			2	342581.50	2788318.00
			3	342584.50	2788318.00
			4	342584.50	2788308.00

Sitio	Centro del Sitio		Vértices de rectángulo		
	X	Y	Vértice	X	Y
			1	342581.50	2788308.00
SA-36	342686.00	2788132.00	1	342684.50	2788127.00
			2	342684.50	2788137.00
			3	342687.50	2788137.00
			4	342687.50	2788127.00
			1	342684.50	2788127.00
SA-37	342670.00	2788036.00	1	342668.50	2788031.00
			2	342668.50	2788041.00
			3	342671.50	2788041.00
			4	342671.50	2788031.00
			1	342668.50	2788031.00
SA-38	342705.00	2787983.00	1	342703.50	2787978.00
			2	342703.50	2787988.00
			3	342706.50	2787988.00
			4	342706.50	2787978.00
			1	342703.50	2787978.00
SA-39	342807.00	2787674.00	1	342805.50	2787669.00
			2	342805.50	2787679.00
			3	342808.50	2787679.00
			4	342808.50	2787669.00
			1	342805.50	2787669.00
SA-40	342849.00	2787703.00	1	342847.50	2787698.00
			2	342847.50	2787708.00
			3	342850.50	2787708.00
			4	342850.50	2787698.00
			1	342847.50	2787698.00
SA-41	342962.00	2787634.00	1	342960.50	2787629.00
			2	342960.50	2787639.00
			3	342963.50	2787639.00
			4	342963.50	2787629.00
			1	342960.50	2787629.00
SA-42	342956.00	2787564.00	1	342954.50	2787559.00
			2	342954.50	2787569.00
			3	342957.50	2787569.00
			4	342957.50	2787559.00
			1	342954.50	2787559.00
SA-43	342870.00	2787626.00	1	342868.50	2787621.00
			2	342868.50	2787631.00
			3	342871.50	2787631.00
			4	342871.50	2787621.00

Sitio	Centro del Sitio		Vértices de rectángulo		
	X	Y	Vértice	X	Y
			1	342868.50	2787621.00
SA-44	343232.00	2787716.00	1	343230.50	2787711.00
			2	343230.50	2787721.00
			3	343233.50	2787721.00
			4	343233.50	2787711.00
			1	343230.50	2787711.00
SA-45	343271.00	2787800.00	1	343269.50	2787795.00
			2	343269.50	2787805.00
			3	343272.50	2787805.00
			4	343272.50	2787795.00
			1	343269.50	2787795.00
SA-46	343297.00	2787697.00	1	343295.50	2787692.00
			2	343295.50	2787702.00
			3	343298.50	2787702.00
			4	343298.50	2787692.00
			1	343295.50	2787692.00
SA-47	343185.00	2787454.00	1	343183.50	2787449.00
			2	343183.50	2787459.00
			3	343186.50	2787459.00
			4	343186.50	2787449.00
			1	343183.50	2787449.00

Atributos y variables medidas en los sitios de muestreo.

En cada sitio de muestreo se dividió la vegetación en tres diferentes estratos; árboles, arbustos y herbáceas, para estos se tomaron datos de Nombre científico, nombre común, número de individuos y cobertura de copa, para los árboles, cuando estos contaban con las dimensiones de diámetros superiores a 7.5 centímetros de diámetro, se obtuvieron los datos de diámetro y altura.

Fase III.

Análisis de la información.

Con la información de campo, se procedió a la captura de la misma, la cual fue vaciada en una base de datos en hoja de cálculo, de donde se procedió a hacer el análisis estadístico, de las curvas de acumulación con el uso de estimadores no paramétricos, el cual se desarrolla en los siguientes apartados.

Análisis estadístico.

El análisis estadístico se llevó a cabo como ya se mencionó con los modelos no paramétricos que se describen, mismos que se desarrollaron para cada tipo de vegetación y estrato.

Con la información obtenida de los sitios de muestreo recabados se construyó una matriz de datos de abundancia de especies S.

A continuación, se elaboró la curva de acumulación de especies, la cual representa la incorporación de nuevas especies en un inventario conforme aumentan los sitios de muestreo. La forma de la curva de acumulación de especies puede variar en función del orden en que se consideren las diferentes muestras, por ello es necesario un proceso de "suavizado" de la curva, en el cual el orden de entrada de las muestras es aleatorizada. Se obtuvo la curva de acumulación de especies o promedio estadístico de adición de especies con el aumento de sitios de muestreo "S Acumulada".

A continuación, se muestra la tabla obtenida en los procesos de cada uno de los estratos.

Arboles

Tabla 64 Número de especies por sitio estrato arbóreo (No paramétricos)

Muestra	S(est)	ICE	Chao 2	Jack 1	Jack 2
1	3.02	2.98	2.98	2.98	0
2	4.85	16.41	6.33	6.46	6.46
3	6.18	18.7	9.1	8.81	9.9
4	7.25	19.98	11.46	10.74	12.55
5	8.14	19.5	13.09	11.94	14.11
6	8.92	20.34	14.71	13.29	15.8
7	9.61	20.91	15.61	14.56	17.27
8	10.23	20.71	16.36	15.2	17.86
9	10.79	21.07	16.66	15.9	18.81
10	11.31	20.31	16.19	16.18	18.76
11	11.78	20.77	16.8	16.88	19.52
12	12.22	20.31	16.97	17.25	19.68
13	12.62	20.38	17.59	17.8	20.2
14	13	20.35	17.66	18.12	20.38
15	13.36	20.08	17.38	18.24	20.23
16	13.69	20	17.09	18.37	20.21
17	14.01	20.47	17.5	18.87	20.77
18	14.3	21.13	17.81	19.45	21.56

Muestra	S(est)	ICE	Chao 2	Jack 1	Jack 2
19	14.59	20.78	17.79	19.46	21.33
20	14.85	20.92	18.21	19.77	21.68
21	15.11	21.54	18.92	20.31	22.43
22	15.35	21.75	19.22	20.64	22.87
23	15.58	22	19.48	20.84	22.99
24	15.8	21.87	19.61	20.98	23.01
25	16.02	21.92	19.78	21.19	23.13
26	16.22	21.92	20	21.38	23.23
27	16.41	21.84	20.3	21.6	23.51
28	16.6	21.93	20.43	21.78	23.71
29	16.78	21.77	20.25	21.78	23.57
30	16.95	21.65	20.19	21.84	23.51
31	17.11	21.99	20.51	22.12	23.78
32	17.27	22.11	20.58	22.27	23.94
33	17.42	22.24	20.6	22.4	23.89
34	17.57	22.29	20.79	22.46	23.92
35	17.7	22.3	20.58	22.51	23.93
36	17.84	22.42	20.59	22.65	23.96
37	17.97	22.49	20.66	22.76	24.03
38	18.09	22.39	20.56	22.75	23.92
39	18.21	22.44	20.63	22.79	23.85
40	18.32	22.59	20.78	22.91	23.97
41	18.43	22.5	20.67	22.88	23.8
42	18.54	22.5	20.6	22.93	23.76
43	18.64	22.46	20.49	22.93	23.59
44	18.73	22.41	20.35	22.93	23.47
45	18.83	22.5	20.43	23.04	23.49
46	18.91	22.49	20.41	23.08	23.46
47	19	22.22	20.17	22.91	23
		86%	94%	83%	83%

En el siguiente gráfico se muestra la curva de cada uno de los modelos utilizados.

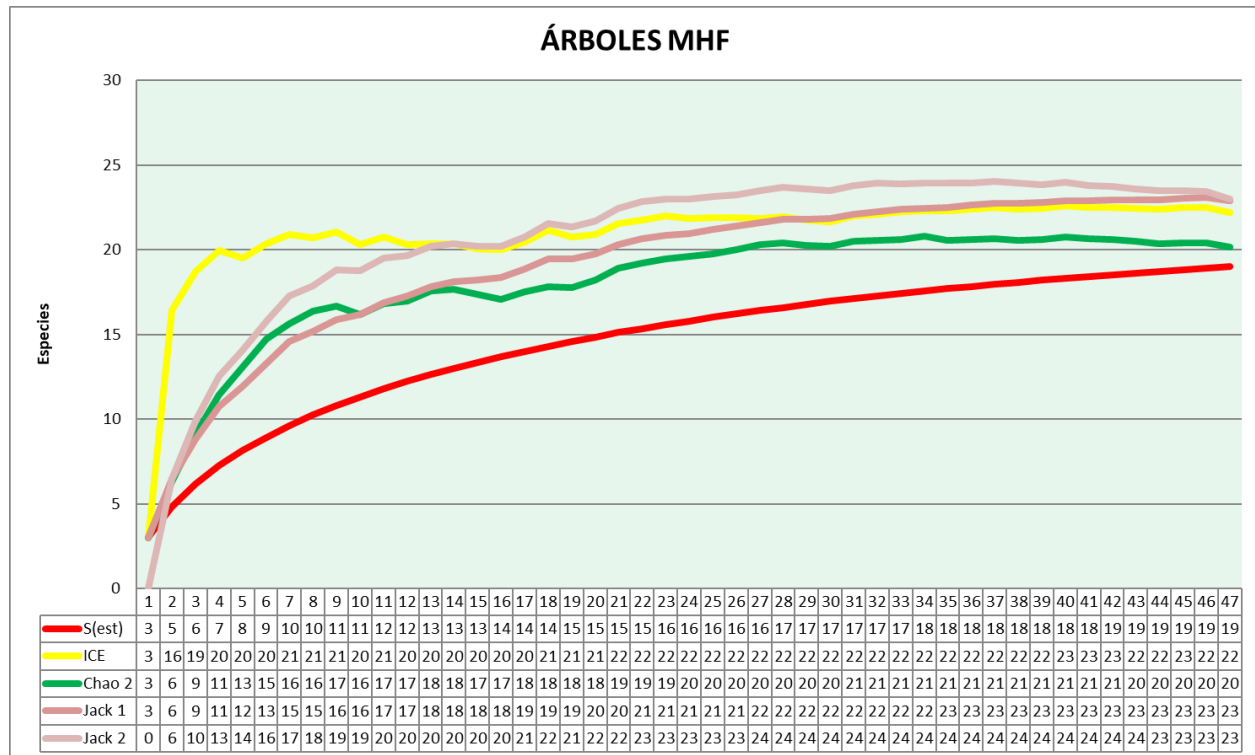


Gráfico 4 Riqueza estimada de acuerdo al modelo No paramétrico Árboles.

Los porcentajes de confiabilidad obtenidos de los modelos no paramétricos oscilan entre el 83%, el más bajo, y el 94% el más alto, de los cuatro analizados tenemos un promedio de 88%, lo cual de acuerdo a la bibliografía especializada (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT), estimadores por arriba del 85% son válidos para medir biodiversidad.

La siguiente tabla nos muestra el sesgo y la exactitud de los estimadores, las fórmulas utilizadas son:

$$\text{Sesgo} = (S_{\text{estimada}} - S_{\text{verdadera}}) / S_{\text{verdadera}}$$

$$\text{Exactitud} = ((S_{\text{estimada}} - S_{\text{verdadera}}) / S_{\text{verdadera}})^2$$

Tabla 65 Sesgo y exactitud estrato arbóreo (no paramétricos)

Estrato arbóreo SA					
Estimadores no para métricos		ICE	Chao 2	Jack 1	Jack 2
S observada	19				
S estimada		22.22	20.17	22.91	23.00
Sesgo		0.17	0.06	0.21	0.21
Exactitud		0.03	0.004	0.04	0.04

El sesgo indica la sobreestimación o la subestimación de la riqueza y la exactitud indica la cercanía de la riqueza estimada a la riqueza verdadera. Tanto el sesgo como la exactitud tienen valores de -1 a 1, y los valores cercanos a cero son los menos sesgados o los más exactos, respectivamente (Palmer, 1990; Brose *et al.*, 2003).

De acuerdo a los datos presentados podemos observar que, para el estrato arbóreo dentro del SA, el esfuerzo de muestreo es válido para medir biodiversidad.

Arbustos

Tabla 66 Número de especies por sitio estrato arbustivo (No paramétricos)

Muestra	S(est)	ICE	Chao 2	Jack 1	Jack 2
1	2.87	2.78	2.78	2.78	0
2	4.51	15.92	5.98	6.32	6.32
3	5.79	18.49	8.63	8.26	9.33
4	6.84	20.77	11.19	10.03	11.69
5	7.71	17.62	10.89	11.02	12.72
6	8.46	18.51	12.16	12.23	14.14
7	9.11	19.16	12.87	13.3	15.36
8	9.68	18.51	13.37	13.9	15.88
9	10.18	18.15	13.26	14.33	16.25
10	10.63	17.93	13.65	14.63	16.49
11	11.04	17	14.35	15.07	16.98
12	11.41	16.41	14.5	15.35	17.12
13	11.74	15.96	15.19	15.65	17.39
14	12.06	16.24	15.68	16.03	17.83
15	12.34	16.2	15.23	16.18	17.9
16	12.61	16.64	15.79	16.55	18.37
17	12.87	16.73	15.82	16.79	18.6
18	13.1	16.91	15.99	17.03	18.85
19	13.33	17.07	16.1	17.24	19.04
20	13.54	17.32	16.17	17.5	19.18
21	13.74	17.56	16.42	17.79	19.55
22	13.93	17.69	16.73	17.92	19.61
23	14.12	17.76	16.78	18.05	19.67
24	14.29	17.89	17.07	18.18	19.76
25	14.46	18.16	17.39	18.39	20.15
26	14.62	18.24	17.51	18.51	20.23
27	14.77	18.38	17.83	18.73	20.41
28	14.92	18.51	17.99	18.89	20.67
29	15.06	18.64	17.99	19.09	20.89

Muestra	S(est)	ICE	Chao 2	Jack 1	Jack 2
30	15.2	18.71	18.03	19.16	20.86
31	15.34	18.75	18.17	19.26	20.9
32	15.46	18.66	18.06	19.24	20.79
33	15.59	18.94	18.57	19.5	21.25
34	15.72	19.08	18.57	19.68	21.45
35	15.83	19.06	18.54	19.71	21.43
36	15.94	19.23	18.66	19.89	21.66
37	16.05	19.3	18.72	19.96	21.78
38	16.16	19.32	18.77	20.01	21.82
39	16.26	19.42	18.95	20.1	21.87
40	16.36	19.59	19.02	20.28	22.12
41	16.46	19.66	19.02	20.35	22.14
42	16.55	19.79	19.18	20.5	22.47
43	16.65	19.94	19.23	20.64	22.66
44	16.74	19.96	19.09	20.71	22.7
45	16.83	20.06	19.13	20.82	22.82
46	16.91	20.06	19.09	20.86	22.9
47	17	20.1	18.96	20.91	22.87
		85%	90%	81%	74%

En el siguiente gráfico se muestra la curva de cada uno de los modelos utilizados.

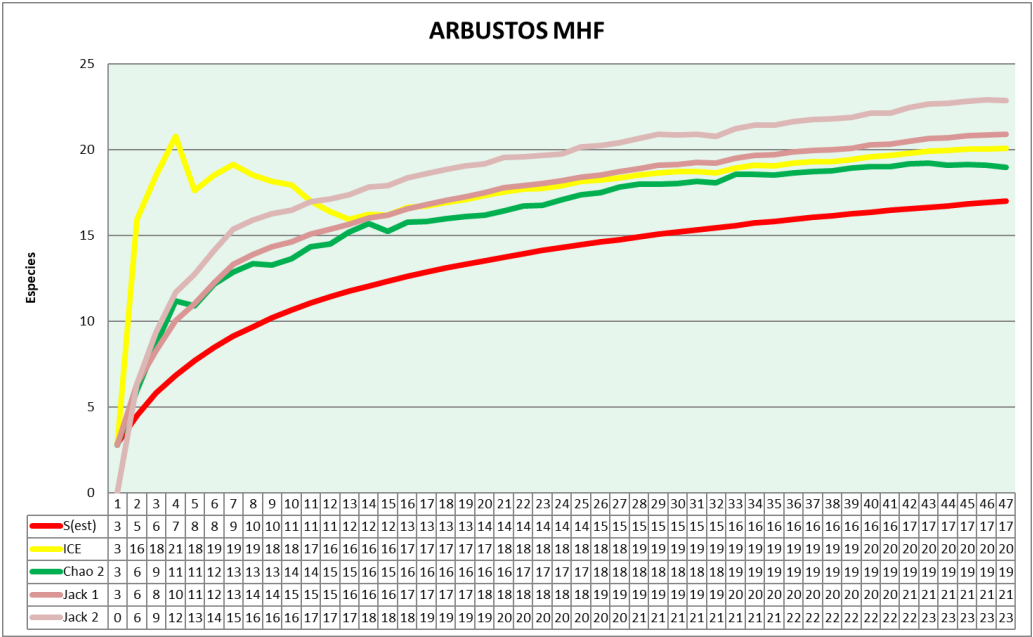


Gráfico 5 Riqueza estimada de acuerdo al modelo No paramétrico Arbustos

Tabla 67 Sesgo y exactitud estrato arbustivo (no paramétricos)

Estrato arbustivo SA					
Estimadores no para métricos		ICE	Chao 2	Jack 1	Jack 2
S observada	17				
S estimada		20.1	18.96	20.91	22.87
Sesgo		0.18	0.12	0.23	0.35
Exactitud		0.033	0.013	0.053	0.119

Un promedio de 85% y siendo el estimador Chao 2 el que presenta menor sesgo y mayor exactitud, podemos considerar que el esfuerzo de muestreo es válido para medir biodiversidad.

Herbáceas

Tabla 68 Número de especies por sitio estrato de cactáceas (No paramétricos)

Muestra	S(est)	ICE	Chao 2	Jack 1	Jack 2
1	1.91	1.94	1.94	1.94	0
2	3.35	7.3	4.79	4.78	4.78
3	4.46	11.58	6.98	6.69	7.66
4	5.33	12.14	7.26	7.76	8.93
5	6.02	12.59	8.07	8.77	10.11
6	6.59	11.94	8.66	9.32	10.65
7	7.07	11.15	8.85	9.89	11.19
8	7.48	11.03	9.21	10.34	11.48
9	7.84	11.61	9.94	10.9	12.2
10	8.16	11.47	10.21	11.04	12.22
11	8.44	11.46	10.41	11.23	12.36
12	8.7	11.68	10.81	11.55	12.83
13	8.94	11.91	11.21	11.92	13.43
14	9.16	12.25	11.86	12.22	13.89
15	9.36	12.23	11.72	12.34	13.88
16	9.55	12.3	11.93	12.5	14.04
17	9.74	12.37	11.98	12.63	14.07
18	9.91	12.55	12.13	12.85	14.39
19	10.07	12.79	12.47	13.06	14.71
20	10.23	13.18	13.06	13.43	15.33
21	10.38	13.36	13.26	13.6	15.57
22	10.53	13.45	13.62	13.73	15.67
23	10.67	13.62	13.88	13.91	15.95
24	10.8	13.79	13.78	14.14	16.13
25	10.93	14.09	14.08	14.36	16.4

Muestra	S(est)	ICE	Chao 2	Jack 1	Jack 2
26	11.06	14.16	14.23	14.42	16.46
27	11.18	14.38	14.36	14.6	16.67
28	11.3	14.34	14.34	14.59	16.57
29	11.42	14.47	14.14	14.7	16.58
30	11.53	14.54	14.03	14.76	16.53
31	11.64	14.68	14.13	14.9	16.63
32	11.75	14.79	14.19	14.98	16.66
33	11.85	14.86	14.1	15.05	16.67
34	11.96	14.96	14	15.11	16.6
35	12.05	15.16	14.24	15.28	16.76
36	12.14	15.18	14.08	15.3	16.62
37	12.24	15.24	13.97	15.37	16.54
38	12.33	15.28	13.93	15.44	16.52
39	12.41	15.47	14.05	15.57	16.65
40	12.49	15.54	13.97	15.62	16.63
41	12.58	15.59	13.93	15.67	16.58
42	12.65	15.67	13.94	15.75	16.63
43	12.73	15.55	13.8	15.68	16.26
44	12.8	15.49	13.69	15.66	15.98
45	12.87	15.52	13.65	15.72	15.93
46	12.94	15.59	13.67	15.8	15.91
47	13	15.73	13.73	15.94	16
		83%	95%	82%	81%

En el siguiente gráfico se muestra la curva de cada uno de los modelos utilizados.

La asociación vegetal que se analiza a continuación es vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino área del SA.

Para calcular la diversidad florística se usó el índice de Shannon, este índice es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

Flora

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i)$$

Dónde:

S = número de especies.

Pi = proporción de individuos de la especie i.

A mayor valor de H' mayor diversidad de especies.

Tabla 70 Rangos de biodiversidad Shannon

Rango	Nivel de biodiversidad
Menores de 2	Baja
De 2.1 a 3	Media
Mayores a 3.1	Alta

(Burbano Vargas et. al., 2017)

Estrato arbóreo Shannon.

Tabla 71 Valores de biodiversidad Shannon, árboles

ÁRBOLES SA						
No.	Nombre científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H
1	<i>Acacia farnesiana</i>	Vinorama	64	34	0.1314	-2.0294
2	<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	55	29	0.1129	-2.1809
3	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	3	2	0.0062	-5.0897
4	<i>Bocconia arborea</i>	Palo de judas	12	6	0.0246	-3.7034
5	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	209	111	0.4292	-0.8459
6	<i>Bursera simaruba</i>	Papelillo rojo	3	2	0.0062	-5.0897
7	<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote blanco	3	2	0.0062	-5.0897
8	<i>Ceiba acuminata</i>	Pochote	1	1	0.0021	-6.1883

ÁRBOLES SA						
No.	Nombre científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H
9	<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote	12	6	0.0246	-3.7034
10	<i>Erythrina americana</i>	colorín	10	5	0.0205	-3.8857
11	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Vara dulce	54	29	0.1109	-2.1993
12	<i>Ipomoea murucoides</i>	Palo blanco	7	4	0.0144	-4.2424
13	<i>Juniperus flaccida</i>	Táscate	25	13	0.0513	-2.9694
14	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	2	1	0.0041	-5.4951
15	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	10	5	0.0205	-3.8857
16	<i>Quercus eduardii</i>	Encino	1	1	0.0021	-6.1883
17	<i>Quercus laeta</i>	Encino	6	3	0.0123	-4.3965
18	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino	1	1	0.0021	-6.1883
19	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Tapaco	9	5	0.0185	-3.9910
TOTAL			487			1.9581
H Calculada						1.9581
Riqueza S						19
H max = Ln S						2.9444
Equidad (J) = H/Hmax						0.67

En el estrato arbóreo se registraron 19 especies, siendo *Buddleja cordata* la más abundante, con 209 de los 487 individuos registrados en este estrato. Respecto al índice de diversidad, se obtuvo un valor de H de 1.9581, el cual es un valor de diversidad bajo.

De acuerdo a la diversidad máxima, H max, 2.9444, lo que podría indicar que la diversidad del estrato arbóreo en el SA se considera como media; esto si se registran todas las posibles especies en el área.

Por último, el índice de equidad mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, su valor máximo es 1, el cual corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. Para el estrato arbóreo se obtuvo un valor de 0.67, lo que indica que se tiende al equilibrio en la dominancia de especies.

Estrato arbustivo Shannon.

Tabla 72 Valores de biodiversidad Shannon, arbustos

ARBUSTOS SA						
No.	Nombre científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H
1	<i>Agave salmiana</i>	Maguey	1	1	0.0011	-6.8522
2	<i>Ambrosia ambrosioides</i>	Chicura	10	5	0.0106	-4.5497
3	<i>Celtis laevigata</i>	Huevo de gato	4	2	0.0042	-5.4659

ARBUSTOS SA						
No.	Nombre científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H
4	<i>Croton draco</i>	Croton	8	4	0.0085	-4.7728
5	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	6	3	0.0063	-5.0605
6	<i>Dodonaea viscosa</i>	Matagusano	147	78	0.1554	-1.8618
7	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	2	1	0.0021	-6.1591
8	<i>Mandevilla foliosa</i>	H. de la cucaracha	18	10	0.0190	-3.9619
9	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	127	68	0.1342	-2.0081
10	<i>Montanoa leucantha</i>	Tacote	419	223	0.4429	-0.8144
11	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	5	3	0.0053	-5.2428
12	<i>Randia armata</i>	Cruceta	13	7	0.0137	-4.2873
13	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	Cacachila	5	3	0.0053	-5.2428
14	<i>Rhus aromatica</i>	Agrito	6	3	0.0063	-5.0605
15	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	5	3	0.0053	-5.2428
16	<i>Solanum madrense</i>	Zacamanteca	133	71	0.1406	-1.9619
17	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	37	20	0.0391	-3.2413
TOTAL			946			1.7356
H Calculada						1.7356
Riqueza S						17
H max = Ln S						2.8332
Equidad (J) = H/Hmax						0.61

Los arbustos, son el segundo estrato más abundante en el SA, después de los árboles, se encuentran representados por 17 especies y 946 individuos, datos obtenidos del esfuerzo de muestreo, el índice de Shannon nos indica una diversidad baja, de acuerdo a la escala del índice, con un valor de 1.7356.

La máxima diversidad posible, se considera media, con un valor de 2.8332, lo que nos indica que el estrato arbustivo en el SA no se encuentra cerca de alcanzar su máxima diversidad posible.

La equidad está representada por un valor de 0.61, lo cual nos indica que hay tendencia al equilibrio en la dominancia de especies.

Estrato herbáceo, Shannon.

Tabla 73 Valores de biodiversidad Shannon, cactáceas

CACTÁCEAS SA						
No.	Nombre científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H
1	<i>Amaranthus hybridus</i>	Quelite	4	2	0.0066	-5.0156
2	<i>Bidens odorata</i>	Aceitilla	101	54	0.1675	-1.7868

CACTÁCEAS SA						
No.	Nombre científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H
3	<i>Castilleja tenuiflora</i>	Cola de borrego	6	3	0.0100	-4.6102
4	<i>Lepidium virginicum</i>	Lentejilla	30	16	0.0498	-3.0007
5	<i>Melinis repens</i>	Z. rosado	66	35	0.1095	-2.2123
6	<i>Oplismenus burmannii</i>	Z. barbón	224	119	0.3715	-0.9903
7	<i>Salvia hispanica</i>	Chia	32	17	0.0531	-2.9362
8	<i>Selaginella lepidophylla</i>	Flor de peña	18	10	0.0299	-3.5115
9	<i>Serrata leucopila</i>	Z. temprano	3	2	0.0050	-5.3033
10	<i>Stevia serrata</i>	H. San de San Nicolás	5	3	0.0083	-4.7925
11	<i>Tagetes lunulata</i>	Cempasúchil	3	2	0.0050	-5.3033
12	<i>Tithonia diversifolia</i>	Girasolillo	64	34	0.1061	-2.2430
13	<i>Waltheria indica</i>	Malva	47	25	0.0779	-2.5518
TOTAL			603			1.9278
H Calculada						1.9278
Riqueza S						13
H max = Ln S						2.5649
Equidad (J) = H/Hmax						0.75

Se obtuvo una riqueza específica de 13 especies de herbáceas y 603 individuos identificados para la SA. La especie con mayor número de individuos identificados fue el zacate barbón (*Oplismenus burmannii*) con 224 registros. El valor de diversidad obtenido fue de 1.9278, el cual hace referencia a una diversidad baja, mientras que para la diversidad máxima se obtuvo un valor de 2.5649, que indica una diversidad media. Por otro lado, el índice de equidad fue de 0.75, que podría considerarse como un valor dentro del rango medio, donde se tiende al equilibrio en la dominancia de especies.

Índice de valor de importancia.

En cualquier comunidad vegetal existe un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite por luz, CO₂, agua, nutrientes, espacio y otros elementos. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechar esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad.

Es un parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, el valor máximo es 300%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia la abundancia y la frecuencia.

Para realizar el cálculo de dicho índice es necesario obtener los siguientes parámetros:

DENSIDAD RELATIVA.

La densidad relativa es la relación de la densidad de una especie con respecto a la densidad total de las especies estudiadas.

DENSIDAD RELATIVA=TOTAL DE INDIVIDUOS DE UNA ESPECIE

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{total de individuos por especie}}{\text{total de individuos}} (100)$$

FRECUENCIA RELATIVA.

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{frecuencia de una especie}}{\text{frecuencia total de las especies}} (100)$$

DOMINANCIA (COBERTURA).

La dominancia se produce cuando una o varias especies controlan las condiciones ambientales que influyen en las especies asociadas.

$$\text{Dominancia} = \text{área ocupada por la copa de un individuo} \times \text{individuos de una especie}$$
$$\text{Cobertura relativa} = \text{dominancia} \div \text{dominancia total} * 100$$

Índice de Valor de Importancia (IVI).

Respecto a la estructura de la vegetación, Curtis y Macintosh (1951) desarrollaron un índice de valor de importancia que es el producto de la suma de los valores relativos de frecuencia, densidad y dominancia asignado a cada especie.

Estrato arbóreo, IVI

Tabla 74 Índice de valor de importancia, árboles

ÁRBOLES SA						
No.	Nombre científico	Ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	Valor de Importancia
1	<i>Acacia farnesiana</i>	64	13.14	15.49	9.22	37.86
2	<i>Acacia pennatula</i>	55	11.29	15.49	13.07	39.85
3	<i>Annona cherimola</i>	3	0.62	1.41	0.50	2.52
4	<i>Bocconia arborea</i>	12	2.46	6.34	4.29	13.09
5	<i>Buddleja cordata</i>	209	42.92	26.06	30.85	99.82
6	<i>Bursera simaruba</i>	3	0.62	1.41	0.08	2.11
7	<i>Casimiroa edulis</i>	3	0.62	2.11	3.16	5.89
8	<i>Ceiba acuminata</i>	1	0.21	0.70	0.25	1.16
9	<i>Crataegus mexicana</i>	12	2.46	4.23	2.50	9.19
10	<i>Erythrina americana</i>	10	2.05	2.82	4.99	9.86
11	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	54	11.09	6.34	9.86	27.29
12	<i>Ipomoea murucoides</i>	7	1.44	3.52	2.56	7.52
13	<i>Juniperus flaccida</i>	25	5.13	7.04	12.66	24.83
14	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	2	0.41	0.70	0.08	1.20
15	<i>Prunus serotina</i>	10	2.05	1.41	0.28	3.74
16	<i>Quercus eduardii</i>	1	0.21	0.70	0.10	1.01
17	<i>Quercus laeta</i>	6	1.23	1.41	3.05	5.69
18	<i>Quercus magnoliifolia</i>	1	0.21	0.70	0.48	1.39
19	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	9	1.85	2.11	2.02	5.98
TOTAL		487	100	100	100	300

En el estrato arbóreo se registraron 19 especies, de las cuales el tepozán (*Buddleja cordata*) obtuvo el valor de importancia mayor (IVI) en el estrato, pues al ser la especie con mayor número de ejemplares registrados y resultó ser también la de mayor densidad, frecuencia y cobertura.

En lado opuesto, la especie con menor valor de importancia es *Quercus eduardii*.

Estrato arbustivo, IVI

Tabla 75 Índice de valor de importancia, arbustos

ARBUSTOS SA						
No.	Nombre científico	Ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	Valor de Importancia
1	<i>Agave salmiana</i>	1	0.11	0.74	0.05	0.89

ARBUSTOS SA						
No.	Nombre científico	Ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	Valor de Importancia
2	<i>Ambrosia ambrosioides</i>	10	1.06	4.44	0.88	6.38
3	<i>Celtis laevigata</i>	4	0.42	0.74	0.52	1.68
4	<i>Croton draco</i>	8	0.85	2.96	0.26	4.07
5	<i>Dalea bicolor</i>	6	0.63	1.48	0.17	2.28
6	<i>Dodonaea viscosa</i>	147	15.54	6.67	7.09	29.30
7	<i>Leucaena leucocephala</i>	2	0.21	0.74	0.06	1.01
8	<i>Mandevilla foliosa</i>	18	1.90	5.93	0.91	8.74
9	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	127	13.42	13.33	8.34	35.09
10	<i>Montanoa leucantha</i>	419	44.29	31.85	66.24	142.38
11	<i>Opuntia robusta</i>	5	0.53	2.22	0.42	3.17
12	<i>Randia armata</i>	13	1.37	5.19	0.61	7.17
13	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	5	0.53	1.48	0.35	2.36
14	<i>Rhus aromatica</i>	6	0.63	2.22	0.48	3.34
15	<i>Ricinus communis</i>	5	0.53	0.74	1.15	2.42
16	<i>Solanum madrense</i>	133	14.06	11.11	10.07	35.24
17	<i>Verbesina serrata</i>	37	3.91	8.15	2.42	14.48
TOTAL		946	100	100	100	300

Para el estrato arbustivo, la especie con el IVI más alto fue *Montanoa leucantha*, con un valor de 142.38, esta misma especie fue una de las más abundantes del estrato. Por otro lado, la especie con el IVI más bajo es *Agave salmiana*.

Estrato herbáceas, IVI

Tabla 76 Índice de valor de importancia, herbáceas

CACTÁCEAS SA						
No.	Nombre científico	Ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	Valor de Importancia
1	<i>Amaranthus hybridus</i>	4	0.66	2.22	0.75	3.64
2	<i>Bidens odorata</i>	101	16.75	21.11	18.09	55.96
3	<i>Castilleja tenuiflora</i>	6	1.00	2.22	1.69	4.91
4	<i>Lepidium virginicum</i>	30	4.98	5.56	3.94	14.47
5	<i>Melinis repens</i>	66	10.95	7.78	12.38	31.10
6	<i>Oplismenus burmannii</i>	224	37.15	18.89	30.64	86.68
7	<i>Salvia hispanica</i>	32	5.31	10.00	7.17	22.48
8	<i>Selaginella lepidophylla</i>	18	2.99	1.11	2.53	6.63
9	<i>Serrata leucopila</i>	3	0.50	1.11	0.84	2.45
10	<i>Stevia serrata</i>	5	0.83	2.22	0.94	3.99
11	<i>Tagetes lunulata</i>	3	0.50	1.11	0.28	1.89

CACTÁCEAS SA						
No.	Nombre científico	Ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	Valor de Importancia
12	<i>Tithonia diversifolia</i>	64	10.61	11.11	13.50	35.23
13	<i>Waltheria indica</i>	47	7.79	15.56	7.24	30.59
TOTAL		603	100	100	100	300

Respecto a las herbáceas, *Oplismenus burmannii*, presentó el IVI más alto con un valor de 86.68, esta especie resultó muy abundante en el estrato y presentó una buena cobertura en comparación al resto de las especies, esto podría indicar que esta especie es la más importante, ecológicamente hablando, en esta asociación vegetal. Por otro lado, la especie con el IVI más bajo fue *Tagetes lunulata*.

b) Fauna

Fauna Silvestre.

La fauna silvestre es un conjunto de animales que existe en un área o región determinada, y que depende de los factores bióticos y abióticos. Los animales son muy susceptibles a las perturbaciones ocasionadas dentro de su hábitat, sean causas naturales o antropogénicas y que se ve reflejado en la ausencia y/o presencia de ciertas especies. La fauna silvestre juega un papel importante en los ecosistemas, debido a que son consideradas como bio-indicadores del estado de conservación del ambiente, además, forman parte de las redes tróficas y mantiene la calidad del suelo y del ambiente, son controladores de plagas, dispersoras de semillas y polinizadores de las plantas.

El presente apartado se desarrolló a través del análisis de información existente tanto bibliográfica, como reconocimiento de campo. Se determinaron las especies de la herpetofauna, avifauna y mastofauna existente tanto a lo largo del área del proyecto, como en el SA.

Asimismo, se realiza una evaluación de las especies de valor científico, vulnerables, raras o en peligro de extinción, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De esta forma, a continuación, se presenta el análisis de este componente ambiental.

Metodología.

Anfibios y Reptiles.

Para algunas especies registradas en el listado de reptiles, se consultaron fuentes bibliográficas especializadas que nos brindaron información detallada de su distribución e importancia ecológica entre otros, (Lemos et al., 2004; Bradley, 1983; Hobart, M y Edmund, D. 1982 y Natureserve, 2012).

Los listados de fauna que se obtuvieron con el esfuerzo de muestreo, son los siguientes:

Tomando como válida esta información, a continuación, se presentan los listados potenciales de fauna para la SA:

Avifauna

Tabla 77 Listado potencial de aves en el SA

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ORDEN	FAMILIA	NOM 059	CITE S	VALOR CINEGÉTICO	ESTACIONALIDADES DE LAS ESPECIES	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD	ALIMENTACIÓN	HÁBITAT	DISTRIBICIÓN VERTICAL
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán	Accipitriformes	Accipitridae	Pr – No Endémica	No	No	Mi	Poco común	Solitario	Carbívoros	Bosques templados	Arbóreo
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara mexicana	Passeriformes	Corvidae	Sin estatus	No	No	Mi	Poco común	Gregaria	Insectívoro	Bosques templados	Arbóreo
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí	Apodiformes	Trochilidae	Sin estatus	No	No	Mi	Poco común	Solitario	Nectarívoro	Bosques templados	Arbóreo
<i>Buteo jamaicensis</i>	Águila cola roja	Accipitriformes	Accipitridae	Pr - Endémica	No	No	Mi	Poco común	Solitario	Carbívoros	Bosques templados	Arbóreo
<i>Cathartes aura</i>	Aura	Accipitriformes	Cathartidae	Sin estatus	No	No	R	Común	Abundante	Carroñero	Bosques subtropicales, matorrales pastizales y desiertos	Arbóreo
<i>Columbina inca</i>	Torcacita	Columbiformes	Columbidae	Sin estatus	No	No	Mi	Común	Gregaria	Insectívoro	Bosque degradado y matorrales	Arbóreo
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	Cathartiformes	Cathartidae	Sin estatus	No	No	R	Común	Gregaria	Carroñero	Bosques aislados y tierras con arbustos	Arbóreo
<i>Corvus corax</i>	Cuervo	Passeriformes	Corvidae	Sin estatus	No	No	R	Común	Gregaria	Insectívoro	Bosques templados, zonas áridas y semiáridas	Arbustivo
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codomiz	Galliformes	Odontophoridae	Pr – No Endémica	No	No	R	Poco común	Gregaria	Insectívoro	Bosques abiertos	Arbustivo
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	Passeriformes	Hirundinidae	Sin estatus	No	No	Mi	Común	Gregaria	Insectívoro	Bosques templados, zonas áridas y semiáridas	Arbóreo
<i>Icterus gularis</i>	Caliandra	Passeriformes	Icteridae	Sin estatus	No	No	Mi	Poco común	Gregaria	Insectívoro	Bosque subtropical y tropical, sabanas, praderas y matorrales	Arbóreo
<i>Junco hyemalis</i>	Junco ojos pardos	Passeriformes	Emberizidae	Sin estatus	No	No	Mi	Común	Gregaria	Insectívoro	Zonas templadas	Arbóreo
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero	Piciformes	Picidae	Sin estatus	No	No	Mi	Común	Pareja	Insectívoro	Bosques de encino	Arbóreo

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ORDEN	FAMILIA	NOM 059	CITES	VALOR CINEGÉTICO	ESTACIONALIDADES DE LAS ESPECIES	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD	ALIMENTACIÓN	HÁBITAT	DISTRIBICIÓN VERTICAL
<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	Cotorra serrana	Psittaciformes	Psittacidae	P - Endémica	No	No	Mi	Común	Gregaria	Semillas	Bosques de pino-encino	Arbóreo
<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbón cobrizo	Trochiliformes	Trochilidae	Sin estatus	No	No	Mi	Poco común	Solitario	Nectarívoro	Bosques templados	Arbóreo
<i>Sturnella magna</i>	Tortilla con chile	Passeriformes	Icteridae	Sin estatus	No	No	R	Común	Solitario	Artrópodos	Pastizales y praderas	Arbóreo
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche	Passeriformes	Mimidae	Sin estatus	No	No	R	Común	Pareja	Omnívoro	Desiertos	Arbustivo
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	Columbiformes	Columbidae	Sin estatus	No	No	R	Poco común	Gregaria	Omnívoro	Matorrales, bosques y desiertos	Arbóreo

Herpetofauna

Tabla 78 Listado potencial anfibios y reptiles en el SA

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ORDEN	FAMILIA	NOM 059	CITES	VALOR CINEGÉTICO	ESTACIONALIDADES DE LAS ESPECIES	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD	ALIMENTACIÓN	HÁBITAT	DISTRIBUCIÓN VERTICAL
<i>Anolis nebulosus</i>	Lagartija arborícola	Squamata	Dactyloidae	Sin estatus	No	No	Mi	Poco común	Solitario	Insectívoro	Zonas semiáridas	Herbácea
<i>Aspidoscelis costata</i>	Huico	Squamata	Teiidae	Pr - Endémica	No	No	R	Poco común	Solitario	Insectívoro	Selva baja caducifolia y zonas de transición	Herbácea
<i>Coleonyx brevis</i>	Cuija texana	Squamata	Phrynosomatidae	Pr - No Endémica	No	No	R	Poco común	Solitario	Insectívoro	Zonas semiáridas	Herbácea
<i>Crotalus atrox</i>	Vibora de cascabel	Squamata	Viperidae	Pr - No Endémica	No	No	R	Poco común	Solitario	Carnívoro	Desiertos y praderas	Herbácea
<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chirrionera	Squamata	Colubridae	Sin estatus	No	No	R	Común	Solitario	Carnívoro	Bosques de pinos, praderas y parcelas	Herbácea
<i>Phrynosoma cornutum</i>	Lagartija cornuda	Squamata	Phrynosomatidae	Sin estatus	No	No	R	Común	Solitario	Insectívoro	Desiertos	Herbácea

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ORDEN	FAMILIA	NOM 059	CITES	VALOR CINEGÉTICO	ESTACIONALIDADES DE LAS ESPECIES	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD	ALIMENTACIÓN	HÁBITAT	DISTRIBUCIÓN VERTICAL
<i>Sceloporus jarrovi</i>	Lagartija espiNOM	Squamata	Phrynosomatidae	Sin estatus	No	No	R	Común	Solitario	Insectívoro	Desiertos	Herbácea
<i>Thamnophis rufipunctatus</i>	Culebra de cabeza estrecha	Squamata	Colubridae	Sin estatus	No	No	R	Poco común	Solitario	Piscívoras	Vegetación de galería	Herbácea

Mastofauna

Tabla 79 Listado potencial mastofauna en el SA

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ORDEN	FAMILIA	NOM 059	CITES	VALOR CINEGÉTICO	ESTACIONALIDADES DE LAS ESPECIES	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD	ALIMENTACIÓN	HÁBITAT	DISTRIBUCIÓN VERTICAL
<i>Canis latrans</i>	Coyote	Carnivora	Canidae	Sin estatus	No	No	R	Poco común	Solitario	Carnívoro	Bosques templados, zonas áridas y semiáridas	Herbáceo
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	Didelphimorphia	Didelphidae	Sin estatus	No	No	R	Común	Solitario	Omnívoro	Bosques templados, zonas áridas y semiáridas	Arbóreo
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	Carnivora	Mephitidae	Sin estatus	No	No	R	Común	Solitario	Omnívoro	Praderas, desiertos y estribaciones de montañas	Arbustivo
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Ratón común	Rodentia	Cricetidae	Sin estatus	No	No	Mi	Común	Solitario	Granívoro	Zonas de meseta abiertas	Herbácea
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de roca	Rodentia	Sciuridae	Sin estatus	No	No	R	Común	Solitario	Granívoro	Pastizales	Arbóreo
<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza	Rodentia	Geomysidae	Sin estatus	No	No	R	Común	Solitario	Herbívoro	Pastizales y matorrales	Herbácea
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	Carnivora	Canidae	Sin estatus	No	No	R	Común	Solitario	Omnívoro	Bosques cerrados	Herbácea

Fueron 47 sitios de muestreo que se programaron para evaluar los tres grupos faunísticos, estos fueron distribuidos de manera aleatoria, considerando variables de ubicación como cañadas, cauces de corrientes superficiales, sitios de congregación de especies de fauna, represas, áreas de alimentación, entre otras.

La fecha de los muestreos fue del 13 al 18 de mayo de 2019, en horarios de 9 am a 6 pm.

De acuerdo a estos criterios se obtuvo el siguiente listado y ubicación georreferenciada de los centros de sitios.

Tabla 80 Coordenadas sitios de muestreo de fauna

Consecutivo	Nombre	X	Y	Consecutivo	Nombre	X	Y
1	SA-1	343368	2789056	25	SA-25	343669	2788380
2	SA-2	343299	2789529	26	SA-26	343732	2788367
3	SA-3	343193	2789617	27	SA-27	343806	2788350
4	SA-4	343547	2789599	28	SA-28	343838	2788319
5	SA-5	343365	2789612	29	SA-29	343858	2788277
6	SA-6	343295	2789971	30	SA-30	343791	2788250
7	SA-7	343183	2789930	31	SA-31	343739	2788283
8	SA-8	343036	2789957	32	SA-32	343687	2788336
9	SA-9	342928	2790019	33	SA-33	343594	2788322
10	SA-10	343219	2790045	34	SA-34	342993	2788310
11	SA-11	344000	2788423	35	SA-35	342583	2788313
12	SA-12	344140	2788269	36	SA-36	342686	2788132
13	SA-13	344095	2788186	37	SA-37	342670	2788036
14	SA-14	344042	2788188	38	SA-38	342705	2787983
15	SA-15	343982	2787513	39	SA-39	342807	2787674
16	SA-16	343875	2787623	40	SA-40	342849	2787703
17	SA-17	343796	2787815	41	SA-41	342962	2787634
18	SA-18	343748	2787917	42	SA-42	342956	2787564
19	SA-19	343709	2788011	43	SA-43	342870	2787626
20	SA-20	343721	2788056	44	SA-44	343232	2787716
21	SA-21	343580	2787926	45	SA-45	343271	2787800
22	SA-22	343616	2787840	46	SA-46	343297	2787697
23	SA-23	343672	2787847	47	SA-47	343185	2787454
24	SA-24	343764	2787770				

La demostración estadística que nos indica la viabilidad del esfuerzo de muestreo para medir biodiversidad, se desarrolla a continuación:

Se analizarán los datos encontrados separándola por componente faunístico.

A continuación, se elaboró la curva de acumulación de especies, la cual representa la incorporación de nuevas especies en un inventario conforme aumentan los sitios de muestreo. La forma de la curva de acumulación de especies puede variar en función del orden en que se consideren las diferentes muestras, por ello es necesario un proceso de "suavizado" de la curva, en el cual el orden de entrada de las muestras es aleatorizada. Se obtuvo la curva de acumulación de especies o promedio estadístico de adición de especies con el aumento de sitios de muestreo "S Acumulada".

A continuación, se muestra la tabla obtenida en los procesos de cada uno de los grupos faunísticos.

AVES

Para la elaboración de los listados, riqueza y densidad de especies de aves existente en el área, se levantó la información sobre los sitios donde se llevó a cabo la toma de información de flora, en este caso la variación fue la temporalidad, donde se permanecía por periodos de tiempo de 6 a 11 am y de 3 a 6 am. Para la identificación de la avifauna se recurrió a la experiencia del personal que levantó la información sobre ecosistemas similares, además se emplearon binoculares 10x42, así como de guías de identificación (Howell, S. N. G, y S. Webb, 1995 y Peterson, T. y E. L. Chalif 1989), todas las aves observadas y/o identificadas por su canto o llamado se registraron en una libreta de campo, anotando la especie y en número de individuos de cada especie. Así mismo se cotejaron las especies con categoría de riesgo según la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con la información obtenida de los sitios de muestreo recabados se construyó una matriz de datos de abundancia de especies S.

A continuación, se elaboró la curva de acumulación de especies, la cual representa la incorporación de nuevas especies en un inventario conforme aumentan los sitios de muestreo. La forma de la curva de acumulación de especies puede variar en función del orden en que se consideren las diferentes muestras, por ello es necesario un proceso de "suavizado" de la curva, en el cual el orden de entrada de las muestras es aleatorizada. Se obtuvo la curva de acumulación de especies o promedio estadístico de adición de especies con el aumento de sitios de muestreo "S Acumulada".

La Tabla siguiente muestra el número de especies por sitio para el grupo faunístico aves, dentro del SA, resultado de aleatorizar los sitios "S Acumulada de las Muestras" y la Riqueza de especies por sitio estimada por el Modelo seleccionado "S predicha por el Modelo"

Tabla 81 Número de especies por sitio, aves SA

Sitio	S Acumulada	Modelo	Sitio	S Acumulada	Modelo
1	2.24	2.3	25	16.06	16.01
2	4.05	4.15	26	16.21	16.17
3	5.55	5.67	27	16.34	16.31
4	6.8	6.95	28	16.5	16.45
5	7.94	8.03	29	16.62	16.58
6	8.91	8.96	30	16.73	16.71
7	9.69	9.77	31	16.84	16.82
8	10.43	10.48	32	16.94	16.93
9	11.1	11.11	33	17.04	17.04
10	11.65	11.66	34	17.14	17.14
11	12.22	12.17	35	17.22	17.24
12	12.64	12.62	36	17.32	17.33
13	13.09	13.03	37	17.41	17.42
14	13.42	13.4	38	17.47	17.5
15	13.8	13.74	39	17.56	17.58
16	14.12	14.05	40	17.61	17.66
17	14.42	14.34	41	17.69	17.73
18	14.68	14.6	42	17.76	17.81
19	14.93	14.85	43	17.8	17.87
20	15.16	15.08	44	17.86	17.94
21	15.38	15.29	45	17.91	18
22	15.55	15.49	46	17.96	18.06
23	15.76	15.68	47	18	18.12
24	15.92	15.85			

A continuación, aparece la información del Modelo estimado y varios estadísticos calculados a partir del Modelo

Modelo $S = (a \cdot n) / (1 + b \cdot n)$

Perdida Final: 0.2014128 $R^2 = 0.9999807$

Varianza Explicada por el Modelo: 99.97%

N	a	b
47	2.577092	0.1209295

$$S = (2.577092 * n) / (1 + 0.1209295 * n)$$

La calidad del inventario se calcula con la pendiente al final de la curva Pendiente (en el sitio n) = $a / (1 + b * n)^2$

Pendiente en el Sitio 47 es: 0.058

La pendiente menor a 0.1 nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y confiable

La riqueza observada es de 18 especies.

El número total de especies predicha por el modelo es $a/b = 21$ especies.

La proporción de las especies registradas nos da una idea de la calidad del inventario $S/(a/b) = 84.46\%$.

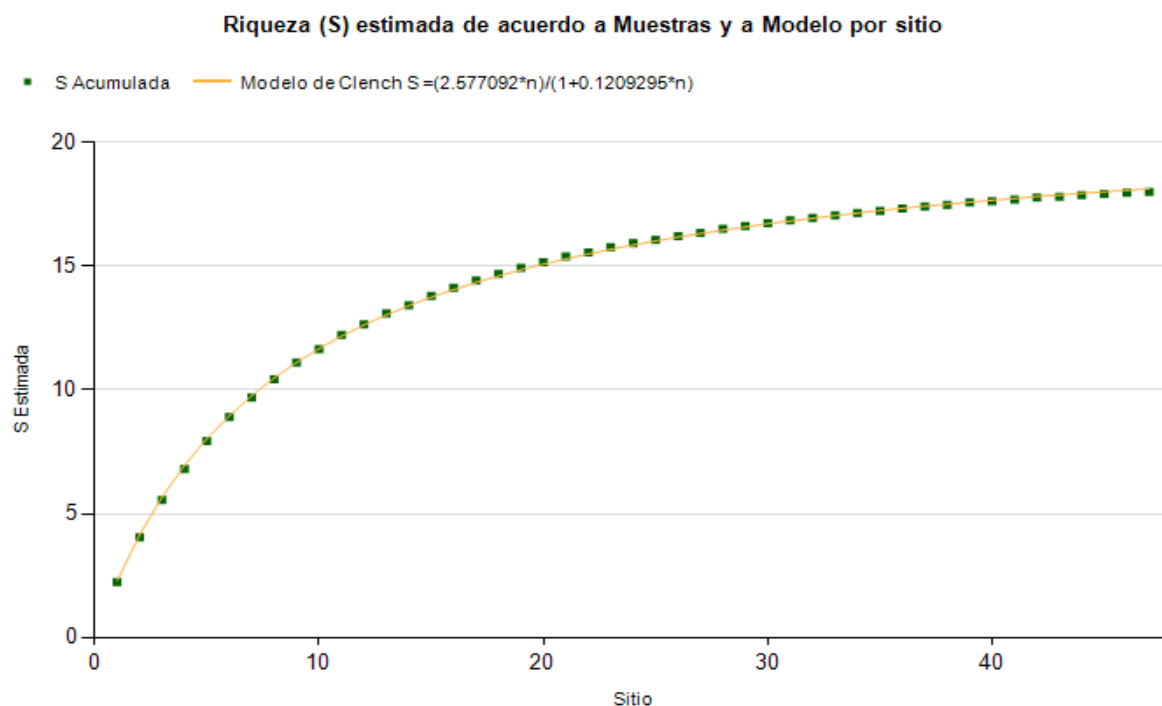


Gráfico 7 Riqueza estimada de acuerdo al modelo paramétrico, Aves SA

Para el grupo faunístico de aves, se estimó una pendiente de la curva de 0.058, del cual se encontraron 18 especies de las 21 predichas por el modelo, esta información nos indica que el esfuerzo de muestreo es válido para medir biodiversidad.

HERPETOFAUNA

Para el listado de anfibios y reptiles se realizaron sitios de muestreo rectangulares de 30 metros cuadrados, estos coincidieron con los sitios donde se obtuvo la información de flora. El número de sitios levantados se obtuvo con el apoyo de las curvas de acumulación de especies, las cuales fungieron como pre-muestreo. Se realizó una exhaustiva búsqueda en lugares potenciales tales como: afloramientos rocosos, debajo de la hojarasca, etc. Así mismo se anotó en una libreta de campo, los avistamientos de cada una de las especies y el tipo de vegetación.

Se identificaron de forma directa y en algunos casos se tomaron fotografías para su identificación por claves. Se corroboró la presencia de algunas especies de reptiles con el estudio de fauna que se hizo para la manifestación de impacto ambiental. De igual manera se enlistaron especies que por su distribución ecológica, es muy probable su ocurrencia de acuerdo a los tipos de hábitats.

Con la información obtenida de los sitios de muestreo recabados se construyó una matriz de datos de abundancia de especies S.

A continuación, se elaboró la curva de acumulación de especies, la cual representa la incorporación de nuevas especies en un inventario conforme aumentan los sitios de muestreo. La forma de la curva de acumulación de especies puede variar en función del orden en que se consideren las diferentes muestras, por ello es necesario un proceso de "suavizado" de la curva, en el cual el orden de entrada de las muestras es aleatorizada. Se obtuvo la curva de acumulación de especies o promedio estadístico de adición de especies con el aumento de sitios de muestreo "S Acumulada".

La Tabla siguiente muestra el número de especies por sitio para el grupo faunístico herpetofauna, dentro del SA, resultado de aleatorizar los sitios "S Acumulada de las Muestras" y la Riqueza de especies por sitio estimada por el Modelo seleccionado "S predicha por el Modelo"

Tabla 82 Número de especies por sitio, herpetofauna SA

Sitio	S Acumulada	Modelo	Sitio	S Acumulada	Modelo
1	1.38	1.79	25	7.53	7.54
2	2.51	2.96	26	7.55	7.58
3	3.44	3.8	27	7.57	7.62

Sitio	S Acumulada	Modelo	Sitio	S Acumulada	Modelo
4	4.2	4.42	28	7.59	7.65
5	4.82	4.91	29	7.62	7.68
6	5.3	5.29	30	7.65	7.71
7	5.7	5.61	31	7.66	7.74
8	6.03	5.87	32	7.68	7.77
9	6.3	6.09	33	7.7	7.8
10	6.52	6.28	34	7.72	7.82
11	6.7	6.44	35	7.75	7.84
12	6.82	6.58	36	7.77	7.86
13	6.96	6.71	37	7.78	7.88
14	7.06	6.82	38	7.81	7.9
15	7.14	6.92	39	7.83	7.92
16	7.19	7.01	40	7.85	7.94
17	7.25	7.09	41	7.87	7.96
18	7.3	7.17	42	7.89	7.97
19	7.35	7.23	43	7.92	7.99
20	7.39	7.3	44	7.93	8.01
21	7.42	7.35	45	7.96	8.02
22	7.45	7.41	46	7.98	8.03
23	7.48	7.45	47	8	8.05
24	7.5	7.5			

A continuación, aparece la información del Modelo estimado y varios estadísticos calculados a partir del Modelo

Modelo $S = (a \cdot n) / (1 + b \cdot n)$

Var Dep. S(est) Loss: $(OBS - PRED)^2$

Perdida Final: 1.228092 $R^2 = 0.999479$

Varianza Explicada por el Modelo: 98.75%

N	a	b
---	---	---

47 2.24725 0.257984

$$S = (2.24725 * n) / (1 + 0.257984 * n)$$

La calidad del inventario se calcula con la pendiente al final de la curva Pendiente (en el sitio n) = $a / (1 + b * n)^2$

Pendiente en el Sitio 47 es: 0.013

La pendiente menor a 0.1 nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y confiable

La riqueza observada es de 8 especies.

El número total de especies predicha por el modelo es $a/b=9$ especies.

La proporción de las especies registradas nos da una idea de la calidad del inventario $S/(a/b)=91.84\%$.

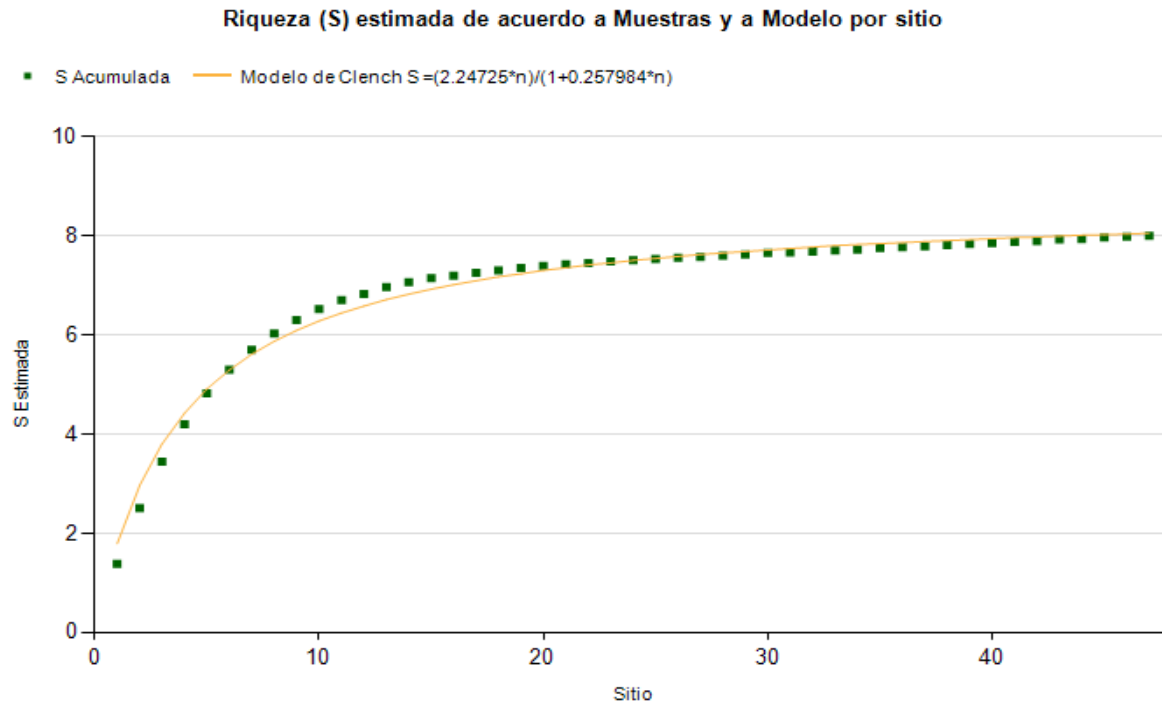


Gráfico 8 Riqueza estimada de acuerdo al modelo paramétrico, herpetofauna SA

Para la herpetofauna el muestreo nos arroja una pendiente en la curva de 0.013, la cual está por debajo del 0.1, de acuerdo a las estimaciones del modelo se tiene que se encontraron 8 de las 9 posibles especies.

De acuerdo a los datos expresados se puede considerar válido el esfuerzo de muestreo para medir biodiversidad.

MAMÍFEROS

Para el listado del grupo de los mamíferos se realizaron sitios de muestreo rectangulares, donde mediante las huellas, excretas, pelos, senderos, madrigueras, restos orgánicos, sonidos y otros rastros que indican la presencia de mamíferos, se logró identificar las especies en el área. Así mismo con el apoyo de literatura especializada se pudo corroborar la presencia de especies. (Aranda, 2000; Villarreal, 2000; Olaus y Elbroch, 2005; Fiona, 2006 y Natureserve, 2012). Se registra también las especies que no fueron observadas pero que es de posible su ocurrencia, de acuerdo al tipo de ecosistema, además que muchas especies presentan un rango de distribución muy amplio.

Con la información obtenida de los sitios de muestreo recabados se construyó una matriz de datos de abundancia de especies S.

A continuación, se elaboró la curva de acumulación de especies, la cual representa la incorporación de nuevas especies en un inventario conforme aumentan los sitios de muestreo. La forma de la curva de acumulación de especies puede variar en función del orden en que se consideren las diferentes muestras, por ello es necesario un proceso de "suavizado" de la curva, en el cual el orden de entrada de las muestras es aleatorizada. Se obtuvo la curva de acumulación de especies o promedio estadístico de adición de especies con el aumento de sitios de muestreo "S Acumulada".

La Tabla siguiente muestra el número de especies por sitio para el grupo faunístico mamíferos, dentro del SA, resultado de aleatorizar los sitios "S Acumulada de las Muestras" y la Riqueza de especies por sitio estimada por el Modelo seleccionado "S predicha por el Modelo"

Tabla 83 Número de especies por sitio, mamíferos SA

Sitio	S Acumulada	Modelo	Sitio	S Acumulada	Modelo
1	0.84	0.93	25	6.04	6.11
2	1.57	1.67	26	6.09	6.17
3	2.18	2.27	27	6.14	6.22
4	2.7	2.76	28	6.17	6.27
5	3.16	3.18	29	6.25	6.31
6	3.54	3.53	30	6.27	6.36
7	3.88	3.83	31	6.31	6.4
8	4.16	4.1	32	6.36	6.44
9	4.38	4.33	33	6.41	6.47
10	4.62	4.54	34	6.44	6.51

Sitio	S Acumulada	Modelo	Sitio	S Acumulada	Modelo
11	4.81	4.72	35	6.49	6.54
12	4.96	4.89	36	6.54	6.58
13	5.12	5.04	37	6.58	6.61
14	5.24	5.17	38	6.61	6.64
15	5.35	5.3	39	6.66	6.66
16	5.44	5.41	40	6.71	6.69
17	5.53	5.51	41	6.74	6.72
18	5.63	5.61	42	6.79	6.74
19	5.7	5.7	43	6.83	6.77
20	5.76	5.78	44	6.87	6.79
21	5.83	5.85	45	6.91	6.81
22	5.89	5.92	46	6.96	6.83
23	5.95	5.99	47	7	6.85
24	5.99	6.05			

A continuación, aparece la información del Modelo estimado y varios estadísticos calculados a partir del Modelo

Modelo $S = (a \cdot n) / (1 + b \cdot n)$

Var Dep. S(est) Loss: $(OBS - PRED)^2$

Perdida Final: 0.2100686 $R^2 = 0.9998618$

Varianza Explicada por el Modelo: 99.79%

N	a	b
47	1.057846	0.1331092

$S = (1.057846 \cdot n) / (1 + 0.1331092 \cdot n)$

La calidad del inventario se calcula con la pendiente al final de la curva Pendiente (en el sitio n) $= a / (1 + b \cdot n)^2$

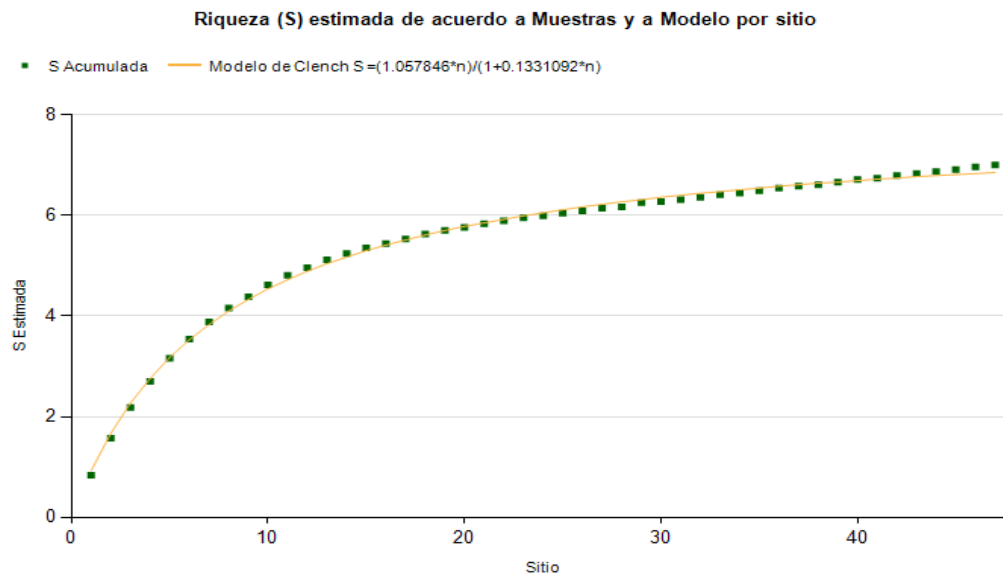
Pendiente en el Sitio 47 es: 0.02

La pendiente menor a 0.1 nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y confiable

La riqueza observada es de 7 especies.

El número total de especies predicha por el modelo es a/b=8 especies.

La proporción de las especies registradas nos da una idea de la calidad del inventario $S/(a/b)=88.08\%$



El grupo faunístico de mamíferos, dentro del SA, presenta una pendiente en la curva de 0.02, indicador de una buena calidad del inventario, se encontraron 7 de las 8 posibles especies.

Análisis de diversidad de fauna

En el SA se obtuvo un inventario faunístico de 18 especies de aves, 8 especies de herpetofauna y 7 especies de mamíferos.

Para calcular la diversidad florística se usó el índice de Shannon, este índice es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i)$$

Dónde:

S = número de especies.

Pi = proporción de individuos de la especie i.

A mayor valor de H' mayor diversidad de especies.

Los valores de biodiversidad obtenidos para el elemento fauna se muestran a continuación.

Grupo faunístico aves, Shannon.

Tabla 84 Índice de Shannon, aves SA

AVES SA						
No	Nombre científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H
1	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán	7	0.0327	-3.4201	0.1119
2	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara mexicana	17	0.0794	-2.5328	0.2012
3	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí	9	0.0421	-3.1688	0.1333
4	<i>Buteo jamaicensis</i>	Águila cola roja	8	0.0374	-3.2865	0.1229
5	<i>Cathartes aura</i>	Aura	8	0.0374	-3.2865	0.1229
6	<i>Columbina inca</i>	Tortolita	34	0.1589	-1.8396	0.2923
7	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	24	0.1121	-2.1879	0.2454
8	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	5	0.0234	-3.7565	0.0878
9	<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codorniz	6	0.0280	-3.5742	0.1002
10	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	4	0.0187	-3.9797	0.0744
11	<i>Icterus gularis</i>	Caliandra	2	0.0093	-4.6728	0.0437
12	<i>Junco hyemalis</i>	Junco ojos pardos	2	0.0093	-4.6728	0.0437
13	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	14	0.0654	-2.7269	0.1784
14	<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	Cotorra serrana	4	0.0187	-3.9797	0.0744
15	<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbón cobrizo	3	0.0140	-4.2674	0.0598
16	<i>Sturnella magna</i>	Tortilla con chile	12	0.0561	-2.8811	0.1616
17	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche	16	0.0748	-2.5934	0.1939
18	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	39	0.1822	-1.7024	0.3103
TOTAL			214			2.5577
H Calculada						2.5577
Riqueza S						18
H max =						2.8904
Equidad (J)						0.88

En el grupo de las aves se registraron 18 especies, de las cuales *Zenaida asiatica*, fue la más abundante al registrar 39 especímenes de los 214 individuos identificados. Respecto al índice de diversidad, se obtuvo un valor de 2.5577, el cual es un valor de diversidad media.

De acuerdo a la diversidad máxima, H max 2.8904, el valor obtenido es mayor respecto al valor de Shannon, indica que el grupo puede llegar a alcanzar una diversidad considerada como media, registrando todas las posibles especies en el área.

Por último, el índice de equidad mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, su valor máximo es 1, el cual corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes y dominantes. Para el grupo de las aves se obtuvo un valor de 0.88, el cual se encuentra muy cercano a uno, lo que podría indicar que todas las especies son igualmente abundantes.

Grupo faunístico herpetofauna, Shannon

Tabla 85 Índice de Shannon, herpetofauna SA

HERPETOFAUNA SA						
No	Nombre científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H
1	<i>Anolis nebulosus</i>	Lagartija arborícola	13	0.1368	-1.9889	0.2722
2	<i>Aspidoscelis costata</i>	Huico	2	0.0211	-3.8607	0.0813
3	<i>Coleonyx brevis</i>	Cuija texana	27	0.2842	-1.2580	0.3575
4	<i>Crotalus atrox</i>	Víbora de cascabel	15	0.1579	-1.8458	0.2914
5	<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chirrionera	7	0.0737	-2.6080	0.1922
6	<i>Phrynosoma cornutum</i>	Lagartija cornuda	8	0.0842	-2.4744	0.2084
7	<i>Sceloporus jarrovi</i>	Lagartija espiNOM	16	0.1684	-1.7813	0.3000
8	<i>Thamnophis rufipunctatus</i>	Culebra de cabeza estrecha	7	0.0737	-2.6080	0.1922
TOTAL			95			1.8952
H Calculada						1.8952
Riqueza S						8
H max = Ln S						2.0794
Equidad (J) = H/Hmax						0.91

Respecto a la herpetofauna, se obtuvo una riqueza específica de 8 especies de las cuales la cuija texana fue la más abundante con 27 ejemplares de los 95 totales identificados para este grupo. Respecto al índice de diversidad, se obtuvo un valor de 1.8952, el cual es un valor de diversidad baja.

Mientras que la diversidad máxima fue de 2.0794, considerada como diversidad baja; entre los valores de H y Hmax casi no existe diferencia, por lo que se podría decir que se encuentra cerca de registrar todas las especies posibles de encontrar en este grupo en el SA.

Por último, el índice de equidad fue 0.91, considerando que el valor máximo es de 1, se puede decir que todas las especies son igualmente abundantes y dominantes en la comunidad de herpetofauna del SA.

Grupo faunístico mastofauna, Shannon

Tabla 86 Índice de Shannon, mastofauna SA

MAMÍFEROS SA						
No	Nombre científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H
1	<i>Canis latrans</i>	Coyote	8	0.1333	-2.0149	0.2687
2	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	14	0.2333	-1.4553	0.3396
3	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	13	0.2167	-1.5294	0.3314
4	<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Ratón común	3	0.0500	-2.9957	0.1498
5	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de roca	2	0.0333	-3.4012	0.1134
6	<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza mexicana	14	0.2333	-1.4553	0.3396
7	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	6	0.1000	-2.3026	0.2303
TOTAL			60			1.7726
H Calculada						1.7726
Riqueza S						7
H max = Ln S						1.9459
Equidad (J) = H/Hmax						0.91

Finalmente, respecto al grupo de mamíferos se obtuvo una riqueza específica de 7 especies en el SA. Las más abundantes fueron *Didelphis virginiana* y *Thomomys umbrinus* con 14 individuos cada uno, de un total de 60 registrados para el grupo. Respecto al índice de diversidad, se obtuvo un valor de 1.7726, el cual es un valor indicador de diversidad baja.

Se obtuvo un valor de diversidad máxima de 1.9459, muy cercano al valor de H, lo que indica que casi se registró el total de las especies posibles de encontrar para este grupo en el SA y que aun registrando todas las especies posibles el valor obtenido corresponde al de una diversidad baja.

Por último, se obtuvo un índice de equidad de 0.97, siendo su valor máximo igual a 1, el índice obtenido indica que todas las especies son igualmente abundantes y dominantes.

IV.2.3 Paisaje

La metodología propuesta para evaluar el impacto paisajístico, se desarrolla en las siguientes fases:

Valoración directa subjetiva: que se realiza a partir de la contemplación del paisaje, adjudicándole un valor, en una escala de rango o de orden, son desagregarlos en componentes paisajísticos o categorías estéticas.

Tabla 87 Valores absolutos

Paisaje	VA
Espectacular	16 a 25

Paisaje	VA
Soberbio	8 a 16
Distinguido	4 a 8
Agradable	2 a 4
Vulgar	1 a 2
Feo	0 a 1

Se establece una malla de puntos de observación, desde donde se evalúan las vistas, obtenido el valor de la unidad paisajística, mediante aritmética.

Los valores obtenidos se corrigen en función de la cercanía a núcleos urbanos, a vías de comunicación, al tráfico de éstas, a la población de observadores y a la accesibilidad a los puntos de observación, obteniendo un valor relativo.

Valor Relativo: $VR = (K) * (Va)$

Donde:

$$K = 1.125 * \left(\frac{P}{d} * Ac * (S) \right)^{1/4}$$

P= tamaño medio de las poblaciones

D= distancia media en km a las poblaciones próximas

Ac= accesibilidad a los puntos de observación o la cuenca visual (Inmediata: 3; Regular: 2; Mala: 1; Inaccesible: 0)

S= número de puntos de observación (muy grande: 4; Grande: 3; Pequeña: 2; Muy pequeña: 1).

Tabla 88 Población potencial de observadores

Rango de población	Valor de P	Distancia (Km)	d
>1000000	10	>50	10
500000 - 1000000	9	25- 50	9
100000-500000	8	15-25	8
50000-100000	7	10-15	7
16000-50000	6	8-10	6
8000-16000	5	6-8	5
4000-8000	4	4-6	4
2000-4000	3	2-4	3
1000-2000	2	1-2	2
1-1000	1	0-1	1

Tomando como indicador el impacto del impacto, el valor relativo del paisaje, VR, acorde con el modelo descrito, viniendo la unidad de medida expresada como un rango adimensional de 0 a 100.

Tabla 89 Impacto en el valor relativo del paisaje

P	d	Ac	S
2	2	3	3

$$K = 1.125 * \left(\frac{2}{2} * 3 * (3)\right)^{0.25} = 1.948$$
$$VR = (1.948) * (4) = 7.94$$

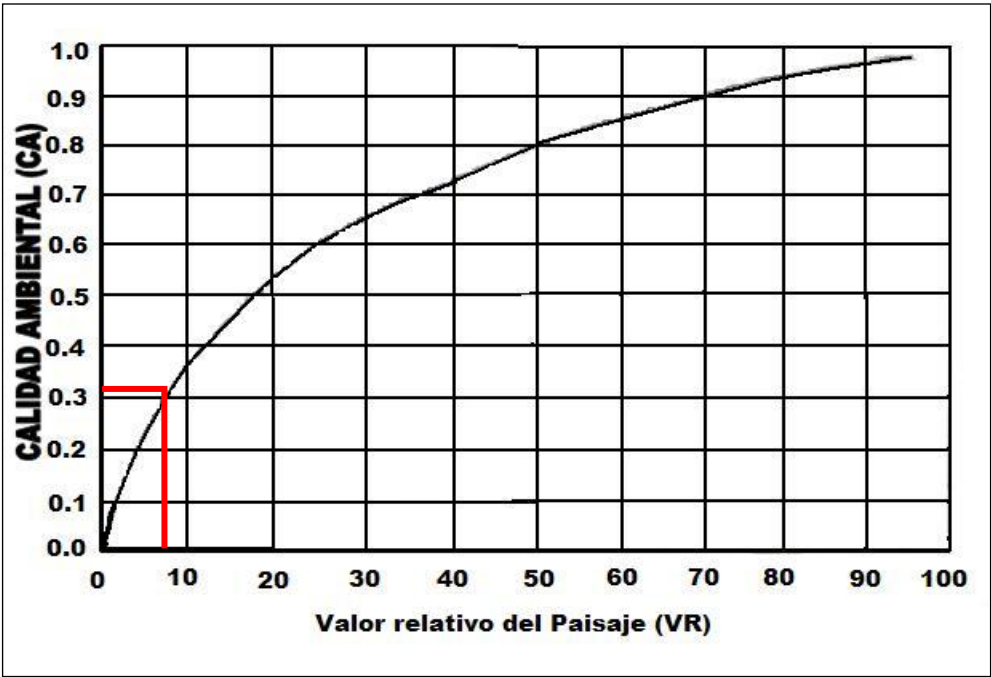


Figura 42 Valor relativo del paisaje

Tabla 90 Calidad ambiental

Calidad Ambiental (Paisaje)	
Optima	0.8-1.0
Buena	0.6-0.8
Aceptable	0.4-0.6
Baja	0.2-0.4
Inaceptable	0.0-0.2

Para la evaluación del paisaje se utilizó la metodología propuesta por (Conesa *et al.*, 2000)

Con esto se obtiene el índice del paisaje que está en el rango de 0.2 – 0.4, por lo que el valor paisajístico actual es bajo o sin interés.

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos

IV.2.4 Medio socioeconómico

a) Demografía

Antecedentes históricos

Los primeros pasos de Francisco de Ibarra, con autorización real para realizar conquistas y fundaciones en la Nueva Vizcaya, lo conducen directamente a Topia. Levanta su cuartel en el Valle de San Juan, por tener conocimiento de algunos guías que lo pudieran llevar a la única ciudad habitada, más allá del Trópico de Cáncer; la que, por el decir de tepehuanos y zacatecos, mostraba grandes riquezas y una excelente organización.

En 1564 se inicia la travesía desde Coneto hasta Topia, atravesando la zona más intrincada del territorio neoviscaíno. Apenas ha perdido tiempo Ibarra en fundar la capital de la provincia, un año antes, y ahora se dispone a tomar por asalto el caserío observado desde las montañas cercanas, extraordinariamente inmediatas a los sitios visitados por los soldados de Nuño de Guzmán en décadas pasadas.

La pequeña población no corresponde a los sueños de los conquistadores vascos, pues lejos de alcanzar la magnitud de Tenochtitlán o las poblaciones de los incas, pareciera una pequeña villa, poblada por hombres semidesnudos, de enorme belicosidad, dispuestos a entregar su vida por su libertad. Sólo que el armamento de los extranjeros les impone y aterra, por lo que poco a poco ceden ante el enemigo, entregando su ciudad y sus modestas pertenencias.

Es tal la desilusión de Ibarra, que solo se detiene a organizar una pequeña misión, la que tendrá en el futuro periodos de esplendor y etapas de decadencia. Deja alguna guardia el gobernador, antes de partir rumbo a Chiametla, donde fijara su residencia, muy lejos de la capital de su provincia.

Entre 1602 y 1611 se produjeron serios levantamientos entre las tribus de la región, que obligaron a los gobernadores de este tiempo a combatir personalmente la insurrección; entre la cual estaba Urdiñola, el fundador de Saltillo. También llamó la atención del Obispo de la Nueva Galicia, quien visitó la zona acaxee, buscando la paz.

Habría que restaurar las misiones y ello ocurrió entre 1604 y 1616.

Los jesuitas se establecieron en Topia, desde finales del siglo XVI, alcanzando gran desarrollo, a tal grado que en 1738 se dividieron las misiones controladas desde Topia en tres rectorados, el del norte o Santa Cruz, el de Tamazula y el de San Juan de Badiraguato.

En Algún momento fue cabecera del partido de Tamazula el siglo pasado, hasta que se separaron las municipalidades que lo conforman. En los años posteriores a la revolución, se separó Canelas de Topia, y en cambio se anexó Sianori.

El municipio de Topia se localiza al noroeste del estado, ubicado a los 25°12'43" de latitud norte y 106°34'15" de longitud oeste; a una altura de 1,800 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte, con el municipio de Tepehuanes; al sur, con el de Canelas; al oriente, con el de Tepehuanes y al poniente, con el de Tamazula.

Personajes Ilustres

Manuel Lobo (1617-1687).

Escribió "Vida y Virtudes del V. Padre del S. José Betancourt. Terciario de la orden de San Francisco" y "Elogios fúnebres de Felipe IV Rey de España, en las honras que le hizo la Real Audiencia de Guatemala".

Nació en la población minera de Topia, Provincia de Nueva Vizcaya (hoy estado de Durango) el año de 1617. Tal vez el primer duranguense que, de esa región de la Sierra de Durango, tuvo la oportunidad de educarse y colaborar en la obra evangelizadora y de culturización de los países de América.

Manuel Lobo estudió sus primeras letras bajo la dirección de los padres Jesuitas evangelizadores de esa región, quienes advirtieron en Manuel inteligencia que lo haría con el tiempo un eminente misionero.

Tomó el hábito de Jesuita en la ciudad de México el año de 1642, después de pasar el noviciado de rigor en el que confirmó su capacidad y vocación para el servicio del evangelio, fue comisionado para ejercer su ministerio en la ciudad de Guatemala. Fue gran protector de los indígenas a quienes atendía en sus necesidades y los curaba en las enfermedades. Además de hablar el idioma tepehuano propio de su región de origen, dominó el náhuatl, el maya y diversos dialectos de Centro América.

Recursos Materiales

Cuenta con importante número de hectáreas de bosques de coníferas y manantiales.

En todo el municipio se encuentran yacimientos minerales de gran riqueza como oro, plata, plomo, zinc. La imposibilidad de establecer fundiciones de beneficio con maquinaria y procedimientos modernos en estas apartadas comarcas, carentes de comunicación fácil. Con los centros ferrocarrileros, ha hecho que sólo se aprovechen las bonanzas pasajeras de las vetas que dan una prosperidad efímera.

Monumentos Históricos

Arquitectónicos. La iglesia del lugar, de estilo colonial, del siglo XVII.

Históricos. Monumento a Don Benito Juárez, junto al kiosco de dos pisos de la plaza.

Fiestas y Tradiciones

Fiestas Populares. El 3 de mayo, en honor a la Santa Cruz, la cual empieza dos días antes, con procesiones y música.

Leyendas. La que habla de la fundación de Topia, de origen Acaxee.

Música

"Tragedia del Socavón" "Victoria" y el "Corrido de Topia".

- En el mismo año había en el municipio 1,860 hogares (0.5% del total de hogares en la entidad), de los cuales 313 estaban encabezados por jefas de familia (0.3% del total de la entidad).
- El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 4.6 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 4 integrantes.
- El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 6, frente al grado promedio de escolaridad de 8.6 en la entidad.
- En 2010, el municipio contaba con 21 escuelas preescolares (1.2% del total estatal), 54 primarias (2.1% del total) y 14 secundarias (1.5%). Además, el municipio contaba con dos bachilleratos (1%) y ninguna escuela de formación para el trabajo. El municipio no contaba con ninguna primaria indígena.
- Las unidades médicas en el municipio eran nueve (1.6% del total de unidades médicas del estado).
- El personal médico era de nueve personas (0.3% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 1, frente a la razón de 6.3 en todo el estado.
- En 2010, 7,623 individuos (78.7% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 4,816 (49.7%) presentaban pobreza moderada y 2,807 (29%) estaban en pobreza extrema.
- En 2010, la condición de rezago educativo afectó a 26.5% de la población, lo que significa que 2,570 individuos presentaron esta carencia social.
- En el mismo año, el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 43.5%, equivalente a 4,217 personas.
- La carencia por acceso a la seguridad social afectó a 91.4% de la población, es decir 8,858 personas se encontraban bajo esta condición.

- El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 22.9% (2,218 personas).
- El porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 67.4%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 6,528 personas.
- La incidencia de la carencia por acceso a la alimentación fue de 18.4%, es decir una población de 1,778 personas. Lo anterior se describe puesto que el propósito del proyecto es mejorar la infraestructura de acceso a la cabecera Municipal de Topia y no la de Canelas, aun cuando el proyecto se encuentra mayormente ubicado dentro de este municipio, pero no es el objetivo tal sino el de Topia.

a) Demografía

La demografía del poblado beneficiado directamente por el proyecto se muestra a continuación.

La población total del municipio en 2010 fue de 8,581 personas, lo cual representó el 0.5% de la población en el estado. De estos 4395 son hombres y 4186 son mujeres.

Tabla 91 Número de habitantes en la cabecera municipal

Localidad	Población
Topia	2051

Población económicamente activa

Población económicamente activa: la integran las personas que tienen una ocupación o que sin tenerla la están buscando activamente. Está compuesta por la población ocupada más la población desocupada.

En la localidad de Topia tiene una PEA de aproximadamente el 46.76% de la población de más de 12 años.

Tabla 92 Población económicamente activa

PEA	MASCULINA	FEMENINA
2901	2553	348

Distribución porcentual de la población desocupada abierta por posición en el hogar.

En el área del proyecto las personas del sexo femenino se dedican a las labores domésticas y el cuidado de los hijos por lo cual el total de la población femenina no se dedica a alguna actividad fuera del hogar.

Población económicamente inactiva.

En la siguiente tabla es posible observar la población económicamente inactiva en la población de Topia que será beneficiada.

Tabla 93 Población económicamente inactiva

PEI	MASCULINO	FEMENINO
3260	610	2650

b) Factores socioculturales

Se utiliza el término sociocultural para hacer referencia a cualquier proceso o fenómeno relacionado con los aspectos sociales y culturales de una comunidad o sociedad. De tal modo, un elemento sociocultural tendrá que ver exclusivamente con las realizaciones humanas que puedan servir tanto para organizar la vida comunitaria como para darle significado a la misma.

Cuando se aplica el adjetivo de sociocultural a algún fenómeno o proceso se hace referencia a una realidad construida por el hombre que puede tener que ver con cómo interactúan las personas entre sí mismas, con el medio ambiente y con otras sociedades. En este sentido, avances o creaciones socioculturales del hombre, desde los primeros días de su existencia, pueden ser las diferentes formas de organización y jerarquización social, las diversas expresiones artísticas, la creación de instituciones que tuvieran por objetivo ordenar la vida en comunidad, la instauración de pautas morales de comportamiento, el desarrollo de las religiones y estructuras de pensamiento, la creación de sistemas educativos, etc.

No existe presencia de grupos étnicos evidentes en el lugar, aunque según estadísticas mencionan que de la población total al menos el 0.27% son de origen indígena, siendo los acaxes los que vivieron en esta zona.

Actualmente predomina la religión católica, con un total del 100% de feligreses

Principales actividades productivas.

Las principales actividades productivas del municipio se describen a continuación:

- Ganadería
- Minería
- Comercio
- Agricultura
- Servicios

Dentro del ramo de servicios en el municipio existen establecimientos dedicados a la reparación de vehículos, servicios de hospedaje, preparación de alimentos y bebidas, etc.

Competencia por el aprovechamiento de los recursos naturales.

Uno de los principales problemas que tienen estas zonas es en muchas ocasiones la presión que se ejerce hacia los recursos naturales el objeto de ganar un poco más de terreno para la agricultura, por lo que paulatinamente se ha ido desforestando

una gran cantidad de superficie cubierta por vegetación nativa con este fin. En este mismo sentido, la actividad ganadera de los habitantes de la región ocasiona una serie de efectos negativos al recurso natural, ya que en muchas ocasiones limitan su buen desarrollo, aunado a la consecuencia que se da por la quema de los pastizales para obtener el renuevo del pasto, lo que en continuamente es la fuente principal de los incendios forestales del lugar. Sin embargo, a pesar de estos conflictos existe aún cierta armonía en las actividades que realiza la gente de estas comunidades rurales, por otra parte, es importante y necesario hacer conciencia a la población para que se limiten en las áreas que pretenden cambiar de uso y evitar así la pérdida de sus recursos naturales

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

a) Integración e interpretación del inventario ambiental

Para llevar a cabo un diagnóstico ambiental objetivo sobre la zona del proyecto se expondrán algunas particularidades de la zona, lo que permitirá tener un panorama general sobre la situación actual, tomando en cuenta característica, ambiental, social, política y económica.

De acuerdo a lo que se expuso anteriormente y en relación a lo que se observa en el entorno ambiental dentro de la región se observan los siguientes

Problemas:

Conflictos por el uso del espacio natural entre las actividades agropecuarias y ganaderas, de uso forestal y minería por lo que existe una proceso de deforestación alto.

No se aplican los lineamientos sobre las políticas de ordenamiento territorial para la asignación de usos preferentes del espacio para las diferentes actividades productivas.

Falta de enfoque sistémico en el tratamiento de los residuos de actividades económicas y urbanas.

Falta de investigación y mecanismos de generación de información sobre el estado de los recursos naturales y la calidad del ambiente.

Limitado acceso a la información vinculada a la gestión ambiental.

Ausencia de liderazgo institucional y de sistemas de monitoreo multisectorial regional.

Contaminación del suelo, aire y agua por tecnologías y prácticas productivas (agrícolas y pecuarias) inadecuadas.

Falta de investigación para el desarrollo de tecnologías apropiadas para el aprovechamiento sostenible de recursos.

Desconocimiento de la zonificación urbana e informalidad en el uso del suelo.

Asentamiento humano y crecimiento urbano no planificado, migración.

Pérdida de Biodiversidad

- No se asigna valor económico ni cultural a la biodiversidad como recurso productivo y de consumo.
- Degradación moderada del ecosistema regional.
 - A) Integración e interpretación del inventario ambiental
- Degradación de recursos fitogenéticos silvestres por pastoreo excesivo no controlado, tala y quemados de pastos.
- Degradación y riesgo de extinción de algunas variedades de flora y fauna silvestre por actividades comerciales y domésticas.

Pérdida de suelos y de la cobertura vegetal

- Deforestación moderada por uso comercial y doméstico.
- Pérdida acelerada de tierras productivas por problemas de incendios forestales.
- Pérdidas de suelos productivos por cambio de uso.

Manejo inadecuado y contaminación del agua

- Contaminación del recurso agua por actividades productivas y desechos urbanos (residuos sólidos y agua residual).
- Desperdicio de agua "potable" por prácticas urbanas inadecuadas.
- Escasez y mala calidad del agua potable en los poblados de la región.

Prácticas agrícolas y pecuarias no sostenibles

- Pérdida de tecnología productiva tradicional apropiada.
- Aplicación del modelo de monocultivo a especies tradicionales.

- Deterioro de la fertilidad de los suelos, desertificación, erosión y contaminación por prácticas agrícolas no adecuadas.
- Productos regionales con mal manejo post-cosecha y bajo valor agregado.

Potencialidades:

- Abundancia de recursos naturales con gran potencial para diversos usos.
- Sistema vial carretero en desarrollo que apoya la integración.
- Capacidad de organización, mecanismos de concertación y negociación de intereses colectivos.
- Creciente responsabilidad social y ambiental del sector productivo y la sociedad civil, así como del gobierno del estado.
- Las poblaciones se van sensibilizando poco a poco con la problemática ambiental.

Reserva de Diversidad Biológica

- Reserva genética de especies (Plantas medicinales).
- Áreas naturales representativas de gran potencialidad no protegidas.
- Productos regionales con gran potencialidad de mercado (Flora y fauna).

Valiosa cultura ancestral agrícola

Conocimiento agrícola tradicional.

Gran extensión de tierras con diversa aptitud agrícola, pecuaria y forestal.

Ganadería extensiva

Se tienen espacios para impulsar la ganadería extensiva.

Cultura de manejo de ganado de diferentes razas con un potencial de mercado amplio.

Extensiones de pastizales para usos pecuarios.

b) Síntesis del inventario

De acuerdo a lo que se ha expuesto anteriormente se observa que dentro del área donde se pretende ejecutar el proyecto y su zona de influencia no se detectan condiciones de fragilidad desde el punto de vista ambiental.

Observamos que no existen elementos tanto de flora como de fauna que tenga condición excepcional por lo cual no hay necesidad de aplicar acciones para conservarse.

Podemos ver que los elementos más frágiles que se detectan con la ejecución del proyecto son:

1. **Fauna.** La fauna presenta algunas especies identificadas en la zona adyacente al proyecto que se encuentran normadas, por lo que será necesario tener un programa para el manejo de estas y de ser posible capturar y reubicarlas para evitar que sean dañadas durante los trabajos del mismo.
2. El **agua**, en este caso se debe de poner especial atención para evitar que se dañe este recurso, y verificar adecuadamente las medidas necesarias para evitar el derrame de grasas, combustibles y lubricantes en el cauce.
3. **Aire**, El aire resulta afectado de acuerdo al diagnóstico ambiental por la emisión de polvos y humos contaminantes, esto nos permite dirigir las medidas de mitigación hacia estos elementos para lograr disminuir los daños que se puedan ocasionar por estas emisiones.
4. **Suelo.** Finalmente el suelo es uno de los elementos arrojados por el diagnóstico de potencial perturbación, ya que el derrame de las grasas, lubricantes y combustibles, pueden presentar una afectación directa sobre este.

V.IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En la metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales se utilizaron, por una parte, la técnica de la Matriz de Leopold, que en suma se trata de un estándar de relación causa – efecto que añade a su papel en la identificación de impactos, la posibilidad de mostrar la estimación de su valor; y por otra parte, las Matrices Matemáticas para determinar impactos de Bojórquez et. Al. (1998). Ambos modelos fueron ajustados, las fases del proceso de análisis fueron las siguientes:

Check List de factores y componentes ambientales.

Se elaboró el inventario de los factores y componentes ambientales que podrían ser perturbados por las actividades del proyecto.

Identificación de interacciones ambientales.

En la identificación de las interacciones ambientales (benéficas y adversas) que podrían ser causadas por las actividades del proyecto, se elaboró la Matriz de Leopold modificada.

En esta matriz se ordenaron sobre las columnas las actividades del proyecto que se listaron en el punto 1 de este apartado, y sobre los renglones o filas se incluyeron los componentes ambientales relacionados en el punto anterior.

La interacción entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales se señalaron sombreando las celdas de intersección (positivo y negativo).

Asignación de categorías de impacto.

V.1.1 Indicadores de impacto

La identificación de los criterios y una escala de valores para calificarlos se presentan en las tablas 95 y 96.

Tabla 94 Escala utilizada para la calificación de los criterios básicos de evaluación

	INTENSIDAD DEL IMPACTO(*) (I)	EXTENSIÓN DEL IMPACTO (E)	DURACIÓN DE LA ACCIÓN (D)
ESCALA	Definida por la proporción de las existencias del componente ambiental afectado o el nivel de aproximación al límite permisible en las Normas Oficiales Mexicanas.	Definida por el tamaño de la superficie afectada por una determinada acción.	Definida por el lapso de tiempo en que se estará llevando a cabo una acción particular.
1	Mínima. Cuando la afectación cubre la menor proporción del total de los recursos existentes dentro del área del proyecto (< 25%), o cuando los valores de la afectación son menores a un 50% respecto al límite permisible.	Puntual. Ocurre y se extiende dentro del área del proyecto.	Corta. Cuando la acción dura menos de 1 mes.
2	Moderada. Cuando la afectación cubre una proporción intermedia entre la mayor y la menor proporción del total de los recursos existentes dentro del área del proyecto (> 25% y < 50%), o si los valores de la afectación alcanzan valores equivalentes a más del 50% respecto al límite permisible.	Local. Si ocurre y su extensión rebasa los límites del área del proyecto y en un radio de 100 m.	Mediana. Cuando la acción dura entre 1 a 6 meses.
3	Alta. Cuando la afectación cubre la mayor proporción del total de los recursos existentes dentro del área del proyecto (> 50%) o cuando la afectación rebasan el límite permisible.	Regional. Si ocurre y su extensión excede a los 100 m de radio del área del proyecto	Larga. Cuando la acción dura más de 6 meses

Nota (*)

Para el factor paisaje aplicó el nivel de percepción del proyecto desde los alrededores. Para el factor socioeconómico se consideraron los niveles reportados para el municipio.

Tabla 95 Escala utilizada para la calificación de los criterios complementarios de evaluación

	SINERGIA (S)	ACUMULACIÓN (A)	CONTROVERSIA (C)	MITIGACIÓN (M)
ESCALA	Definida por el grado de interacción entre impactos.	Definida por el nivel de acumulación entre impactos.	Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil.	Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación.
0	Nula. Cuando no se presentan interacciones entre impactos.	Nula. Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	No existe. Cuando el impacto SI esté regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil local y regional NO manifiesta aceptación o preocupación por la acción o el recurso.	Nula. No hay medidas de mitigación.

	SINERGIA (S)	ACUMULACIÓN (A)	CONTROVERSIA (C)	MITIGACIÓN (M)
1	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas.	Poca. Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental.	Mínima. Cuando el impacto está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil local manifiesta aceptación o preocupación por la acción o el recurso.	Baja. Si la medida de mitigación aminora la afectación hasta en un 25%.
2	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas.	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente.	Moderada. Cuando el impacto está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil regional manifiesta su aceptación o preocupación por la acción o el recurso.	Media. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones en más del 25% y hasta un 75%.
3	Fuerte. Cuando el efecto producido por las suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	Alta. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente.	Alta. Cuando el impacto NO está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil local y regional SI manifiesta aceptación o preocupación por la acción y el recurso.	Alta. Si la medida de mitigación aminora la afectación en más del 75%

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Cálculo de índices.

Se definieron los índices que se generarán de acuerdo con la metodología sugerida: Índice Básico, Índice Complementario, Índice de Intensidad de Impacto e Índice de Significancia; así como el rango de valores para la clasificación del resultado del Índice de Significancia.

Índice Básico. Este índice se obtiene utilizando los 3 criterios básicos (Intensidad, Extensión y Duración), mediante la siguiente ecuación:

$$IBij = 1/9 (Iij + Eij + Dij)$$

Donde:

Iij = Intensidad del impacto

Eij = Extensión del impacto

Dij = Duración de la acción

El origen de la escala de valoración es 0.33, debido a que es el valor más bajo posible de obtener para este índice, por lo que:

$$0.33 * IB * 1$$

Índice Complementario. Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los criterios complementarios (Sinergia, Acumulación y Controversia), mediante la siguiente fórmula:

$$ICij = 1/9 (Sij + Aij + Cij)$$

Donde:

Sij = Sinergia

Aij = Acumulación

Cij = Controversia

En este índice el origen de la escala es 0, debido al valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente rango:

$$0 < IC < 1$$

Índice de Impacto. El Índice de Impacto está dado por la combinación de los criterios básicos y complementarios.

Cuando existe alguno de los criterios complementarios (Sinergia, Acumulación y Controversia), el Índice Básico incrementa su valor; el Índice de Impacto se calcula a través de la siguiente fórmula: $II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{IJ})}$

Donde:

IB_{ij} = Índice Básico

IC_{ij} = Índice Complementario

Los valores de este índice se ubican en el siguiente rango: $0.33 < II \leq 1$

Significancia de Impacto. Una vez obtenidos los indicadores IB, IC e II (Básico, Complementario y de Impacto, respectivamente), se procede a calcular la Significancia del Impacto, tomando en consideración la existencia y en su caso eficiencia esperada de las Medidas de Mitigación (M_{ij}).

$$S_{ij} = II_{ij} * (1 - 1/3(M_{ij}))$$

Donde:

II_{ij} = Índice de Impacto

M_{ij} = Medidas de Mitigación

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

Los valores de la Significancia del Impacto (S_{ij}) que se obtienen se clasifican de acuerdo con la siguiente escala:

Tabla 96 Escala de valores de impacto.

Tipo de Impacto	Clave	Rango
Impacto no significativo	(ns)	0.0000 a 0.2000
Impacto poco significativo	(ps)	0.2001 a 0.4000
Impacto moderadamente significativo	(ms)	0.4001 a 0.6000
Impacto significativo	(S)	0.6001 a 0.8000
Impacto muy significativo	(MS)	0.8001 a 1.0000

Construcción de matrices de resultados:

Matriz Cribada. Se elabora la matriz de calificaciones de Índice de Significancia de impactos, la cual se presenta a manera de síntesis del proceso de evaluación.

Balance de impacto. A partir de los resultados de los Índices Básico, Complementario, de Impacto y Significancia de Impactos, se obtienen las estadísticas y porcentajes por clase de impacto y por actividad, a manera de balance global del proceso de evaluación del proyecto.

IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS

Identificación de impactos

Sobre la base de los procedimientos contenidos en el apartado anterior, identificar y describir los impactos ambientales.

Las acciones por etapa del proyecto y los factores y componentes ambientales susceptibles de ser afectados se presentan en las siguientes tablas:

Para la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, se tomó en cuenta la metodología que se describe a continuación, y sobre esta se toman cada uno de las actividades del proyecto que se consideran pueden causar cierto impacto sobre los diferentes elementos del medio tanto biótico como abiótico.

Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.

Para la elaboración de este proyecto y dadas las características que tienen las actividades propias de la minería, considerando la elección de los indicadores que serán matrices es la más indicada para su respectiva evaluación.

Identificación de impactos.

V.1.3.1 Criterios

Identificación de impactos

Técnica de Listado

En la siguiente tabla, se listan los factores ambientales y sus componentes específicos que fueron identificados por el grupo de trabajo, con la aplicación de listas de chequeo.

Para el desarrollo del proyecto Camino a nivel 2 El Rosario, se identificaron 32 componentes agrupados en 11 factores ambientales con susceptibilidad de ser afectados por las acciones o actividades que involucra el proyecto.

Listado de factores y componentes ambientales.

Subsistema	Factor	Componente
Abiótico	Aire	Calidad
		Visibilidad
		Confort sonoro
	Geomorfología	Microrelieve
	Hidrología superficial	Calidad
		Patrón de drenaje
	Hidrología subterránea	Calidad
		Procesos de recarga
	Suelos	Propiedades físicas
		Propiedades químicas
		Procesos de erosión – sedimentación
		Cobertura
Biótico	Vegetación	Diversidad
		Especies en estatus
		Abundancia
	Fauna	Distribución
		Diversidad
		Especies en estatus
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual
		Calidad estética
		Fragilidad estética
Socioeconómico	Economía regional	Sector primario
		Sector secundario
		Sector terciario
		PEA
		Niveles de ingreso
		PEA
	Economía local	Niveles de ingreso
		Alumbrado
	Bienestar	Desarrollo Urbano
		Salud
		Educación

V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para evaluar la significancia del impacto ambiental de cada interacción identificada en la Fase 3, se elaboraron las calificaciones obtenidas para cada interacción, aplicando los Índices Básico, Complementario, de Impacto y de Significancia de Impactos; ésta última fue clasificada en cinco clases de significancia.

Criterios empleados para identificar la significancia del impacto ambiental identificado.

Tabla 97 Criterios de significancia

Subsistema	Factor	Componente	Naturaleza de impacto	I	E	D	S	A	C	M	IB	IC	II	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO	CLASE DE SIGNIFICANCIA
Abiótico	Aire	Calidad	-	1	1	1	1	1	1	0	0.3333	0.3333	0.4807	0.4807	ms
		Visibilidad	-	1	1	1	1	1	1	1	0.3333	0.3333	0.4807	0.3205	ps
		Confort sonoro	-	1	1	1	1	2	1	1	0.3333	0.4444	0.5432	0.3621	ps
	Geomorfología	Microrelieve	-	1	1	1	1	1	1	1	0.3333	0.3333	0.4807	0.3205	ps
	Hidrología superficial	Calidad	-	1	1	2	1	1	1	1	0.4444	0.3333	0.5824	0.3883	ps
		Patrón de drenaje	-	2	1	1	1	1	1	1	0.4444	0.3333	0.5824	0.3883	ps
	Hidrología subterránea	Calidad	-	1	1	2	1	1	1	1	0.4444	0.3333	0.5824	0.3883	ps
		Procesos de recarga	-	1	1	2	1	2	1	1	0.4444	0.4444	0.6373	0.4249	ms
	Suelos	Propiedades físicas	-	1	1	1	1	1	1	1	0.3333	0.3333	0.4807	0.3205	ps
		Propiedades químicas	-	1	1	1	1	1	1	0	0.3333	0.3333	0.4807	0.4807	ms
		Procesos de erosión – sedimentación	-	1	1	2	1	1	1	0	0.4444	0.3333	0.5824	0.5824	ms
		Cobertura	-	1	1	2	1	1	1	1	0.4444	0.3333	0.5824	0.3883	ps
Biótico	Vegetación	Diversidad	-	1	1	1	1	1	1	1	0.3333	0.3333	0.4807	0.3205	ps
		Especies en estatus	-	1	2	1	1	1	1	1	0.4444	0.3333	0.5824	0.3883	ps
		Abundancia	-	1	1	2	1	1	0	0	0.4444	0.2222	0.5322	0.5322	ms
	Fauna	Distribución	-	1	1	2	1	2	1	1	0.4444	0.4444	0.6373	0.4249	ms
		Diversidad	-	2	1	1	1	1	1	1	0.4444	0.3333	0.5824	0.3883	ps
		Especies en estatus	-	2	1	1	2	1	0	0	0.4444	0.3333	0.5824	0.5824	ms
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	-	1	1	1	1	1	1	1	0.3333	0.3333	0.4807	0.3205	ps
		Calidad estética	-	2	2	1	1	1	1	0	0.5556	0.3333	0.6758	0.6758	ms
		Fragilidad estética	-	1	1	2	1	1	2	0	0.4444	0.4444	0.6373	0.6373	S
Socioeconómico	Economía regional	Sector primario	+	1	1	1	1	1	1	0	0.3333	0.3333	0.4807	0.4807	ms
		Sector secundario	+	1	1	2	1	1	1	1	0.4444	0.3333	0.5824	0.3883	ps
		Sector terciario	+	1	1	1	1	1	1	1	0.3333	0.3333	0.4807	0.3205	ps
		PEA	+	1	1	2	0	1	1	1	0.4444	0.2222	0.5322	0.3548	ps
		Niveles de ingreso	+	1	1	2	1	1	0	1	0.4444	0.2222	0.5322	0.3548	ms
		PEA	+	1	1	2	1	1	1	1	0.4444	0.3333	0.5824	0.3883	ps
	Economía local	Niveles de ingreso	+	1	1	1	1	1	1	1	0.3333	0.3333	0.4807	0.3205	ps

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL: MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO DENOMINADO "CAMINO A NIVEL 2 EL ROSARIO", MUNICIPIO DE TOPIA, DURANGO

Subsistema	Factor	Componente	Naturaleza de impacto	I	E	D	S	A	C	M	IB	IC	II	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO	CLASE DE SIGNIFICANCIA
		Alumbrado	+	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	ms
	Bienestar	Desarrollo Urbano	+	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	ms
		Salud	+	1	1	1	1	1	1	1	0.3333	0.3333	0.4807	0.3205	ps
		Educación	+	1	1	1	1	1	1	0	0.3333	0.3333	0.4807	0.4807	ms

En la tabla de (valores de impacto obtenidos por factor ambiental y componente ambiental), se presentan los valores, donde se aprecia que el subsistema con mayor valor de impacto negativo es el medio físico, seguido del medio biótico y posteriormente el perceptual. Los factores con mayores valores de impacto negativos son el paisaje, el suelo y la vegetación, sin embargo los principales valores por componente lo tienen la incidencia visual del paisaje, las propiedades físicas del suelo, la cobertura vegetal del área, la abundancia de la fauna y la calidad estética del paisaje. Los valores de impacto positivo se encuentran en el medio socioeconómico, los componentes con mayores valores de impacto positivo son el de la economía local a nivel familiar.

Tabla 98 Valores de impacto obtenidos para factor ambiental y componente ambiental

Subsistema	Factor	Componente	VI/C	VI/F	VI/S
Abiótico	Aire	Calidad	-0.481	-1.163	-4.457
		Visibilidad	-0.320		
		ruido	-0.362		
	Geomorfología	Microrelieve	-0.320	-0.320	
	Hidrologíasuperficial	Calidad	-0.388	-0.777	
		Patrón de drenaje	-0.388		
	Hidrología subterránea	Calidad	-0.388	-0.813	
		Procesos de recarga	-0.425		
	Suelos	Propiedades físicas	-0.320	-1.384	
		Propiedades químicas	-0.481		
		Procesos de erosión – sedimentación	-0.582		
Biótico	Vegetación	Cobertura	-0.388	-1.097	-3.025
		Diversidad	-0.320		
		Especies en estatus	-0.388		
	Fauna	Abundancia	-0.532	-1.928	
		Distribución	-0.425		
		Diversidad	-0.388		
		Especies en estatus	-0.582		
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	-0.320	-1.634	-1.634
		Calidad estética	-0.676		
		Fragilidad estética	-0.637		

Subsistema	Factor	Componente	VI/C	VI/F	VI/S
Socioeconómico	Economía regional	Sector primario	0.481	1.899	3.409
		Sector secundario	0.388		
		Sector terciario	0.320		
		PEA	0.355		
		Niveles de ingreso	0.355		
	Economía local	PEA	0.388	0.709	
		Niveles de ingreso	0.320		
		Bienestar	Alumbrado		
	Desarrollo Urbano		0.000		
	Salud		0.320		
Educación	0.481				
TOTAL			-5.706	-5.706	-5.706

VI / C: VALORES DE IMPACTO POR COMPONENTE

VI / F: VALORES DE IMPACTO POR FACTOR

VI / S: VALORES DE IMPACTO POR SISTEMA

Ponderación relativa de los factores ambientales.

Siguiendo la metodología propuesta, se realizó una matriz, posterior a la fase de inventario y diagnóstico, para valorar de manera relativa la importancia de los componentes ambientales en términos del bienestar de los pobladores del área de influencia del proyecto. Los resultados de dicha valoración se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 99 Ponderación relativa de los factores ambientales (1000 Ua).

Subsistema	Factor	Componente	Ua/C	Ua/F	Ua/S
Abiótico	Aire	Calidad	480.75	1163	4457
		Visibilidad	320.50		
		Ruido	362.11		
	Geomorfología	Microrelieve	320.50	320	
	Hidrologíasuperficial	Calidad	388.26	777	
		Patrón de drenaje	388.26		
	Hidrología subterránea	Calidad	388.26	813	
		Procesos de recarga	424.87		
	Suelos	Propiedades físicas	320.50	1384	
		Propiedades químicas	480.75		
Procesos de erosión – sedimentación		582.39			
Biótico	Vegetación	Cobertura	388.26	1097	3025
		Diversidad	320.50		
		Especies en estatus	388.26		
	Fauna	Abundancia	532.21	1928	

Subsistema	Factor	Componente	Ua/C	Ua/F	Ua/S
		Distribución	424.87		
		Diversidad	388.26		
		Especies en estatus	582.39		
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	320.50	1634	1634
		Calidad estética	675.80		
		Fragilidad estética	637.30		
Socioeconómico	Economía regional	Sector primario	480.75	1899	3409
		Sector secundario	388.26		
		Sector terciario	320.50		
		PEA	354.80		
		Niveles de ingreso	354.80		
	Economía local	PEA	388.26	709	
		Niveles de ingreso	320.50		
	Bienestar	Alumbrado	0.00	801	
		Desarrollo Urbano	0.00		
		Salud	320.50		
Educación		480.75			
TOTAL	12118	12118	12525		

Ua / F: UNIDADES AMBIENTALES POR FACTOR

Ua / S: UNIDADES AMBIENTALES POR SISTEMA

Evaluación de los impactos ambientales

Obtención del impacto ambiental por factor ambiental e impacto global en unidades ambientales.

Los valores de impacto global, en unidades ambientales (UA), para cada componente ambiental se obtuvieron como el producto del valor de impacto y su ponderación de importancia (en unidades ambientales).

En el análisis del medio físico se observa que los factores ambientales más impactados de manera negativa son:

SUELO: -7.137

PAISAJE: -8.167

VEGETACIÓN: -5.164

Tabla 100 Análisis del Medio

Subsistema	Factor	Componente	V.I	C.A	I.U.A	I.U.A/F	I.U.A/SB	I.G.
Abiótico	Aire	Calidad	-0.48075	4	-1.922999	-5.057163	-20.75226	30.33307
		Visibilidad	-0.3205	3	-0.9615			
		Confort sonoro	-0.362111	6	-2.172664			

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL: MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO DENOMINADO "CAMINO A NIVEL 2 EL ROSARIO", MUNICIPIO DE TOPIA, DURANGO

Subsistema	Factor	Componente	V.I	C.A	I.U.A	I.U.A/F	I.U.A/SB	I.G.
	Geomorfología	Microrelieve	-0.3205	3	-0.9615	-0.9615		
	Hidrología superficial	Calidad	-0.388258	5	-1.94129	-3.494322		
		Patrón de drenaje	-0.388258	4	-1.553032			
	Hidrología subterránea	Calidad	-0.388258	4	-1.553032	-4.102227		
		Procesos de recarga	-0.424866	6	-2.549195			
	Suelos	Propiedades físicas	-0.3205	6	-1.922999	-7.137046		
		Propiedades químicas	-0.48075	6	-2.884499			
		Procesos de erosión – sedimentación	-0.582387	4	-2.329548			
	Biótico	Vegetación	Cobertura	-0.388258	6	-2.329548		
Diversidad			-0.3205	4	-1.282			
Especies en estatus			-0.388258	4	-1.553032			
Fauna		Abundancia	-0.532207	4	-2.128826	-6.703617		
		Distribución	-0.424866	3	-1.274597			
		Diversidad	-0.388258	4	-1.553032			
		Especies en estatus	-0.582387	3	-1.747161			
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	-0.3205	5	-1.6025	-8.167994	-8.167994	
		Calidad estética	-0.6758	5	-3.379001			
		Fragilidad estética	-0.637299	5	-3.186494			
Socioeconómico	Economía regional	Sector primario	0.4807499	4	1.9229994	6.1780995	10.455381	
		Sector secundario	0.388258	3	1.164774			
		Sector terciario	0.3204999	3	0.9614997			
		PEA	0.3548044	3	1.0644132			
		Niveles de ingreso	0.3548044	3	1.0644132			
	Economía local	PEA	0.388258	4	1.5530319	2.8350316		
		Niveles de ingreso	0.3204999	4	1.2819996			
	Bienestar	Alumbrado	0	0	0	1.4422496		
		Desarrollo Urbano	0	0	0			
Salud		0.3204999	3	0.9614997				
Educación		0.4807499	1	0.4807499				

V. I.: Valor de Impacto

I. U. A.: Impacto en U.A.*

C. A.: Calidad ambiental

I. U. A. / F: Impacto U.A./Factor

I. U.A./SB: Impacto Ambiental /Subsistema

I.G: Impacto Ambiental Global

Los resultados obtenidos de acuerdo a cada subsistema ambiental analizado se presentan a continuación:

La evaluación de impacto ambiental señala que los impactos negativos más visibles son los que se realizan a los factores suelo, vegetación, paisaje y aire, siendo la mayoría de sus efectos de carácter temporal. Los efectos permanentes en el suelo, provocados principalmente por la apertura del camino, y mitigados en la medida que se permita la restauración de los suelos. Los efectos en el subsistema perceptual (paisaje, afectando principalmente los valores de fragilidad visual y la incidencia visual.

Los efectos benéficos están relacionados en primera instancia con la contratación de mano de obra en la etapa de apertura, que traerá beneficio a la economía local, y a los niveles de bienestar.

El impacto global resultante de considerar todos los efectos del proyecto de una manera integral en el sistema ambiental, es de un balance negativo de -30.333 U.A. de las 1000

U.A. distribuidas en todo el sistema; por tanto, equivale a un efecto del 3.033 % de impacto global que puede considerarse no significativo en relación a los beneficios sociales y económicos que promoverá.

Por lo anterior se considera que el proyecto es socialmente útil y ecológicamente aceptable.

Medidas y acciones para la prevención y mitigación de los impactos ambientales.

En este apartado se presentan las principales medidas de mitigación, dentro de dos categorías: las contempladas hasta el momento y aquellas recomendadas para su consideración dentro de los aspectos operacionales del proyecto.

Medidas de mitigación contempladas.

Empleo de la infraestructura vial existente, ya que presenta las condiciones de para el tránsito de los animales de carga a ser empleados en el transporte de la maquinaria.

Los materiales removidos (roca, ripio, tierra y material vegetal no susceptible de aprovechamiento), serán depositados en sitios afectados por las actividades dentro del polígono donde se está solicitando el establecimiento del proyecto. La reforestación que se realice en las áreas afectadas, deberá contrarrestar el impacto por deforestación de forma gradual.

La restauración y reforestación en áreas aledañas y que presenten degradación, elevarán la calidad ambiental de la región.

El manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos y no peligrosos se realizará conforme a la normatividad vigente y con equipo y personal capacitado.

Se establecerá un plan de prevención y atención de contingencias ambientales.

Se realizará una constante y eficiente supervisión a todo el personal que labore en el área del proyecto, para que acaten las medidas de prevención ambiental establecidas.

Se prohíbe cualquier actividad que atente contra las políticas de conservación ambiental establecidas en este documento y en los que la autoridad competente dicte.

Todos los residuos producto del proyecto serán removidos del área y dispuestos de manera apropiada en los sitios autorizados por la autoridad competente.

Todos los suelos que hayan sido contaminados por derrames accidentales de combustible, grasas y aditivos, se recuperarán y serán dispuestos en los sitios autorizados.

Consideraciones sugeridas como medidas de mitigación adicionales:

Las rutas de acceso deben ser localizadas en los sitios donde se considere que ocasionarán el menor disturbio ambiental.

Los residuos del proyecto no deben tener contacto con los cuerpos de agua, se recomienda el empleo de circuitos cerrados y aislados de escurrimientos de agua.

En el caso extremo de que se requiera mantenimiento correctivo de la maquinaria, éste deberá ser realizado a una distancia mínima de 100 m de cualquier cuerpo de agua.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

Identificación de impactos adversos

En este punto se pretende diseñar un programa de ejecución o aplicación de medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, restaurar, mitigar y/o compensar los impactos derivados de la implementación del proyecto.

Para la presentación de las medidas de mitigación, se determinó considerar la agrupación de acuerdo con el factor ambiental, los propósitos de la medida, la temporalidad y el orden cronológico de aplicación se señalan en el cronograma.

Medidas preventivas.

Este tipo de medidas tiene como finalidad, anticiparse a los posibles impactos que pudieran originarse por la realización de las actividades en las diferentes etapas del proyecto. Aquí se indican las consideraciones ambientales desde la localización y ubicación, hasta su forma de ejecución a fin de evitar o en su caso disminuir los impactos ambientales provocados. Con la premisa de que es mejor prevenir que corregir.

Medidas de mitigación.

Aquí se pretende amortiguar o disminuir los impactos adversos ocasionados por el proyecto y los impactos que por lo general requieren de este tipo de medidas son aquellos que inevitablemente se generan, el caso específico de la vegetación y el suelo, originado por el movimiento de materiales y vegetación, ya que habrá despalmes de terreno.

De ninguna manera se pretende que el listado que se presenta a continuación sea precisamente la lista de las medidas de prevención y mitigación de impactos presentes en el proyecto; sin embargo, se cree conveniente que sea considerada como una relación de buenas prácticas que lleven a la conservación del equilibrio ecológico ambiental.

Tabla 101 Actividades del área del proyecto que generan impactos sobre los factores ambientales

Factor ambiental	Etapas y actividad del proyecto	Impacto generado
Agua	Derribo, Extracción y control de desperdicios	• Aumento de los escurrimientos superficiales al reducirse el área de interceptación de las gotas de lluvia. • Aumento de caudales, aguas abajo a consecuencia de la reducción de la infiltración. • Aumento de la carga de sedimentos en las corrientes de agua. • Reducción de la infiltración en 6,283.11 m³ de agua. • Aumento de los sólidos orgánicos en suspensión.

Factor ambiental	Etapas y actividades del proyecto	Impacto generado
Suelo	Derribo y extracción	• Aporte de materia orgánica al suelo por el derribo de la cubierta vegetal. • Reducción de la microflora y la microfauna por exposición completa de la luz solar. • Aumento de la temperatura del suelo. • Aumento de la erosión laminar y eólica al incrementarse los escurrimientos superficiales, se causará una erosión de 7,582.467 toneladas/año. • Aumento substancial de ácidos orgánicos en el suelo. • Contaminación de suelo y agua por hidrocarburos. • Contaminación de suelo (resinas, fenoles y ácidos orgánicos).
Flora	Derribo, Extracción y control de desperdicios	• Daños físicos a los árboles y arbustos aledaños al área autorizada. • Reducción de la diversidad genética. • Reducción de valor recreativo y escénico del área. • Aumenta el riesgo de incendios al aumentar el material combustible. • Reducción en la biodiversidad y estructura.
Fauna	Derribo, Extracción y control de desperdicios	• Eliminación de árboles y arbustos que son refugio de animales. • Eliminación de fuentes de alimentación para la fauna. • Desplazamiento temporal de la fauna a otras áreas. • Daños a sitios de reproducción de la fauna (nidos y madrigueras). • Muerte directa de animales. • Obstrucción de entradas a madrigueras. • El ruido ocasionado por la maquinaria, vehículos y la gente provocará que la fauna se oculte en sus madrigueras o bien que temporalmente se aleje del área.

VI.2 IMPACTOS RESIDUALES

Medidas ambientales consideradas para disminuir efectos negativos del proyecto a los recursos forestales Medidas de prevención y mitigación a considerar para garantizar que no se compromete la biodiversidad

Flora

- En la totalidad de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo, previo al desmonte, se harán recorridos para identificar los ejemplares de flora que puedan ser rescatados, para su posterior reubicación en una zona que presente condiciones similares tanto físicas como bióticas a las originales.
- Durante el desmonte, el derribo de la vegetación forestal se realizará de forma gradual utilizando medios mecánicos y manuales, como machete, hacha, pala, talacho y motosierra, y se irá avanzando paulatinamente en la remoción, de tal manera que, tras el frente de trabajo, el terreno quedará libre de vegetación forestal para dar paso a las

actividades de preparación del sitio y construcción, así hasta concluir la remoción total de la superficie de construcción del proyecto, que en este caso corresponde al área de la superficie de rodamiento, el resto de la superficie no se pretende eliminar la vegetación, se dejará en el sitio con la finalidad de que sea un elemento más que permita la estabilización de los terrenos. En ningún caso se hará uso de fuego o productos químicos para realizar la remoción de la vegetación forestal.

- No se permitirán fogatas y quemas en el área del proyecto, con la finalidad de evitar la ocurrencia de accidentes asociados a la pérdida y deterioro de ambientes para flora.
- Se realizará mantenimiento post-reubicación: deshierbe, podas, riegos, etc.
- Capacitación e instrucción al personal de temas clave del medio ambiente, será dirigida a desarrollar conciencia sobre la importancia de conservar la vegetación.
- Delimitación de las áreas de trabajo y tránsito de personal.
- Solo se realizarán maniobras dentro de la superficie de cambio de uso del suelo para evitar daños a la vegetación circundante.

Para no comprometer la biodiversidad se ha propuesto principalmente el programa de rescate y reubicación de flora.

Fauna

- Las especies de fauna que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 serán reubicadas conforme se avance en el proyecto.
- Se llevará a cabo una capacitación al personal de temas del medio ambiente de modo que se pueda crear conciencia en el cuidado y protección de la fauna.
- Se ejecutarán actividades de ahuyentamiento de manera permanente durante todas las actividades de cambio de uso del suelo, con la finalidad de no causarles daños a los individuos de lento desplazamiento.
- Se llevará a cabo la búsqueda minuciosa de madrigueras, por lo menos una semana antes de iniciar cualquier actividad de extracción, para tener la seguridad de que no se encuentran individuos de ninguna especie dentro del área.
- Prohibir el ingreso de fauna exótica a las áreas de influencia del proyecto, a través de letreros y restricciones a los trabajadores, para evitar cualquier competencia que se pueda generar con la fauna nativa.
- Se evitarán y en todo caso prohibirán las actividades nocturnas.
- Quedará totalmente prohibida la captura y/o caza de animales silvestres, además de tener animales domésticos, por parte de los trabajadores.
- Establecimiento de señalamientos fijos que muestren las velocidades máximas permitidas en la zona.

Para no comprometer la biodiversidad en lo que se refiere a la fauna se ha propuesto el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.

Medidas de prevención y mitigación a considerar para demostrar que no se provocará la erosión de los suelos

- Troceado y distribución de los residuos no aprovechables de la vegetación para que se reintegren al suelo y a su vez lo protejan de la erosión hídrica y eólica.
- Proteger el suelo con una base de plástico o de concreto al momento de hacer carga de combustible, para evitar que los derrames accidentales de combustibles o aceites se infiltren.
- No se acumulará material al lado de los caminos; éste se esparcirá en áreas aledañas de manera tal de no dejar montículos, evitando así el escurrimiento por lluvias y el posterior aplaste de la vegetación.
- Evitar la disposición sobre el suelo de los residuos orgánicos producto de la ingesta y desechos de los trabajadores colocando tambos de basura.
- Se colocarán contenedores para el almacenamiento de los residuos, para su posterior traslado al lugar más óptimo.
- Para disminuir el riesgo de contaminación al suelo, se contratará una empresa que se encargue de la disposición de los residuos, con la finalidad de dar un manejo adecuado.
- En los sitios en los que se detecte cualquier indicio de erosión, se aprovecharán los materiales que se extraerán producto del cambio de uso de suelo, principalmente los arbustos, para construir barreras de estos materiales que impidan el arrastre de partículas por efecto del agua de lluvia y viento, facilitando así la retención de los mismos en el sitio.
- Colocación de baños portátiles para uso de los trabajadores.
- Se construirán obras de conservación de suelo para reducir la velocidad del agua, reduciendo así los efectos adversos del agua corriente sobre la capa superficial del suelo expuesta.
- Circulación de los camiones y la maquinaria sólo por la superficie autorizada para cambio de uso de suelo y caminos existentes.

Para cumplir enteramente con el precepto que indica que no se provocará la erosión de los suelos y tomando en cuenta los resultados obtenidos de los cálculos para la pérdida de suelo por acción del viento y el agua.

Tabla 102 Suma de erosión hídrica y eólica en el área del proyecto

Tipo de erosión	Perdida de suelo toneladas
Erosión hídrica	7,540.971
Erosión eólica	41.496
Total	7,582.467

Con el propósito de retener las **7,582.467 toneladas de suelo** que se perderían en un año por acción de procesos de erosión hídrica y eólica, se realizará el acomodo de material vegetativo muerto, de acuerdo con los resultados de la evaluación técnica de los apoyos de Suelos del Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales (PROCOREF, 2011), menciona que por cada hectárea de acomodo de material vegetal muerto se retendrán 427.79 m³, y considerando la densidad aparente del suelo que es de 1.01 g/cm³, se estarían reteniendo 432.07 toneladas/ha.

El acomodo de material muerto consiste en formar cordones a nivel de material vegetal muerto, el cual se obtendrá como resultado de las actividades de desmonte en el área con pretendida ubicación del proyecto. El acomodo de estos materiales proporciona protección al suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural.

Se deben formar cordones o fajinas de material vegetal muerto siguiendo las curvas a nivel en el terreno, es decir, se colocan 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 interceptan los posibles materiales y azolves que se erosionan ladera arriba.

Ahora bien, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) menciona que en una ha son 500 m de **acordonamiento por hectárea**, por lo que para reducir los efectos adversos de la pérdida de suelo por la erosión hídrica y eólica en el área del proyecto, posterior a la realización del cambio de uso de suelo.

Se propone realizar 8,775 metros de acordonamiento de material vegetal muerto representando 17.55 hectáreas de acordonamiento, de esta manera se estará reteniendo el total de suelo, que se estima se perderá por erosión hídrica y eólica.

Para el acomodo del material vegetal muerto, los cordones tendrán un espaciamiento de 10 m entre cada uno, de esta manera el material para su construcción sólo se arrastra 5 m de arriba y abajo del cordón y eso facilita su construcción, se trazará la curva de nivel guía que servirá de base para acordonar el material, se continua con el asentamiento del material al suelo, podando las ramas y seccionando los troncos más grandes, de tal suerte que el cordón no quede más alto de 40 cm, posteriormente, se acordona el material restante en franjas paralelas a la curva de nivel guía, de acuerdo con la distancia previamente establecida, la longitud máxima de los cordones es de 50 m y a esta distancia se debe seccionar de 3 a 4 m (es decir, dejar sin material acordonado 3 o 4 m) y continuar con la otra sección. El ancho y alto de la faja debe ser menor a 40 cm.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan las coordenadas de ubicación del polígono donde se propone la ejecución de las obras, cuyo objetivo será retener el suelo y reducir los efectos de la erosión eólica e hídrica.

Tabla 103 Coordenadas de ubicación del polígono donde se harán las franjas de material vegetal muerto (WGS84, UTM R 13)

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	343379.74	2787525.99	41	343528.73	2787172.38
2	343395.12	2787512.37	42	343522.12	2787180.31
3	343475.81	2787450.19	43	343514.18	2787189.57
4	343601.49	2787419.76	44	343507.56	2787197.51
5	343670.28	2787459.45	45	343500.95	2787208.09
6	343757.60	2787467.39	46	343495.66	2787217.35
7	343788.02	2787429.02	47	343493.01	2787227.94
8	343840.20	2787432.23	48	343487.72	2787237.20
9	343860.78	2787376.10	49	343481.11	2787247.78
10	343915.02	2787217.35	50	343474.49	2787257.04
11	343930.25	2787082.50	51	343465.23	2787263.66
12	343896.50	2787078.45	52	343457.29	2787270.27
13	343850.20	2787077.13	53	343448.03	2787275.56
14	343818.45	2787077.13	54	343438.77	2787280.85
15	343798.61	2787077.13	55	343428.19	2787280.85
16	343786.70	2787079.77	56	343417.61	2787278.21
17	343776.12	2787085.06	57	343407.02	2787275.56
18	343766.86	2787089.03	58	343396.44	2787271.59
19	343756.27	2787094.32	59	343380.56	2787266.30
20	343745.69	2787099.61	60	343368.66	2787263.66
21	343733.78	2787102.26	61	343358.07	2787263.66
22	343723.20	2787104.91	62	343348.81	2787267.63
23	343711.29	2787107.55	63	343343.52	2787276.89
24	343699.39	2787108.88	64	343338.23	2787286.15
25	343687.48	2787110.20	65	343331.62	2787296.73
26	343676.90	2787110.20	66	343323.68	2787304.67
27	343664.99	2787112.84	67	343313.10	2787309.96
28	343653.09	2787114.17	68	343305.16	2787319.22
29	343642.50	2787114.17	69	343298.54	2787327.16
30	343631.92	2787118.14	70	343294.57	2787336.42
31	343622.66	2787122.10	71	343290.61	2787345.68
32	343613.40	2787126.07	72	343286.64	2787354.94
33	343602.81	2787130.04	73	343283.99	2787365.52
34	343592.23	2787134.01	74	343278.70	2787374.78
35	343580.32	2787137.98	75	343274.73	2787385.37
36	343569.74	2787139.30	76	343314.42	2787491.20
37	343559.16	2787140.63	77	343350.80	2787521.89
38	343548.57	2787143.27	78	343364.15	2787528.95
39	343537.99	2787149.89	79	343379.74	2787525.99

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
40	343532.70	2787159.15			

Medidas de prevención y mitigación a considerar para demostrar que no se ocasionará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación

Considerando que al remover vegetación se provoca una menor captación de agua, a continuación, se presenta una serie de medidas que se aplicarán a fin de prevenir o reducir los efectos adversos que pudiera generar el proyecto.

- Acomodo de los desperdicios en sentido perpendicular a la pendiente productos del derribo de la vegetación en 8,775 m (minimiza el aumento de la velocidad de los escurrimientos permitiendo su infiltración y retiene los sólidos),
- Construcción de obras de drenaje menor a fin de mantener el curso natural de los escurrimientos superficiales presentes en el área del proyecto,
- Evitar derramar residuos líquidos y sólidos sobre cuerpos de agua y escurrimientos superficiales,
- Tener control sobre los residuos que se genere, los residuos inorgánicos deberán ser acumulados y depositados en lugares apropiados.
- Recolección de latería y material inorgánico, con el fin de evitar derrames de líquidos hacia el subsuelo por procesos de lixiviación dañando los mantos acuíferos,
- Los residuos líquidos como son aceites, solventes, sustancias tóxicas y grasas generadas en las diferentes etapas de la obra, no se deberán derramar en el suelo, ni ser vertidos en los cuerpos de agua, para esto se considera la instalación de depósitos temporales de residuos peligrosos, mismos que serán manejados por una empresa especializada en el ramo y debidamente autorizada.
- Establecer un programa de limpieza diario de todo tipo de residuos permanente de la zona del proyecto con el fin de evitar focos de contaminación, para esto se nombrará un encargado, que este permanente en el área del proyecto.
- Para asegurar el cumplimiento de estas medidas se realizarán pláticas de concientización durante el periodo de las actividades del proyecto.
- Reforestación y/o enriquecimiento, en una superficie de 17.55 ha con lo cual se pretende recuperar 21,279.05 m³ de agua, de los 9,041.99 m³ de agua estimados que se dejarían de infiltrar

La reforestación se realizará en temporada más cercana de lluvias, será necesario una brigada de 10 personas para realizar la reforestación en un tiempo máximo de un mes y para asegurar la sobrevivencia se le dará un seguimiento por cinco años.

Una vez dicho lo anterior, a continuación, se presenta la descripción de las principales medidas que se implementarán que permitirán garantizar la permanencia del curso natural de los escurrimientos intermitentes presentes en el área del proyecto; y que no se ocasionará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

Acciones de reforestación

A fin de reducir los efectos adversos sobre la captación de agua que generará el proyecto, se proponen acciones de reforestación dentro de un polígono cuya superficie es de 17.55 ha.

Cabe señalar que el polígono propuesto para llevar a cabo las acciones de reforestación se encuentra aledaño al área del proyecto, con lo cual se garantiza que se puede establecer el mismo tipo de vegetación que se afecta.

En la tabla 104 se presentan las coordenadas de ubicación del polígono propuesto para la implementación de las acciones de reforestación.

Se realizó el cálculo de la pérdida de infiltración de agua que se provocará con la instauración del proyecto, resumiendo en la tabla 104 los resultados obtenidos.

Tabla 104 Resumen del balance hídrico en el área del proyecto

	Calculo con Vegetación (m³)	Calculo sin Vegetación (m³)
Precipitación	57,583.98	57,583.98
Evapotranspiración	37,684.73	37,684.73
Escurrimiento	4,922.89	11,206.01
Infiltración	14,976.36	8,693.24

Se hace la resta de la infiltración con vegetación a la obtenida sin vegetación y se obtiene el volumen de agua que deja de infiltrarse, en este caso son 6,283.11 m³.

Con el propósito de recuperar los **6,283.11 m³** de agua que se dejarían de captar con la realización del proyecto, se realizará una reforestación de una superficie de 17.55 ha.

Tabla 105 Balance hídrico con reforestación

Concepto	Valor actual de la superficie de Reforestación m³	Valor de la Reforestación proyectada m³
Precipitación	192,858.71	192,858.71
Evapotranspiración	126,212.68	126,212.68
Volumen de escurrimiento	27,009.24	5,730.19
Infiltración	39,636.79	60,915.84

De acuerdo con los resultados antes expuestos, se recuperarán **21,279.05 m³** de agua, reduciendo así la velocidad de escurrimiento y propiciando su infiltración, además de proporcionar protección al suelo, evitando la erosión hídrica favoreciendo la regeneración natural.

Cabe agregar que para la ejecución de las acciones de reforestación se determinó utilizar las especies *Quercus magnoliifolia* y *Acacia farnesiana*, con el propósito de no afectar la estructura y densidad de sus poblaciones.

Acciones para mantener optima la calidad del agua

Como fue mencionado en secciones anteriores, para prevenir posibles afectaciones a la hidrología superficial presente en el área del proyecto por la disminución de la calidad del agua derivado de la generación de residuos, el personal que labore en la obra recibirá capacitación referente al correcto manejo de los residuos que se generarán durante el desarrollo del proyecto.

Durante las diferentes etapas del Proyecto serán generados diversos residuos sólidos urbanos (RSU), de manejo especial (RME) y peligrosos (RP); por tanto, es indispensable que los trabajadores de la obra conozcan los tipos de residuos a generar:

- **RSU:**
 - **Orgánicos:** residuos de vegetación, residuos de comida,
 - **Inorgánicos:** papel, cartón, vidrio, plástico, madera.
- **RME:** lámina de fierro, metal, cables, varillas, estructuras de acero, aluminio, desperdicios de construcción, y
- **RP:** combustibles, grasas y aceites usados, baterías de automotores y vehículos, pinturas, grasas y aceites, recipientes y estopas impregnados de lubricantes.

Para la clasificación de residuos se utilizará una serie de iconografías o pictografías que faciliten su reconocimiento y posterior separación, razón por la cual se sugiere colocarlos en la parte frontal superior de los contenedores o recipientes. En el caso de residuos sólidos urbanos se colocarán los iconos señalados en la Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015).

De esta forma los residuos de tipo peligroso se identificarán de acuerdo con las características CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y/o biológico infeccioso). Lo anterior de acuerdo con los artículos 35, 36, 37, 38, 39, 40 y 41 del RLGPGR, y con lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005. Es importante resaltar que, durante la ejecución del cambio de uso de suelo no se generarán residuos biológicos infecciosos.

Los distintos residuos que se generen durante el desarrollo del Proyecto serán acopiados dentro de contenedores, cuya capacidad máxima no deberá exceder los 200 l, estos deberán ser identificados de acuerdo con la iconografía (figura 43) propuesta en la Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral (SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015), para evitar la mezcla de los distintos residuos.



Figura 43 Iconografía a utilizar para la identificación de los residuos

Cabe mencionar que los diferentes tipos de residuos que se generen durante el desarrollo del Proyecto serán depositados en sus respectivos contenedores, sin exceder el 80% de la capacidad de estos, lo cual permitirá prevenir posibles derrames de los residuos.

Los residuos que se hayan generado durante las distintas obras y actividades serán acopiados de forma momentánea en áreas previamente acondicionadas para ello, y serán enviados al almacén correspondiente. La recolección de los residuos será vía terrestre, tres veces por semana; por lo que el supervisor ambiental deberá inspeccionar lo siguiente:

- El personal que haga la recolección deberá contar con el EPP necesario para realizar dicha actividad,
- Registrar la generación de los residuos en la bitácora,
- Los recipientes donde estén contenidos los residuos deberán estar tapados, con su respectivo código de identificación; así mismo se inspeccionará que no presenten fugas o derrames,
- Las unidades de transporte que realicen la colecta de los residuos se deberán encontrar equipados, protegidos y sean seguros,
- Se respetará la capacidad de volumen y peso de la unidad de transporte,

- No se efectuarán paradas no autorizadas o injustificadas,
- Las unidades que transporten los residuos estarán cubiertas con lona u otro material para evitar que durante las lluvias los residuos entren en contacto con el agua,
- Dentro de las responsabilidades del contratista se encuentran: contar con todas las licencias y permisos autorizados para el transporte de los residuos.

Para llevar a cabo el transporte y la disposición final de los RSU y RME, el personal encargado contactará al municipio para solicitar el servicio de recolección de basura, o en su defecto solicitará a una empresa que realice el servicio de disposición de los residuos en sitios cercanos y autorizados que cuenten con los permisos vigentes y aplicables.

La disposición final de los RP, será a través de una empresa especializada en la materia; que cumpla con todos los permisos vigentes y aplicables que señale la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, y la Secretaria de Comunicaciones y Transportes. En este sentido, antes de que la empresa contratista preste el servicio de transporte y disposición final de los RP, el Supervisor Ambiental deberá:

- Verificar que las unidades de transporte cuenten con las características adecuadas para transportar los RP,
- Verificar que el personal esté capacitado para la recolección y transporte de los RP,
- Verificar que la empresa contratista cuente con un plan de contingencias y con el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes,
- Verificar que los RP estén debidamente etiquetados e identificados y, en su caso envasados y embalados,
- Solicitar el original de manifiesto correspondiente al volumen de RP que vayan a transportarse, así mismo deberá firmarlo y guardar el original y dos copias que del mismo le corresponden: una copia será conservada para su archivo; mientras que el original y otra copia se entregará al destinatario en el momento que se entreguen los RP para su tratamiento o disposición final,
- Verificar que se devuelva el original del manifiesto debidamente firmado por el destinatario.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

En este punto se describe el pronóstico ambiental para la zona donde pretende desarrollarse el proyecto CAMINO A NIVEL 2 EL ROSARIO", tomando en cuenta la situación actual del Sistema Ambiental, los impactos positivos y adversos de la inserción en el sitio del proyecto propuesto, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación presentadas en el Capítulo anterior así como los impactos residuales del proyecto.

Los cambios ocasionados por el proyecto *CAMINO A NIVEL 2 EL ROSARIO* al ambiente, incluyen por una parte efectos adversos, como son remoción de cobertura vegetal, pérdida de hábitat de fauna, emisiones de polvos, modificaciones a la geomorfología, etc. y por otro lado el proyecto se convertirá en un agente promotor para que continúe el desarrollo industrial de la Planta de Beneficio, que generará también beneficios a las localidades cercanas.

A continuación se describen las posibles características de cada uno de los componentes ambientales del sitio y el área de influencia, una vez construida la *CAMINO A NIVEL 2 EL ROSARIO*.

Componente abiótico

Atmósfera

Durante las etapas de Preparación y Construcción del proyecto se producirán cambios en la calidad del aire debido al aumento de emisiones a la atmósfera ocasionado por el movimiento de tierras y el tránsito de maquinaria y vehículos.

A pesar de que en la etapa de Operación se espera que las emisiones de polvos sean menores a las actuales, la calidad del aire será afectada por las emisiones del tráfico vehicular hacia y desde el sitio. Las emisiones de combustión de mayor importancia serán óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos suspendidos en el aire, óxidos de azufre (SOx) y óxidos de carbono (COx).

El ruido emitido resultará en niveles más altos que los actualmente existentes en el sitio. El transporte de materiales y equipo, así como la operación de equipo utilizado durante la construcción y operación resultará en un incremento temporal en los niveles de ruido local. Los niveles máximos estimados de ruido generados por el tipo de maquinaria a ser utilizada en la construcción y operación no serán mayores de 90 dBA (a una distancia de 10 metros del equipo). El ruido se desvanecerá conforme mayor sea la distancia con respecto del punto de emisión; esto principalmente por barreras de ruido naturales y artificiales, como lo son las construcciones, la cobertura vegetal, lomas y/o desniveles del terreno.

Geomorfología

Por tratarse de un proyecto desarrollado completamente en superficie; se esperan modificaciones a la calidad de este factor. La Operación de la *CAMINO A NIVEL 2 EL ROSARIO* alterará significativamente las características topográficas del sitio, por la conformación de taludes.

Suelos

El recurso suelo en el sitio es un factor vulnerable debido a que será alterado por la eliminación de la cobertura vegetal y por la perturbación indirecta sobre el mismo, como consecuencia de las actividades de la apertura del camino y desde luego el tránsito vehicular en el camino de acceso.

Una vez concluidas las obras de construcción en su totalidad, la erosión deberá ser controlada y minimizada.

Hidrología superficial

El proyecto pretende la conservación del patrón natural de flujo de los escurrimientos superficiales, en la etapa de operación. Es de esperarse también que la construcción produzca algún grado de sedimentación en las escorrentías intermitentes de agua, como resultado de la suspensión y transporte de partículas de suelo.

Agua Subterránea

El proyecto no contempla la extracción de agua subterránea, por lo que no ocasionará cambios sobre el acuífero profundo. Debido a que las características geohidrológicas del sitio la operación de las actividades del proyecto suponen un aumento en la propensión a disminuir la calidad del agua subterránea.

Lo anterior se deriva de que en caso de ocurrir un accidente, como un derrame, los contaminantes podrían llegar al acuífero. Cabe mencionar que el proyecto buscará desarrollar un coeficiente de permeabilidad muy bajo en las superficies donde se desarrolle el proyecto.

Componente biótico

Vegetación

El desmonte provocará la pérdida de cobertura vegetal. Las modificaciones del escenario vegetal se derivan del impacto de las actividades de desmonte. Se considera una pérdida de vegetación de 1.5416 Ha.

Fauna

La presencia humana y las actividades agropecuarias y mineras en la zona ya han ocasionado la alteración de la calidad de la fauna, pérdida del hábitat natural y alejamiento de la fauna silvestre al aumentar los niveles de ruido e iluminación.

La modificación del escenario faunístico de la zona se relaciona también con la pérdida de la vegetación ocasionada por el desmonte y su afectación en el hábitat de la fauna terrestre, agregado a la presencia humana.

El proyecto intensificará el alejamiento de Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos, proceso que ha ocurrido desde hace mucho tiempo con las actividades humanas desarrolladas en la zona. Actualmente las especies presentes en el sitio han logrado adaptarse o tolerar la presencia del humano; por lo que las actividades del proyecto solo representan un aumento en el grado de ahuyentamiento actual.

Componente perceptual

Paisaje

El paisaje será modificado, ya que el proyecto implica cambios en la topografía principalmente por la conformación de taludes durante la operación del camino.

Las afectaciones serán más evidentes en las porciones que requieren cortes y terraplenes. Las obras implican cambios significativos pero puntuales en la topografía. No se consideran dichas modificaciones como prominentes o como factor de desequilibrio, dadas las condiciones actuales de los alrededores donde se observan obras mineras existentes.

Componente socio-económico

Social

El impacto de la construcción ocurrirá en el corto plazo para todos los contratistas y actores económicos de la zona del proyecto, cuyas actividades socio-económicas cotidianas serían impulsadas de manera positiva. La influencia se limitará a la gente involucrada en actividades dentro de la zona del proyecto.

Económico

El Proyecto CAMINO A NIVEL 2 EL ROSARIO" requerirá de mano de obra para la fase de construcción y operación. La mano de obra requerida será de preferencia local, aprovechando la disponibilidad de recursos humanos cercanos

VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El programa que a continuación se presenta, detalla la observancia de las medidas propuestas para atenuar las afectaciones que la puesta en marcha del proyecto ocasionará.

Cabe mencionar que algunas medidas son redundantes, sin embargo, se especifica el componente que se pretende prevenir, mitigar, restaurar y/o compensar de los impactos que se generen.

En base al estado histórico que guarda el área del proyecto, en relación al nivel de impacto ocasionado por el hombre y a los impactos que ocasionará el proyecto, se puede ultimar que la puesta en marcha de la obra no es un factor crítico que altere de manera considerable la naturaleza imperante del estado cero del área; por lo que las medidas de mitigación propuestas y descritas se presentan a continuación en los siguientes cuadros, así como también los cronogramas de actividad y etapas del proyecto.

VII.2.1. Programa de vigilancia ambiental calendarizado

Tabla 106 Componente ambiental de la media A1.

COMPONENTE AMBIENTAL	
Suelo (A)	Descripción
Medida A1	El equipo y vehículos que se utilizan durante el proceso constructivo se mantendrán en buenas condiciones para la cual se enviarán a mantenimiento preventivo cumpliendo estrictamente con el programa de cada unidad. Para lo anterior, se llevará una bitácora de mantenimiento de maquinaria y de vehículos
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Prevenir la contaminación del suelo cuando se realicen reparaciones y suministro de combustible en el área del proyecto.
Indicador	Suelo libre de rastros de grasas, aceites y lubricantes
Umbral de alerta	Reparación o mantenimiento en áreas que no sean destinadas para estas actividades
Umbral inadmisibles	Suelo contaminado
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Construcción
Medidas de urgencia	Recolección de tierra contaminada para trasladarla a lugares autorizados para su disposición final

Tabla 107 Componente ambiental de la media A2

COMPONENTE AMBIENTAL	
Suelo (A)	Descripción
Medida A2	En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículo o algún equipo en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo con aceites y grasas lubricantes. Todos los residuos que se generen en una situación de este tipo deben ser recogidos y llevados a un sitio autorizado para su depósito y confinamiento
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Manejar adecuadamente los residuos que se generen durante la ejecución del proyecto
Indicador	Área del proyecto libre de residuos
Umbral de alerta	Presencia de residuos
Umbral inadmisibles	Contaminación del área de influencia del proyecto
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Toda el área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Construcción
Medidas de urgencia	Acciones de recolección y manejo adecuado de los residuos generados

Tabla 108 Componente ambiental de la media A3

COMPONENTE AMBIENTAL	
Suelo (A)	Descripción
Medida A3	Enriquecimiento de rodales
Tipo de medida	Mitigación, restauración y compensación
Objetivo	Mitigar y compensar la degradación del suelo por la pérdida de vegetación.
Indicador	Áreas con regeneración de vegetación
Umbral de alerta	Ausencia de vegetación de regeneración
Umbral inadmisible	Caso omiso a esta medida
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Áreas contempladas en la cartografía
Etapas del proyecto	Operación del proyecto (se habrán de realizar las obras en temporadas viables para la supervivencia de la vegetación)
Medidas de urgencia	Reforestación

Tabla 109 Componente ambiental de la media A4

COMPONENTE AMBIENTAL	
Suelo (A)	Descripción
Medida A4	El contratista deberá clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. En caso de que se generen residuos considerados peligrosos, éstos deberán ser manejados conforme a la normativa aplicable en la materia
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar la contaminación del suelo por agentes derivados del petróleo
Indicador	Área del proyecto libre de contaminantes
Umbral de alerta	Manejo inapropiado de insumos de esta naturaleza
Umbral inadmisible	Presencia de suelo contaminado
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Construcción
Medidas de urgencia	Acciones de recolección y saneamiento de suelos contaminados

Tabla 110 Componente ambiental de la media A5

COMPONENTE AMBIENTAL	
Suelo (A)	Descripción
Medida A5	Restauración de suelo
Tipo de medida	Mitigación, restauración y compensación
Objetivo	Mitigar, restaurar y compensar la degradación del suelo por la puesta en marcha del proyecto con acciones de conservación
Indicador	Áreas sin problemas de erosión
Umbral de alerta	Erosión en cárcavas, laminar, deslizamientos, etc.
Umbral inadmisible	Procesos degradantes en el suelo, producto de la falta de atención a la presente medida

COMPONENTE AMBIENTAL	
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Áreas degradadas en la zona de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Operación del proyecto
Medidas de urgencia	Acciones de re-vegetación en áreas degradadas

Tabla 111 Componente ambiental de la media B1

COMPONENTE AMBIENTAL	
Clima (B)	Descripción
Medida B1	Control de emisiones de contaminantes a través de las Normas Oficiales Mexicanas
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Regular la emisión de contaminantes
Indicador	Niveles de contaminación presente en el área del proyecto
Umbral de alerta	Gases contaminantes excesivos
Umbral inadmisible	Afectación del microclima
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Construcción
Medidas de urgencia	Control de contaminantes y ruido en base a la NOM-041- SEMARNAT-2006 y NOM-045- SEMARNAT-2006

Tabla 112 Componente ambiental de la media B2

COMPONENTE AMBIENTAL	
Clima (B)	Descripción
Medida B2	Regulación de la temperatura con presencia de cobertura vegetal
Tipo de medida	Mitigación, restauración, compensación
Objetivo	Realizar enriquecimiento de rodales para ayudar a la regulación de la temperatura
Indicador	Cobertura arbórea
Umbral de alerta	Modificación al microclima
Umbral inadmisible	Áreas con ausencia de árboles
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Operación del proyecto
Medidas de urgencia	Reforestaciones de carácter urgente

Tabla 113 Componente ambiental de la media C1

COMPONENTE AMBIENTAL	
Aire (C)	Descripción
Medida C1	Que el personal cuente con las medidas mínimas de seguridad que señala las normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, como son: NOM-017-/STPS-1993, referente al equipo de protección para los trabajadores en los centros de trabajo, y NOM-011/ STPS - 1993 relacionada con las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo;

COMPONENTE AMBIENTAL	
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar riesgos a la salud de los trabajadores
Indicador	Trabajadores con tapones para oídos
Umbral de alerta	Niveles altos de ruido
Umbral inadmisible	Ausencia de tapones para oídos
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Áreas con ruido considerable
Etapas del proyecto	Construcción
Medidas de urgencia	Dotar de equipo a los trabajadores

Tabla 114 Componente ambiental de la media E1

COMPONENTE AMBIENTAL	
Flora (E)	Descripción
Medida E1	Se deberá conservar la vegetación que esté presente en los márgenes de los cuerpos de agua (arroyos) al menos en una franja de 20 m de ancho, si alguno interfiriera en el funcionamiento se haría poda selectiva
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar el daño a la flora silvestre
Indicador	Impactos en la flora silvestre
Umbral de alerta	Falta de atención a la presente indicación
Umbral inadmisible	Daño o alteración de cualquier tipo a la flora silvestre
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Construcción
Medidas de urgencia	Acciones de mitigación

Tabla 115 Componente ambiental de la media E2

COMPONENTE AMBIENTAL	
Flora (E)	Descripción
Medida E2	Los residuos domésticos e industriales no peligrosos serán colectados, transportados y enviados al basurero municipal o al sitio que indiquen la autoridad local. Los residuos sólidos de tipo doméstico se manejarán por separado de acuerdo a sus características y se transportarán en tambos metálicos o de plástico con tapa. La disposición final de dichos residuos será de acuerdo a lo que señale la legislación vigente aplicable y la autoridad competente. Los residuos industriales no peligrosos se dispondrán de acuerdo con lo que señale la legislación vigente y aplicable y las autoridades competentes. Los materiales que puedan ser reutilizados serán colectados y almacenados temporalmente para su posterior utilización
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar el daño a la flora silvestre
Indicador	Impactos en la flora silvestre
Umbral de alerta	Manejo inadecuado de residuos peligrosos
Umbral inadmisible	Daño a la flora silvestre

COMPONENTE AMBIENTAL	
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapa del proyecto	Construcción
Medidas de urgencia	Implementación de un programa emergente de limpieza

Tabla 116 Componente ambiental de la media E3

COMPONENTE AMBIENTAL	
Flora (E)	Descripción
Medida E2	Enriquecimiento de rodales con especies de la zona
Tipo de medida	Mitigación, restauración, compensación
Objetivo	Compensar el desmonte de flora
Indicador	Presencia de áreas reforestadas
Umbral de alerta	Áreas desmontadas sin seguimiento adecuado
Umbral inadmisible	Degradación del área
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapa del proyecto	Operación del proyecto
Medidas de urgencia	Ejecución emergente de reforestación

Tabla 117 Componente ambiental de la media F1

COMPONENTE AMBIENTAL	
Fauna (F)	Descripción
Medida F1	Indicaciones de conservación de la fauna silvestre a los trabajadores
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar el daño a la fauna silvestre
Indicador	Impactos en la fauna silvestre
Umbral de alerta	Falta de atención a la presente
Umbral inadmisible	Daño a la fauna silvestre de cualquier índole
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapa del proyecto	Construcción
Medidas de urgencia	Acciones de ayuda a la reproducción de especies afectadas

Tabla 118 Componente ambiental de la media F2

COMPONENTE AMBIENTAL	
Fauna (F)	Descripción
Medida F2	Instalación de señalamientos alusivos a la protección de la fauna en el área de influencia del proyecto
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Promover a los trabajadores y pobladores la protección de la fauna

COMPONENTE AMBIENTAL	
Indicador	Presencia de señalamientos
Umbral de alerta	Indicios de afectación a la fauna
Umbral inadmisible	Ausencia de señalamientos
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Operación del proyecto
Medidas de urgencia	Acciones de ayuda a la reproducción de especies afectadas

Tabla 119 Componente ambiental de la media F3

COMPONENTE AMBIENTAL	
Fauna (F)	Descripción
Medida F3	Evitar la fragmentación del hábitat
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Prevenir la fragmentación del hábitat
Indicador	Presencia de nuevos caminos en el área de influencia del proyecto
Umbral de alerta	Falta de atención a la presente
Umbral inadmisible	Desarrollo de caminos alternos
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Construcción
Medidas de urgencia	Acciones de mitigación y restauración

Tabla 120 Componente ambiental de la media F3

COMPONENTE AMBIENTAL	
Fauna (F)	Descripción
Medida F3	Evitar atropellar la fauna
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar dañar la fauna a causa de la circulación de vehículos
Indicador	Fauna atropellada
Umbral de alerta	Vehículos circulando a altas velocidades
Umbral inadmisible	Presencia de indicios de fauna atropellada
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Construcción
Medidas de urgencia	Acciones de ayuda a la reproducción de especies afectadas

Tabla 121 Componente ambiental de la media G1

COMPONENTE AMBIENTAL	
Paisaje (G)	Descripción
Medida G1	Compensación del área del proyecto a través de actividades de reforestación y conservación de suelo
Tipo de medida	Mitigación, compensación
Objetivo	Recuperación del entorno físico a través de la compensación de las áreas impactadas
Indicador	Áreas con cobertura y sin erosión del suelo
Umbral de alerta	Falta de atención a la presente
Umbral inadmisible	Degradación del paisaje
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área del proyecto
Etapas del proyecto	Operación del proyecto
Medidas de urgencia	Ejecutar las medidas de compensación y mitigación como se menciona

Tabla 122 Componente ambiental de la media H1

COMPONENTE AMBIENTAL	
Socioeconómico (H)	Descripción
Medida H1	Dotar de equipo de protección a los trabajadores
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar accidentes a los trabajadores
Indicador	Accidentes durante la construcción
Umbral de alerta	Falta de equipo en los trabajadores
Umbral inadmisible	Lesiones o daños en algún trabajador
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Personal que labore en el proyecto
Etapas del proyecto	Construcción
Medidas de urgencia	Dotar de equipo al personal en base a la NOM-017-STPS-2008

Tabla 123 Componente ambiental de la media H2

COMPONENTE AMBIENTAL	
Socioeconómico (H)	Descripción
Medida H2	Contratar personal de la región donde se ejecuta el presente proyecto
Tipo de medida	Compensación
Objetivo	Dar preferencia a trabajadores no calificados de la región donde se desarrolla el proyecto para su contratación
Indicador	Número de trabajadores no calificados de la región
Umbral de alerta	Desconocimiento en la región de trabajo temporal
Umbral inadmisible	Ausencia de trabajadores no calificados de la región
Tipo de verificación	Reporte de relación de trabajadores
Áreas de verificación	Gabinete
Etapas del proyecto	Construcción

COMPONENTE AMBIENTAL	
Medidas de urgencia	Contratación de personal no calificado de la región

VII.2.2. Cronograma actividades en tiempo

Tabla 124 Cronograma de actividades

Componente ambiental	Actividad	Cantidad	MESES											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SUELO (A)														
Medida A1	Supervisión	4 meses	1	1	1	1								
Medida A2	Supervisión	5 meses	1	1	1	1								
Medida A3	Reforestación	90 hectáreas												
Medida A4	Supervisión	1 / mes	1	1	1	1								
Medida A5	Presa filtrantes	512.750 m²												
	Acordonamiento	2209.213 m												
Clima (B)														
Medida B1	Supervisión	4 meses	1	1	1	1								
Medida B2	Reforestación	90 hectáreas												
Aire (C)														
Medida C1	Supervisión	4 meses	1	1	1	1								
Agua (D)														
Medida D1	Supervisión	4 meses												
Flora (E)														
Medida E1	Supervisión	4 meses	1	1	1	1								
Medida E2	Supervisión	4 meses												
Medida E3	Reforestación	90 hectáreas												
Fauna (E)														
Medida F1	Supervisión	4 meses												
Medida F2	Letreros alusivos a la protección de la fauna	6 piezas	1	1	1	1								
Medida F3	Supervisión	4 meses	1	1	1	1								
Medida F4	Supervisión	4 meses												
Paisaje (G)														
Medida G1	Reforestación	90 has												
Socioeconómico (H)														
Medida H1	Supervisión	4 meses	1	1	1	1								
Medida H2	Supervisión	4 meses	1	1	1	1								

Las fechas en calendario serán a partir de la emisión del oficio de autorización de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, así como del Estudio Técnico Manifiesto de Impacto ambiental.

VII.2.3. Cronograma por etapas del proyecto

Tabla 125 Cronograma por etapas del proyecto

MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	
	“CAMINO A NIVEL 2 EL ROSARIO”	OPERACIÓN DEL PROYECTO
SUELO (A)		
A1		
A2		
A3		
A4		
A5		
Clima (B)		
B1		
B2		
Aire (C)		
C1		
Agua (D)		
D1		
Flora (E)		
E1		
E2		
E3		
Fauna (E)		
F1		
F2		
F3		
F4		
Paisaje (G)		
G1		
Socioeconómico (H)		
H1		
H2		

VII.3 CONCLUSIONES

El proyecto CAMINO A NIVEL 2 EL ROSARIO tendrá un impacto adverso en las características del ambiente existente, modificando las características actuales donde se observa la influencia de actividades mineras y sobrepastoreo previos.

Los impactos más notorios ocurrirán sobre los recursos naturales Flora, Fauna, Geomorfología, Suelo y Paisaje. Las actividades que presentan la posibilidad de ocasionar impactos ambientales fueron descritas en el presente estudio. Por otro lado, es necesario reconocer el impacto positivo que el proyecto ejercerá sobre la economía, al beneficiar a la industria minera actual de la zona.

A pesar de que algunos impactos que generará el proyecto serán severos, la mayoría de estos no serán significativos debido a las condiciones actuales del sitio y la aplicación de medidas de mitigación y prevención. Esta valoración de impacto se basa en los aspectos evaluados en este documento. De la evaluación realizada se concluye que:

El proyecto propuesto no representa un riesgo a la salud y bienestar humano

El proyecto propuesto no afectará significativamente la calidad del aire, ni de cuerpos de agua subterráneos ni superficiales
El proyecto no afectará áreas ecológicamente sensitivas

Se evitará la interacción con las escorrentías intermitentes en el área del proyecto.

No se identificaron otros factores en la zona de estudio que puedan derivar en situaciones de contingencia o estado de contaminación de recursos antes de comenzar con las actividades del proyecto descrito. En las Secciones correspondientes a Identificación, Descripción y Evaluación de Impactos Ambientales (Capítulo V) y Medidas de Prevención y Mitigación (Capítulo VI) se describen las actividades que ocasionarán afectaciones adversas al medio físico y las correspondientes implementaciones para neutralizar éstas y asegurar el adecuado manejo ambiental del proyecto CAMINO A NIVEL 2 EL ROSARIO.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIÓNES ANTERIORES

VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

Para la caracterización del medio físico, biótico, social y económico, así como para evaluar la información ambiental del Sistema Ambiental del proyecto Presa de Jales "La Anita", se desarrollaron diferentes acciones:

- a) Recopilación bibliográfica de información.
- b) Trabajo de campo.
- c) Elaboración de un Sistema de Información Geográfica.
- d) Generación de elementos de salida.

A continuación se presenta una breve descripción de estas acciones:

a) Recopilación bibliográfica de información

Se colectó información bibliográfica de estudios ambientales anteriores de temas como medio físico natural y biótico, historia natural regional, hidrología, cultura, listados de especies de flora y fauna para la región, así como información oficial de síntesis geográficas, estadísticas de los censos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y cartografía de diversas fuentes públicas: edafología, geología, uso del suelo, vegetación, topografía, climatología, e hidrología superficial.

b) Trabajo de campo

Como parte de los trabajos de investigación y evaluación de las características ambientales naturales del sitio, se llevaron a cabo recorridos de campo en marzo de 2019, durante los cuales se levantó información del medio biótico y físico y del área de estudio.

c) Elaboración de un Sistema de Información Geográfica

Estructuración funcional del sistema

En esta parte se diseñó la estructura del sistema con base en las necesidades específicas del proyecto, con esto se definieron escalas máximas, proyecciones geográficas aplicables, zona geográfica limitada, unidades de medida y atributos: así como, características de la topología del sistema, creando las bases para la estandarización de la información, la cual fue vertida al sistema.

Recopilación de información de fuentes oficiales

Se recopiló información de fuentes oficiales y del proyecto en formatos digitales

VIII.1.1 PLANOS DEFINITIVOS

El Sistema de Información Geográfica (SIG), permitió la generación de cartografía de baja escala que fue empleada para elaborar un gran número de anexos en el presente estudio.

El sistema se diseñó para presentar información de salida del SIG en forma de planos, para lo cual se crearon *layouts* para impresión en *plotter* e impresora de escritorio.

El sistema permitió también presentar la información en forma de tablas, gráficas, imágenes digitales, en formatos como jpg, bmp, gif, etc., así como exportar e importar información en programas como AutoCAD y AutoCAD MAP.

VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS

VIII.1.3 VIDEOS

No fue necesaria la inclusión de videos en el presente documento

VIII.1.4 LISTAS DE FLORA Y FAUNA

Tabla 126 árboles

ÁRBOLES ÁREA DEL PROYECTO			
No.	Nombre científico	Nombre común	Ni
1	<i>Acacia farnesiana</i>	Vinorama	15
2	<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	56
3	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	2
4	<i>Bocconia arborea</i>	Palo de judas	7
5	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	132
6	<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote blanco	2
7	<i>Erythrina americana</i>	Colorín	2
8	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Vara dulce	5
9	<i>Ipomoea murucoides</i>	Palo blanco	7
10	<i>Juniperus flaccida</i>	Táscate	20
11	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino	3
TOTAL			251

Tabla 127 Arbustos

ARBUSTOS DEL PROYECTO			
No.	Nombre científico	Nombre común	Ni
1	<i>Croton draco</i>	Croton	2
2	<i>Dodonaea viscosa</i>	Matagusano	11
3	<i>Mandevilla foliosa</i>	H. de la cucaracha	7
4	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	123
5	<i>Montanoa leucantha</i>	Tacote	470
6	<i>Randia armata</i>	Cruceta	6
7	<i>Solanum madrense</i>	Zacamanteca	94
8	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	56
TOTAL			769

Tabla 128 Herbáceas

HERBÁCEAS DEL PROYECTO			
No.	Nombre científico	Nombre común	Ni
1	<i>Bidens odorata</i>	Aceitilla	50
2	<i>Castilleja tenuiflora</i>	Cola de borrego	11
3	<i>Lepidium virginicum</i>	Lentejilla	41
4	<i>Oplismenus burmannii</i>	Z. barbón	406
5	<i>Salvia hispanica</i>	Chia	25
6	<i>Stevia serrata</i>	H. de San Nicolás	20
7	<i>Tithonia diversifolia</i>	Girasolillo	17
TOTAL			570

Tabla 129 Aves

AVES DEL PROYECTO			
No	Nombre científico	Nombre común	Ni
1	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí	2
2	<i>Columbina inca</i>	Tortolita	27
3	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	11
4	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	15
5	<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codorniz	4
6	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	3
7	<i>Icterus gularis</i>	Caliandra	4
8	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	4

AVES DEL PROYECTO			
9	<i>Sturnella magna</i>	Tortilla con chile	6
10	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche	10
11	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	29
TOTAL			115

Tabla 130 Herpetofauna

HERPETOFAUNA DEL PROYECTO			
No	Nombre científico	Nombre común	Ni
1	<i>Crotalus atrox</i>	Víbora de cascabel	8
2	<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chirrionera	7
3	<i>Sceloporus jarrovi</i>	Lagartija espiNOM	11
4	<i>Thamnophis rufipunctatus</i>	Culebra de cabeza estrecha	4
TOTAL			30

Tabla 131 Mamíferos

MAMÍFEROS DEL PROYECTO			
No	Nombre científico	Nombre común	Ni
1	<i>Canis latrans</i>	Coyote	8
2	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	17
3	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	7
4	<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza mexicana	22
TOTAL			54

VIII.2 OTROS ANEXOS

VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Impactos al Medio Físico

Impacto crítico: Deterioro en la calidad del aire, agua o suelo en donde los estándares u objetivos ambientales serán excedidos la mayor parte del tiempo o una pérdida permanente o alteración de un componente físico.

Impacto severo: Un deterioro temporal en la calidad del aire, agua o suelo con una violación ocasional (una pequeña proporción del tiempo) de los parámetros u objetivos ambientales.

Impacto moderado: Un deterioro temporal en la calidad del aire, agua o suelo en donde los estándares u objetivos ambientales serán excedidos o una fluctuación fuera de los niveles de variación temporal normales.

Impacto compatible: Un deterioro temporal en la calidad del aire, agua o suelo indistinguible de fluctuaciones normales en las condiciones naturales históricas o una variación que ocurre dentro de las variaciones temporales normales.

No impacto: Significa que no hay alteración entre el proyecto y la calidad del aire, agua o suelo o que la interacción no tiene efecto.

Impacto residual: El que permanece después de que termina el proyecto, pero que no ha sido o no puede ser mitigado por acciones deliberadas.

Con respecto a los impactos en la comunidad biológica

Impacto crítico: Aquel que afecta una población entera o especies en magnitud suficiente para causar una disminución en su abundancia y/o cambios en la distribución más allá del cual el reclutamiento (reproducción, inmigración) no retornaría esa población de especies, o cualquier población dependiente de ésta, a su nivel anterior después de varias generaciones.

Impacto severo: Aquel que afecta una porción de la población que puede resultar en un cambio en la abundancia y/o distribución sobre una o más generaciones de esa porción de la población dependiente de ésta, pero que no cambia la integridad de cualquier población en su totalidad. Puede ser localizado.

Impacto moderado: Aquel que afecta a un grupo específico de individuos en una población en un área localizada y/o por un corto período de tiempo (una generación o menos), pero sin afectar otros niveles tróficos o la integridad de la población en sí.

Impacto compatible: Aquel que afecta la población o un grupo específico en un área localizada y/o por un período corto de tiempo con un efecto similar a pequeños cambios a la población en su totalidad.

No impacto: Significa que no hay interacción entre el proyecto y la población o que la interacción no tiene efectos.

Impacto residual: Aquel que permanece después de que el proyecto ha terminado, pero el cual no ha sido o no puede ser mitigado mediante acciones deliberadas.

ANEXO. MÉTODOS PARA LA IDENTIFICACIÓN, PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Se anexa en formato digital el archivo Matrices.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

-
- i Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). 2011. N-CTR-CAR-1-01-001/11. CTR: Construcción. CAR: Carreteras. 1. Conceptos de obra. 01. Terracerías. 001. Desmonte.
 - ii Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). 2011. N-CTR-CAR-1-01-002/11. CTR: Construcción. CAR: Carreteras. 1. Conceptos de obra. 01. Terracerías. 001. Despalme.