Manifiesto de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

“Ramal L.T.E. Las Truchas - Casa de Máquinas Presa Hidroeléctrica Las Truchas”

Primero Empresa Minera S.A. de C.V.

CAPITULO I

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

Febrero, 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 2

I.1 Proyecto. 2

I.1.1 Nombre del Proyecto. 2

I.1.2 Ubicación del proyecto. 2

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto. 3

I.1.4 Presentación de la documentación legal. 3

I.2 Promovente. 4

I.2.1 *Nombre o razón social.* 4

I.2.2 *Registro federal de contribuyentes.* 4

I.2.3 *Nombre y cargo del representante legal.* 4

I.2.4 *Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones:* 4

I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental. 4

I.3.1 Nombre o Razón Social 5

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 5

I.3.3 Nombre del Responsable Técnico del Estudio 5

I.3.4 Dirección del responsable técnico del Estudio 5

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

I.1 Proyecto.

I.1.1 Nombre del Proyecto.

"Ramal L.T.E. Las Truchas – Casa de Máquinas Hidroeléctrica Las Truchas"

I.1.2 Ubicación del proyecto.

El Proyecto **"Ramal L.T.E. Las Truchas – Casa de Máquinas Hidroeléctrica Las Truchas"**, se ubica en el Municipio de San Dimas, del Estado de Dgo. El Proyecto se ubica en las coordenadas extremas.

Coordenadas Extremas		
ID	**Latitud Norte**	**Longitud Oeste**
1	24°29'13.91"	105°57'55.45"
2	24°29'08.02"	105°57'49.73"

En el contexto estatal, el proyecto se ubica al este del denominado Cerro La Planta y al noroeste de la localidad de mayor importancia de la zona, que es San Miguel de Cruces, en la parte noreste del Estado de Durango. Dentro de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental, y de la subprovincia Gran Meseta y Cañadas Duranguenses, con una altitud promedio de 2,076 msnm.

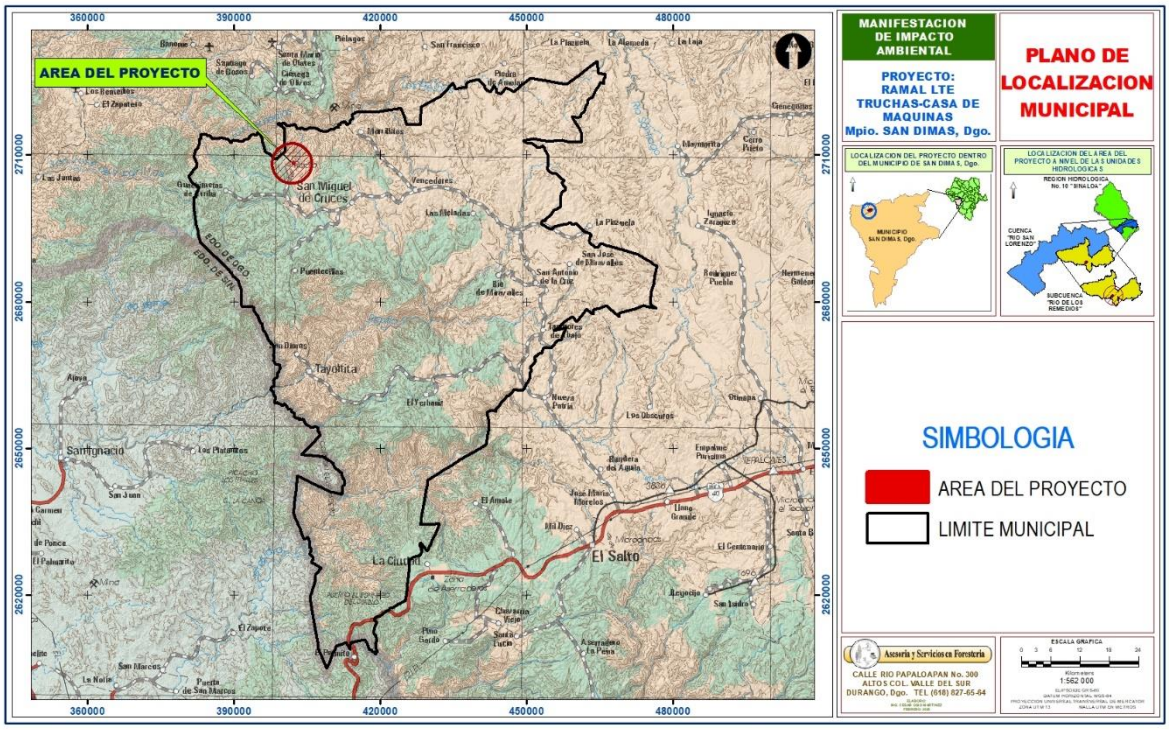


Ilustración 1. Localización del proyecto dentro del Municipio de San Dimas, Dgo.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto.

Se estima que las etapas de preparación del sitio y construcción serán de un año y la etapa operativa de 30 años.

I.1.4 Presentación de la documentación legal.

En el Anexo No. 1.1 se presenta la Documentación Legal de los terrenos en los cuales se pretende desarrollar el proyecto.

I.2 Promovente.

I.2.1 *Nombre o razón social.*

Primero Empresa Minera S.A. de C.V.

En el Anexo No. 1.2 se presenta el Acta Constitutiva de la empresa promovente.

I.2.2 *Registro federal de contribuyentes.*

PEM-071128-HJA

En el Anexo No. 1.3 se presenta constancia de situación fiscal

I.2.3 *Nombre y cargo del representante legal.*

Lic. Luis Alfredo Fernández Espinosa.

Se adjunta copia certificada del Representante Legal en el Anexo No. 1.4

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

Calle: Av. Universidad No, 234, Edificio A 4° Piso.

Fracc.: Lomas del Guadiana, CP 34110

Municipio: Durango

Entidad Federativa: Durango

Teléfono: (618) 827-9070

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

I.3.1 Nombre o Razón Social

Asesoría y Servicios de Foresteria "Ing. Miguel Ángel Osio Martínez"

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

OIMM590919MA6

I.3.3 Nombre del Responsable Técnico del Estudio

Ing. Miguel Ángel Osio Martínez

I.3.4 Dirección del responsable técnico del Estudio

Río Papaloapan No. 300, Col. Valle del Sur

Durango, Dgo.

Tel. (01-618) 827-65-64

_____

Ing. Miguel Ángel Osio Martínez

Responsable Técnico del Estudio de Impacto Ambiental.

Manifiesto de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

“Ramal L.T.E. Las Truchas - Casa de Máquinas Presa Hidroeléctrica Las Truchas”

Primero Empresa Minera S.A. de C.V.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Febrero, 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 3

II.1.1 Naturaleza del proyecto 5

II.1.2 Selección del sitio 8

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización 9

II.1.4 Inversión requerida. 14

II.1.5 Dimensiones del proyecto. 14

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 15

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 17

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 19

II. 2.1 Programa general de trabajo 20

II.2.3 Descripción de Obras y actividades provisionales del proyecto: 24

II.2.4 Etapa de Construcción: 25

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento 31

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto 35

II.2.7 Etapa de abandono del sitio 36

II.2.8 Utilización de explosivos 38

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 38

II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos 41

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1 Ubicación del Proyecto en el Contexto Municipal de San Dimas, Dgo. 10

Ilustración 2 Plano de ubicación del área del proyecto dentro del contexto regional. 11

Ilustración 3 Plano del Contexto Predial del Proyecto. Fuente: PROCEDE 12

Ilustración 4 Ubicación del Proyecto. 13

Ilustración 5. Uso de Suelo y Vegetación presente en el Sistema Ambiental del Área de Estudio del proyecto. 16

Ilustración 6 Uso de suelo y Vegetación del Proyecto de las áreas de CUSTF 16

Ilustración 7 Localización del área sujeta a enriquecimiento vegetal. 37

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Coordenadas del Predio donde se desarrollará el proyecto. 13

Tabla 2. Coordenadas de las áreas que requerirán Cambio de Uso de Suelo 14

Tabla 3 Datos generales del Ejido Huahuapan 15

Tabla 4 Superficies requeridas por el proyecto. 15

Tabla 5. Programa general de trabajo. 21

Tabla 6. Características del segmento de la LTE. 26

Tabla 7 Estructuras a utilizar para el tendido de la LTE. 26

Tabla 8. Actividades de mantenimiento y periodicidad. 34

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Antecedentes.

La Planta Hidroeléctrica Las Truchas inicio su construcción en 1928, pero hasta el año de 1930 inicia su operación y aprovechamiento por parte de la Empresa Desarrollos Mineros San Luis, S.A. de C.V, cuya generación de energía eléctrica es suministrada en la Planta de Beneficio y Mina que se ubica en el Distrito Minero de San Dimas, Tayoltita, Estado de Durango.

Debido a la creciente demanda de energía eléctrica, en el año 2006, la Empresa Desarrollos Mineros San Luis, S.A. de C.V., tramito la autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental para la ampliación de la Planta Hidroeléctrica Las Truchas, siendo necesario efectuar la modernización de las instalaciones y equipos existentes. Dicha ampliación comprendía las siguientes obras:

- Sobreelevación de la cortina y obras hidráulicas,
- Tubería de alta presión,
- Funicular
- Casa de fuerza o de máquinas, con turbinas, generadores y subestación elevadora, y tableros de control,
- Obras de control de azolvamiento,
- Túnel, y;
- Línea de transmisión eléctrica desde la nueva planta hidroeléctrica hasta la Comunidad de Las Truchas, <u>que sería conducida a través del trazo de la tubería de alta presión, para ingresar al túnel y posteriormente ser dirigida mediante tendido aéreo hacia la comunidad de Las Truchas donde se conectaría con la línea eléctrica que va a la ciudad de Tayoltita.</u>

El objetivo principal del proyecto de ampliación antes referido, era generar el máximo potencial energético de la microcuenca Las Truchas para aumentar la capacidad de la línea y satisfacer la

demanda de energía que necesitaba la Mina para su crecimiento económico, con la consecuente mejora en las condiciones de vida de la población dependiente del mismo.

De igual manera, para ejecutar dicho proyecto de ampliación se solicitó de forma independiente la autorización para las siguientes obras asociadas:

- **Rehabilitación del camino de San Miguel de Cruces - Las Truchas, Cuevecillas - San Antonio de Las Truchas y Las Truchas – El nivel (salida del túnel).** Para los cuales se presentó el informe preventivo en materia de impacto ambiental, motivado en el hecho de que los caminos se encontraban en operación, pero requerían de la rehabilitación para contar con las condiciones necesarias de tránsito para los vehículos de carga que transportarán los materiales y equipos requeridos para el desarrollo del proyecto de la Ampliación de la hidroeléctrica Las Truchas.
- **Reubicación de la Comunidad y Campamento[1] Las Truchas**. Para el cual se presentó la solicitud para evaluación y dictamen de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular. Lo anterior para evitar la inundación parcial de la comunidad y el campamento Las Truchas debido a la sobre elevación de la cortina de la presa Las Truchas, que se ubica en la colindancia noroeste del vaso dentro de la zona de protección de la presa.
- **Sustitución de la Infraestructura de Líneas de Transmisión Eléctrica para el Tramo "Presa Las Truchas - Tayoltita**. Para el cual se presentó la solicitud de exención de la presentación de la manifestación de impacto ambiental para el proyecto, lo anterior motivado en el hecho de que la línea de transmisión eléctrica se encontraba en operación desde 1930 y debía ser sustituida para obtener las características de transmisión requeridas y la subestación reductora apropiada para la ampliación de la hidroeléctrica Las Truchas.

La **sustitución** de la infraestructura de Líneas de Transmisión Eléctrica para el Tramo "Presa Las Truchas – Tayoltita" utilizó la infraestructura construida durante el proyecto de Ampliación, sin embargo, debido a que una sección de la LTE fue conducida a través del trazo de la tubería de alta

[1] Campamento Las Truchas se refiere a las casas pertenecientes a la empresa, que son utilizadas para albergar a trabajadores y contratistas.

presión, y posteriormente dentro del túnel, esto generó interferencia del servicio, ocasionando la problemática de ineficiencia e interrupción del suministro de energía.

Esta situación genero la necesidad de replantear el tendido eléctrico del Ramal de LTE que fue establecido desde **la Casa de Máquinas** sobre la tubería de alta presión y el túnel, **hacia** la subestación **Presa Las Truchas,** por un tendido aéreo, para mejorar la capacidad de suministro y distribución de energía de la multicitada línea eléctrica, esto aprovechando la infraestructura existente en la zona (derechos de vía).

Características generales del proyecto.

La integración del presente Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto **"Ramal LTE Las Truchas – Casa de Máquinas Hidroeléctrica Las Truchas"** se refiere únicamente a la construcción e instalación de un segmento de tendido eléctrico para la LTE actual, en su Ramal Presa Las Truchas a la Hidroeléctrica Truchas o Casa de Máquinas, debido a que el tendido eléctrico del Ramal de la LTE actual que se pretende sustituir por un tendido aéreo, que será instalado sobre las secciones de derecho de vía existentes que se tienen destinadas a la operación actual (acueducto y LTE en operación).

El presente proyecto consiste en la construcción e instalación de un segmento del Ramal de la LTE actual en una longitud de 156.95 metros, con un derecho de vía de 7 metros a cada lado, para lo que se requiere el CUSTF en dos polígonos ubicados en ambos extremos del trazo, ya que en la sección central del trayecto de la LTE se ubica una depresión ocasionada por una escorrentía temporal, en que no es necesario la afectación de la vegetación.

La **superficie total a utilizar** por el proyecto es de **0.2197 Ha** de las cuales **se requiere el CUSTF** en una **superficie de 0.1260 Ha** distribuida en dos polígonos.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto **"Ramal L.T.E. Las Truchas – Casa de Máquinas Hidroeléctrica Las Truchas",** comprende actividades relacionadas a la construcción, instalación y operación de obras

relacionadas con la industria eléctrica, y el Cambio de Uso de Suelo, por ello se solicita la evaluación del Proyecto en materia de impacto ambiental que corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) conforme a los Artículos 28, fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación del Impacto Ambiental (LGEEPA) y artículo 5º, inciso K, fracción III; inciso O, fracción I, así como Articulo 10, fracción II y Articulo 11 del Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación del Impacto Ambiental (REIA de la LGEEPA).

La LGEEPA la enlista en la fracción II del artículo 28 como obras que requieren autorización previa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en materia de impacto ambiental.

Refiriéndonos al **Artículo 28** de la **LGEEPA**, en el que señala que "*en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría":*

…

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

En ese sentido el **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental**, publicado en el Diario Oficial de la Federación (**DOF**) el 30 de mayo de 2000 en el texto vigente de la última reforma publicada en el **DOF** el día 26 de abril de 2012, en su **Artículo 5º** establece: "*Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

K) Industria Eléctrica, …

III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica,…

O) Cambios de Uso del Suelo de Áreas Forestales, así como en Selvas y Zonas Áridas.

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal.

Refiriéndonos al **Artículo 10** del Reglamento de la **LGEEPA**, este establece que: "Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

I. Regional, o II. Particular.

Considerando lo establecido en el Artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA, que indica: … *Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:*

Lineamientos establecidos por el Artículo 11 del REIA.	***Análisis***
I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;	*El proyecto no consiste en ninguno de los establecidos en la fracción I, el objetivo principal del proyecto es el establecimiento de una línea eléctrica aérea con una longitud de 88 metros, en dos tramos, y para lo cual se requiere el sembrado de postes de madera con una profundidad de 1.80 metros lo cual se considera no afectara las cuencas hidrológicas debido a la mínima superficie que será afectada para el parado de estas estructuras, lo cual no implica el movimiento de tierras en grandes superficies.*
II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;	*El proyecto se pretende realizar en una zona rural, además no se refiere a un conjunto de obras o actividades incluidas en un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico.*
III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y	*El proyecto no se refiere a un conjunto de obras y actividades dentro de una región ecológica determinada.*
IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.	*El proyecto no originara impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que puedan ocasionar la destrucción, aislamiento o fragmentación de los ecosistemas.*

"En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular."

Por lo tanto, el desarrollo del presente documento de Impacto Ambiental contiene las recomendaciones contenidas en la Guía de Impacto Ambiental Sector eléctrico y Cambio de Uso de Suelo, modalidad particular, haciendo hincapié en las consideraciones contenidas en la LGEEPA, y su Reglamento, así como la Normatividad ambiental vigente aplicable al proyecto.

II.1.2 Selección del sitio

Los criterios para la selección del sitio fueron los siguientes:

- Ubicación de la Casa de Máquinas Hidroeléctrica Las Truchas y la Línea de Transmisión Eléctrica existente.

El objetivo principal del proyecto es sustituir un segmento del Ramal de la Línea de Transmisión Eléctrica existente por el tendido aéreo de dicho segmento para disminuir la interferencia que se produce y eficientar la transmisión de energía hacia el Campamento Las Truchas y de ahí a la Planta de Beneficio y Mina ubicadas en la Ciudad de Tayoltita afectando lo menos posible la vegetación.

El trazo de la línea de transmisión eléctrica está diseñado de tal forma, que la distancia entre el punto de inicio y el punto final sea la menor posible, considerando en todo momento cumplir con los criterios ambientales y procurando la mínima afectación, esto también permitió tener un ahorro en materiales de construcción y tener menos afectación al medio ambiente.

- Topografía del terreno.

En la mayor parte del trazo, la topografía de la zona permite realizar la voladura del cableado, lo que minimiza la modificación del suelo, vegetación, relieve y paisaje, y además facilita la construcción.

- Cobertura vegetal.

El diseño del trazo se llevó a cabo siguiendo las fases de selección del sito, de tal forma que pase por las superficies menos arboladas, que corresponden a áreas cubiertas con vegetación natural, las que tendrán afectaciones menores, respetando en la medida de lo posible áreas con cantidades importantes de vegetación natural.

Se pretende que a lo largo del trazo se lleve a cabo el derribo de manera selectiva, eliminando solamente aquellos individuos que puedan afectar la instalación y operación del circuito eléctrico.

Las consideraciones antes descritas, se resumen en los siguientes puntos:

a) Menor longitud de la trayectoria del segmento de la línea de transmisión eléctrica.

b) Emplear la infraestructura existente de carreteras y caminos de terracería para facilitar la construcción y mantenimiento de la línea de transmisión eléctrica.

c) Emplear el menor número de puntos de inflexión y número de estructuras.

d) Sin afectar zonas o áreas de alto valor escénico. El diseño del trazo considero infringir el menor daño sobre las áreas cubiertas de bosques, así como no afectar áreas que puedan ser consideradas con valor escénico.

Siguiendo estos criterios se llegó al trazo actual sobre el cual se hicieron los trabajos de proyección del segmento de la línea de transmisión eléctrica. El criterio técnico, base de la selección del trazo, es la identificación de los puntos mencionados anteriormente, buscando un balance costo-beneficio, además de otros factores importantes como lo son la topografía del terreno, uso de suelo, biodiversidad, distancias y propiedades a cruzar.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El Proyecto **"Ramal L.T.E. Las Truchas - Casa de Maquinas" (RLTE-TC),** se ubica en el Municipio de San Dimas, Dgo**., (Ilustración 1).**

En el contexto estatal, se ubica en la parte noreste del Estado de Durango, la localidad de mayor importancia en la Zona es San Miguel de Cruces, del mismo municipio, al este del denominado Cerro La Planta. Se ubica a una altitud promedio de 2,076.0 msnm. En la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental, y la subprovincia Gran Meseta y Cañadas Duranguenses.

El Proyecto se ubica en las coordenadas extremas 24°29'13.91" de latitud Norte y 105°57'55.45" de longitud Oeste, y 24°29'08.02" de latitud Norte y 105°57'49.73" de longitud Oeste.

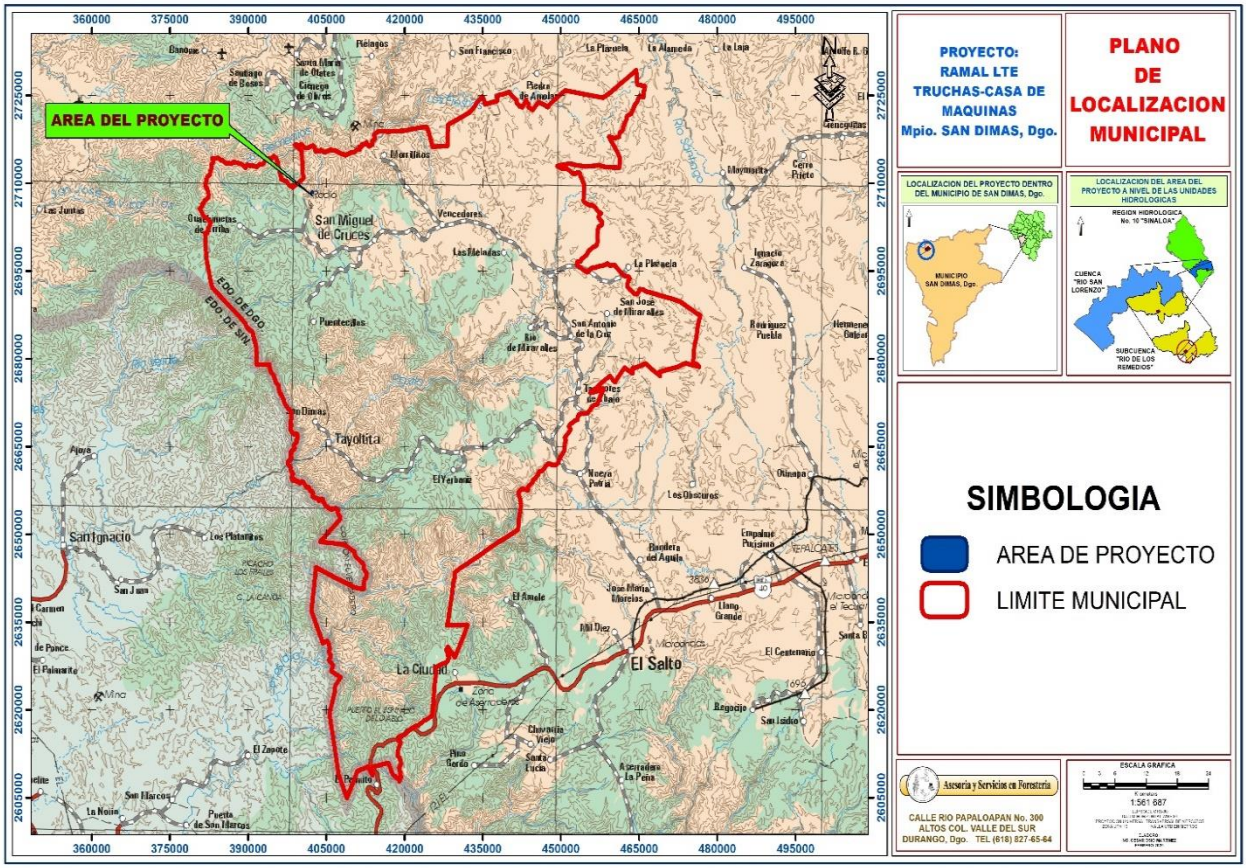


Ilustración 1 Ubicación del Proyecto en el Contexto Municipal de San Dimas, Dgo.

El proyecto de infraestructura eléctrica se localiza a una distancia de 23.29 km de la localidad de San Miguel de Cruces, el acceso es por camino de terracería, para el acceso al área del Proyecto, se pasa por la localidad de Cuevecillas (Ilustración 2).

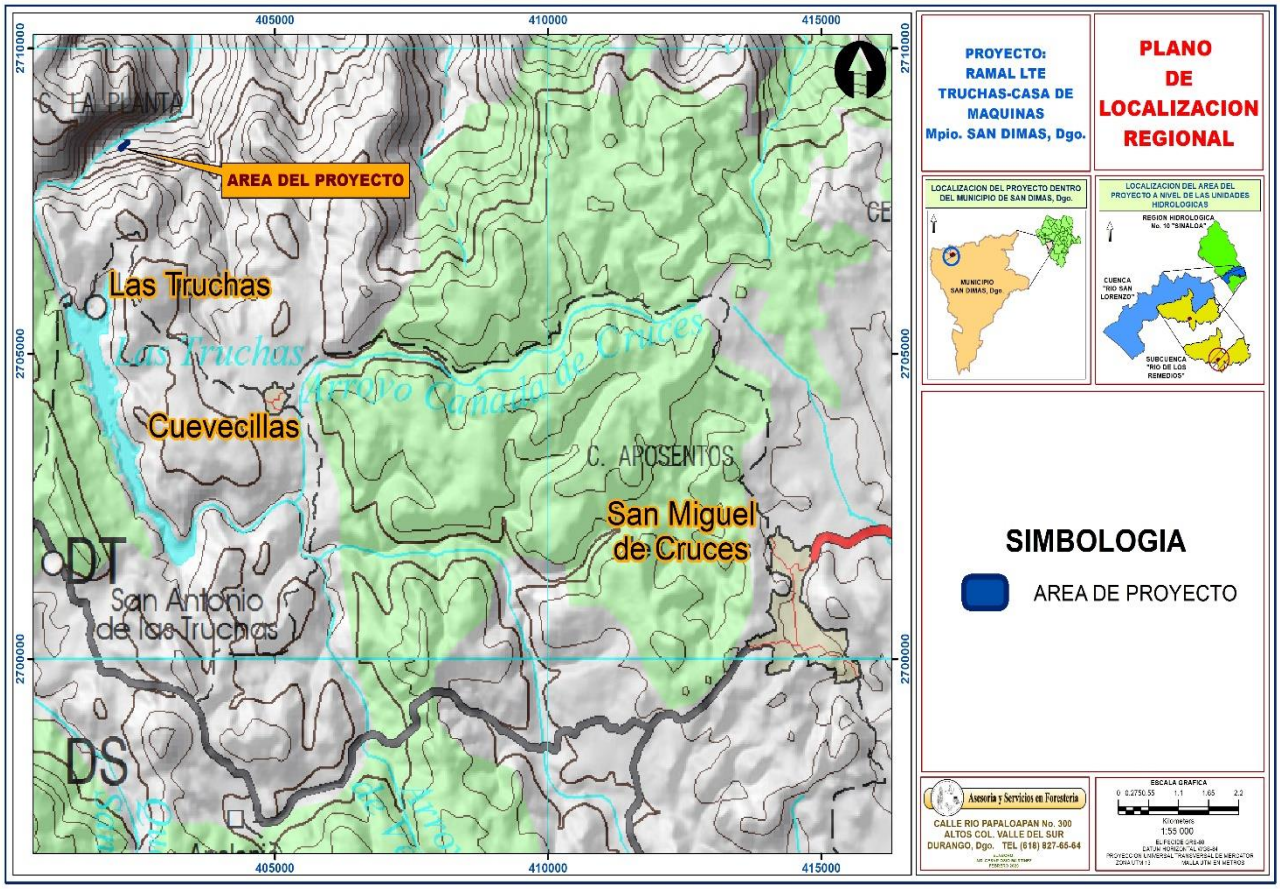


Ilustración 2 Plano de ubicación del área del proyecto dentro del contexto regional.

El proyecto se ubica dentro de terrenos rurales que pertenecen al ejido Huahuapan, Mpio. De San Dimas, Dgo., (Ilustración 3).

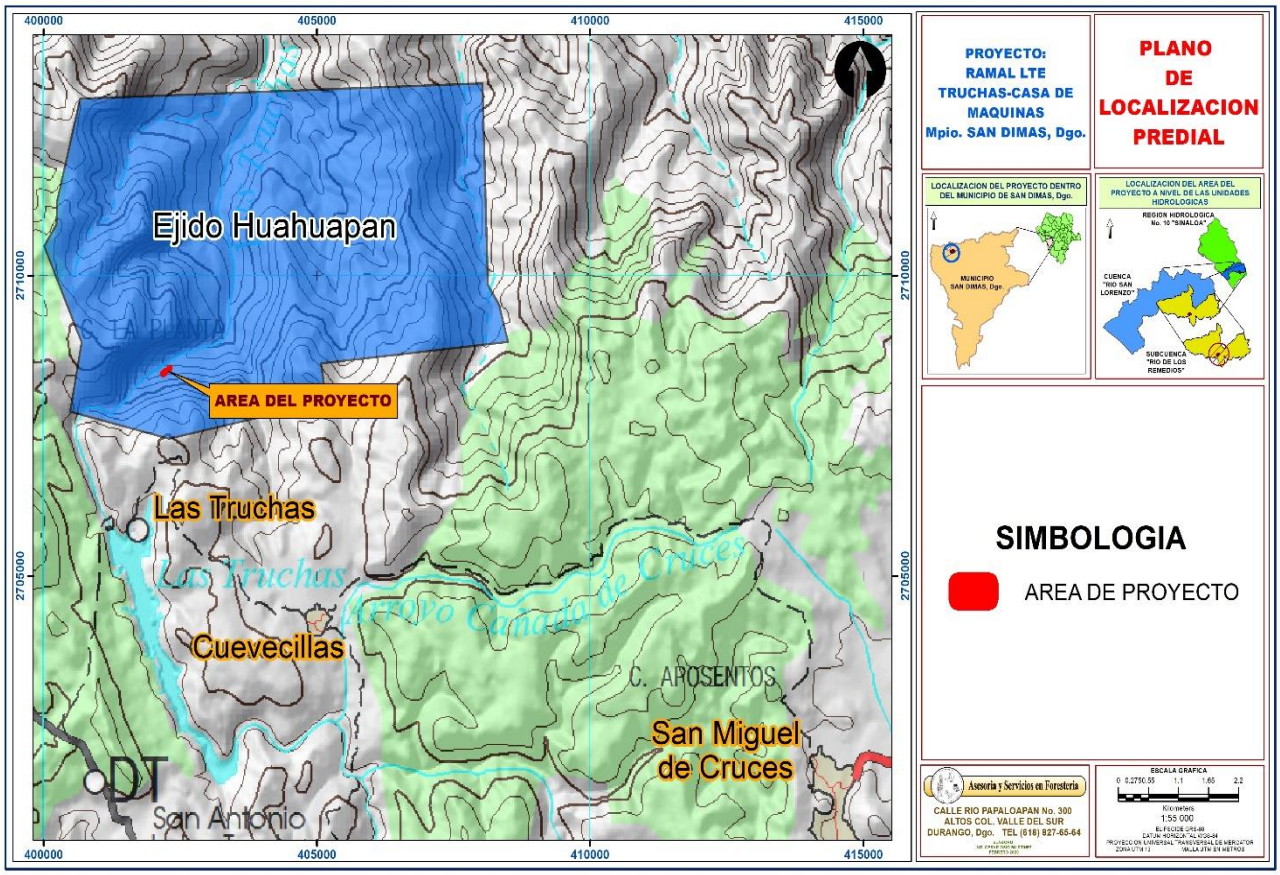


Ilustración 3 Plano del Contexto Predial del Proyecto. Fuente: PROCEDE

El trazo del segmento del Ramal de la línea de transmisión eléctrica iniciará en la Casa de Máquinas Hidroeléctrica Las Truchas, y al alcanzar una longitud de 156.95 metros será conectada a la Línea que conduce la energía eléctrica hacia el Campamento Las Truchas, así como a la Planta de Beneficio y Mina ubicados en la Ciudad de Tayoltita, Mpio de San Dimas, Durango. Para el tendido del segmento de la línea solo será necesario utilizar 2 estructuras metálicas, mismas que ya se encuentran instaladas dentro de derechos de vía existentes.

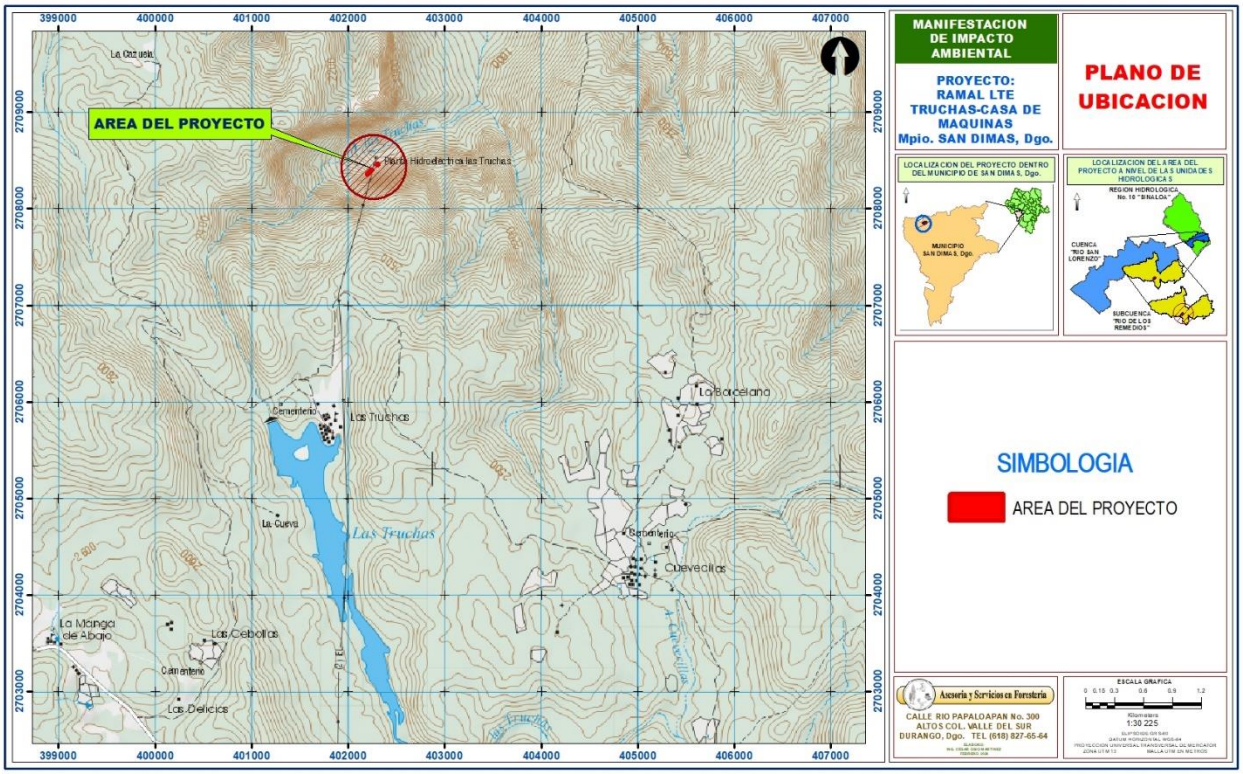


Ilustración 4 Ubicación del Proyecto.

En la Tabla 1 se muestran las coordenadas UTM en Datum WGS-84 que delimitan el perímetro del Predio involucrado en el Proyecto.

Tabla 1 Coordenadas del Predio donde se desarrollará el proyecto.

No. VERT.	COORDENADAS UTM	
	X	Y
1	408494.039	2708900.069
2	405076.191	2708541.831
3	405172.586	2707904.290
4	402294.019	2707285.090
5	400484.015	2707738.820
6	400696.709	2708891.399
7	400008.580	2710492.609

No. VERT.	COORDENADAS UTM	
	X	Y
8	400235.163	2710849.000
9	400247.869	2711248.348
10	400669.849	2712946.710
11	408025.356	2713203.857
12	408122.797	2709849.660
13	408330.358	2709518.260
14	408494.039	2708900.069

Las coordenadas de los polígonos que requerirán Cambio de Uso de Suelo se presentan en la Tabla 2, dichas coordenadas se incluyen en formato Excel dentro del disco del proyecto.

Tabla 2. Coordenadas de las áreas que requerirán Cambio de Uso de Suelo

NUMERO POLIGONO	NUM VERTICE	COORD. UTM	
		X	Y
POLIGONO 1	1	402251.903	2708402.187
POLIGONO 1	2	402199.170	2708351.706
POLIGONO 1	3	402189.489	2708361.819
POLIGONO 1	4	402242.221	2708412.300
POLIGONO 1	5	402251.903	2708402.187
POLIGONO 2	1	402312.516	2708460.212
POLIGONO 2	2	402300.236	2708448.456
POLIGONO 2	3	402290.554	2708458.569
POLIGONO 2	4	402302.835	2708470.325
POLIGONO 2	5	402312.516	2708460.212

II.1.4 Inversión requerida.

El monto de inversión requerida es de aproximadamente $9,082,692.74 (nueve millones, ochenta y dos mil seiscientos noventa y dos pesos 00/100 MXN).

II.1.5 Dimensiones del proyecto.

El Ejido Huahuapan, en el que se pretende desarrollar el proyecto tiene una superficie total de 3,910.55 Ha. El Proyecto en su trayecto comprende dos polígonos en ambos extremos, que comprenden el CUSTF, debido a que en la sección central el trayecto de la LTE se ubica una depresión ocasionada por una escorrentía temporal, en que no es necesario la afectación de la vegetación y el derecho de vía para el tendido de la LTE.

El segmento del Ramal de la L.T.E. a construir tendrá una longitud de 156.95 metros, con un derecho de vía de 7 metros a cada lado. La **superficie total a utilizar** por el proyecto es de **0.2197 Ha** de las cuales **se requiere el CUSTF** en una **superficie de 0.1260 Ha** distribuidas en dos polígonos, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3 Datos generales del Ejido Huahuapan

Pol. No.	Nombre del Propietario	Superficie total de la propiedad ha	Superficie sujeta a CUSTF (predio) ha	Régimen de propiedad	Tipo de documento legal	Municipio	Tipo(s) de vegetación INEGI	Afectación temporal o permanente/ con o sin sellamiento de suelo
1	Ej. Huahuapan	3,910.55	0.0238	Ejidal	PROCEDE	San Dimas	Bosque de Pino - Encino, Pastizal	Afectación Permanente sin sellamiento de suelo
2			0.1022					
		Total	**1.260**					

En el cuadro siguiente se muestra la superficie total por predio.

Tabla 4 Superficies requeridas por el proyecto.

NOMBRE DEL PREDIO	Ej. Huahuapan
SUPERFICIE TOTAL (Ha)	**0.2197**
SUPERFICIE QUE REQUIERE CUSTF	**0.1260**

Es importante señalar que para definir el trazo del segmento de la línea de transmisión eléctrica se seleccionó la distancia más corta así como sitios con poca vegetación, con el objetivo de realizar la mínima afectación.

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

De acuerdo con la Carta Uso del Suelo y Vegetación de INEGI Serie VI, en el Sistema Ambiental del proyecto existen diversos Usos de suelo (Ilustración 5).El uso de Suelo y Vegetación del Área del Proyecto corresponde a Bosque de Pino (Ilustración 6), el nuevo uso propuesto de los terrenos forestales es de derecho de vía de una LTE.

FUENTE DE LA INFORMACIÓN	USO DE SUELO Y VEGETACION	SUPERFICIE. (Ha)
USO DE SUELO y VEGETACION SERIE VI	Bosque de Pino	0.1260
	TOTAL:	0.1260

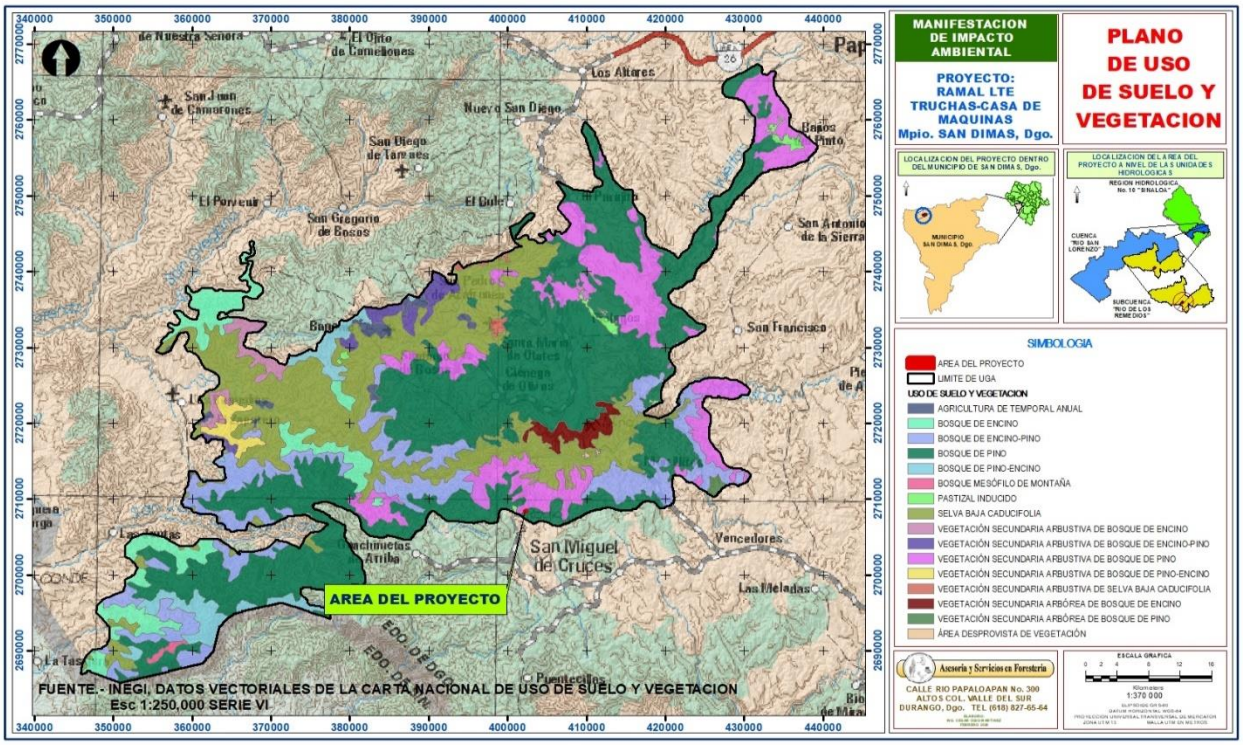


Ilustración 5. Uso de Suelo y Vegetación presente en el Sistema Ambiental del Área de Estudio del proyecto.

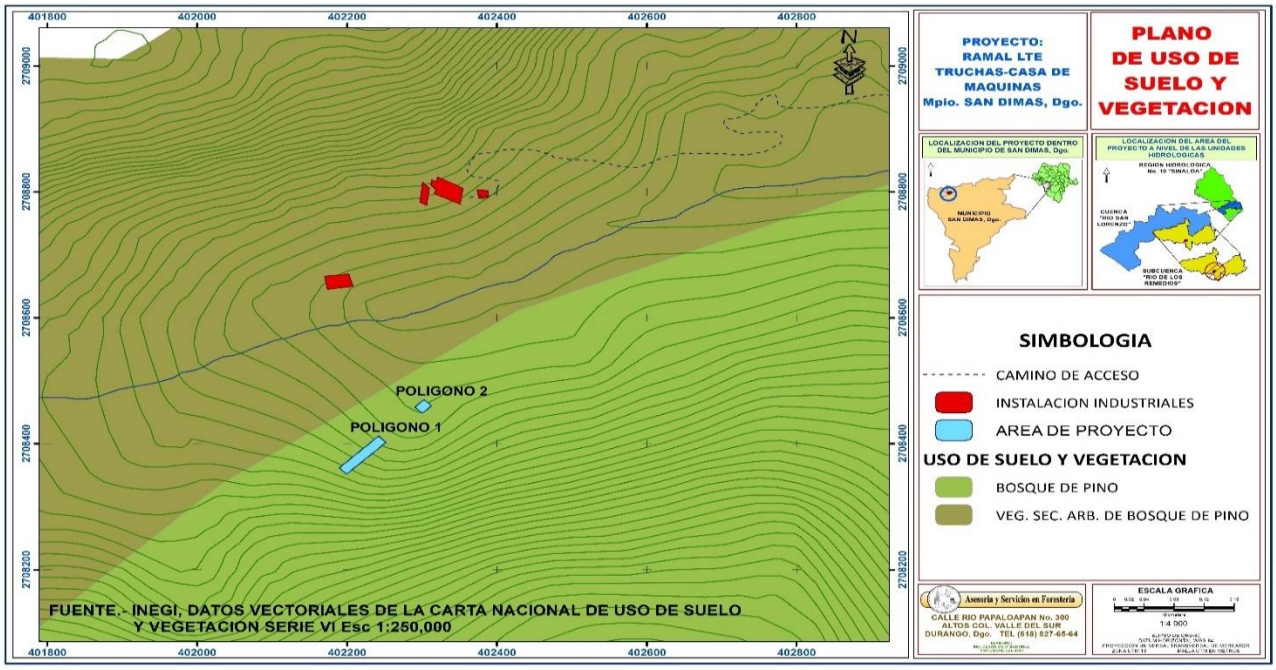


Ilustración 6 Uso de suelo y Vegetación del Proyecto de las áreas de CUSTF

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área del proyecto es predominantemente rural, las localidades cercanas al sitio cuentan con servicios básicos de vías de acceso como caminos de terracería, agua potable, y energía eléctrica, etc.

La vía de acceso al área donde se desarrollarán las obras y actividades desde la capital del Estado de Durango, se describe a continuación: se toma la carretera asfaltada número 40 hasta la comunidad de José María Morelos o Coyotes, en donde se doblará hacia el norte rumbo a la ciudad de San Miguel de Cruces, este trayecto es de 90 Km., 80 de los cuales se encuentran actualmente pavimentados y 10 Km. es una brecha transitable. Después de la comunidad de San Miguel de Cruces, se toma la brecha de 23 Km. a Las Truchas, esta última en buenas condiciones de tránsito, a través de este camino se transportarán los materiales y equipo requeridos para el desarrollo del proyecto.

El proyecto en su ejecución requiere de pocos servicios de la zona, los cuales se mencionan a continuación:

1. Campamentos y comedores: Actualmente se cuenta con la comunidad y campamento (casa de la compañía) Las Truchas, donde habitan 23 familias que en su mayoría están contratadas por el promovente para la operación de la planta hidroeléctrica actual.

2. Abasto de agua: En proyectos de esta naturaleza el agua necesaria es únicamente para consumo humano, debido a la magnitud y tipo de proyecto que se pretende ejecutar no se hace necesaria una gran cantidad por lo que el agua necesaria será transportada desde los centros de abasto más cercanos.

3. Abasto de alimentos: Este servicio no será requerido de la zona ya que se considera que no puede abastecer las necesidades del proyecto por lo que el abasto es considerado desde los centros de abasto más cercanos.

4. Sistema de drenaje. El campamento y comunidad Las Truchas, cuentan con sistema de drenaje consistente en fosas sépticas y pozos de absorción.

5. Sistema de recolección de residuos sólidos. Para las casas habitación de la comunidad y campamento Las Truchas se cuenta con un sistema de recolección en tambores de 200 litros de capacidad, los cuales posteriormente son enviados hacia el tiradero a cielo abierto, el cual tiene capacidad para la generación de 93.5 kg/día.

6. Suministro de energía eléctrica. Las casas habitación ubicadas en la comunidad y campamento Las Truchas, cuentan con suministro de energía eléctrica provisto en forma gratuita por el promovente.

7. Servicio médico. El servicio médico para todos los habitantes de la comunidad así como para visitantes, empleados y turistas se ofrece en la comunidad de San Miguel de Cruces, así como en la clínica de la Secretaria de Salud que se ubica en San Antonio Las Truchas, para una situación de mayor especialización se debe acudir a el servicio médico en la sede de Durango.

8. Abasto de combustibles. El abasto de combustibles, principalmente gasolina, diese y gas L. P. se efectúa desde la población de San Miguel de Cruces, ubicada a 23 Km. por un camino de terracería que se recorre en hasta 1.5 horas. La comunidad y campamento Las Truchas, no cuenta con estación de servicio y en su caso los combustibles se almacenan en bidones a la sombra con capacidad de 50 y 100 L.

9. Vías de comunicación. La única vía de comunicación es la de terracería hacia la población de San Miguel de Cruces, que se ubica a 23 kilómetros por un camino de terracería, así como el camino de acceso a la comunidad y campamento Las Truchas. A partir del campamento Las Truchas, el transporte de los insumos, materiales y personal para el tendido de la LTE, será por veredas, con el apoyo de animales, no requiriendo la construcción de camino nuevos.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El presente proyecto consiste en la construcción e instalación de un segmento del tendido de la LTE actual, en su tramo Presa Las Truchas a la Hidroeléctrica Truchas o Casa de Máquinas, para el que se proyectó un nuevo trazo, aprovechando las secciones que se tienen destinadas a la operación actual (acueducto y LTE en operación). El objetivo de la construcción e instalación de este segmento es obtener una mayor eficiencia en la operación y mantenimiento de la LTE, ya que en sus condiciones actuales presenta algunas deficiencias.

El tendido del segmento de la LTE para el cual se desarrolló este proyecto pretende sustituir un tramo de la Línea eléctrica que enlaza la Casa de Maquinas de la Planta Hidroeléctrica Las Truchas y la línea eléctrica existente y, que se encuentra instalada dentro del Túnel construido para conducir la tubería y la energía eléctrica de la Casa de Máquinas de la Planta Hidroeléctrica Las Truchas hacia el Campamento de Las Truchas.

El Proyecto en su longitud es de 156.95 metros, estableciendo un derecho de vía de 7.00 metros en ambos extremos a partir del centro de la **LTE**, dando un derecho de vía total de 14.00 metros, El segmento del ramal ocupara **una superficie total de 2,197 m2**, de esto se ocupara **una superficie de CUSTF de 1,260 m2** que equivale a 0.1260 ha en dos polígonos, que se ubican en el extremo del ramal, ya que en su parte central no es necesario la remoción de la vegetación por encontrarse una depresión generada por un escurrimiento natural.

Las estructuras a utilizar para soportar el tendido consisten en torrecillas metálicas de 14 m de altura, estas estructuras no se ubicarán en esta sección del ramal, ya que estas se localizan en el extremo de los derechos de vías ya existentes, esta sección del ramal solo se utilizará para el tendido del cableado en un segmento de 156.95 metros, con un derecho de vía de 14 m., para el cual se requiere el cambio de uso de suelo en dos polígonos. La promovente ha propuesto no realizar la remoción de la vegetación arbustiva, herbácea y suculentas que se puedan localizar en esta zona, removiendo únicamente la vegetación arbórea.

El trayecto del tendido eléctrico tiene una dirección de la Presa Truchas al noreste en que se ubica el **Polígono # 1 con una superficie de CUSTF de 238 m2** equivalente a 0.0238 ha, **el Polígono # 2 con una superficie de 1,022 m2** equivalente a 0.1022 ha, que en conjunto se tiene una superficie total para CUSTF de 1,260 m2 que equivale a 0.1260 ha.

La modernización y mantenimiento de las otras secciones de la LTE serán sobre la infraestructura existente de tendido eléctrico, no requiriéndose más superficie para CUSTF en el nuevo tendido eléctrico de la Presa Truchas – Casa de Máquinas o Planta Hidroeléctrica.

II. 2.1 Programa general de trabajo

Se tiene contemplado un periodo de 1 año para construcción e instalación del segmento de la línea de transmisión eléctrica requerido, y 30 años de vida útil como se observa en la tabla siguiente:

Tabla 5. Programa general de trabajo.

CRONOGRAMA GENERAL DE TRABAJO														
ETAPA	OBRA/ACTIVIDAD	Meses												AÑOS
		Preparación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	2-32
Trabajos previios al planteamiento del proyecto.	Prospección/Planteamiento de Alternativas de trazo/Topografía LTE Final													
	Generación de Ingeniería de LTE en toda su extención													
	Integración y Autorización de estudios ambientales necesarios													
PREPARACIÓN	Delimitación e identificación de los polígonos de CUSTF y MIA. Selección de vegetacion a remover													
	Monitoreos/ localización y/o identificación de sitios de anidamiento y madrigueras. Valoración de la actividad a desarrollar para la protección de especies de fauna silvestres													
	Identificación y localización de especies de flora susceptibles de rescate acorde al Programa de rescate y reubicación													
	Instalar señalamientos de seguridad, preventivos de cuidado al medio ambiente y contenedores de residuos solidos urbanos, manejo especial													
	Capacitación de Inducción al personal que participara en construcción de la LTE en las etapas de preparación, construcción y operación sobre medidas de seguridad y mitigación de impactos ambientales													
CONSTRUCCIÓN - OPERACIÓN	Delimitación de Brecha,													
	Remoción de vegetacion forestal en los polígonos													
	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual													
	Tendido de cableado eléctrico													
	Energización y Pruebas pre-operación de instalación eléctrica													
	Liberación de LTE para operación													
	APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN:													
	a) AGUA													
	Acordonamiento de material residual													
	Medidas de prevención de contaminación de agua													
	b) SUELO													
	Acordonamiento de material residual													
	Suministro de costal de plastico para recolección de residuos													
	Enriquemiento de área de restauración para compensación de erosión hidrica y eolica.													AÑO 2
	c) VEGETACION													
	Reubicación de especies suculentas en riesgo de daño por derribo de vegetación													
	Evitar perdida de la cobertura vegetal fuera de los sitios programados													
	Evitar afectación de especies protegidas o endémicas													
	Enriquecimiento de área de restauración en compensación de los indices de biodiversidad													AÑO 2
	d) FAUNA													
	Evitar alteraciones de hábitat en sitios aledaños													
	Aplicación del Programa de protección y rescate de fauna previa a las actividades y durante la operación													
	e) CAPACITACIÓN AL PERSONAL													
	Manejo de residuos de manejo especial y solidos urbanos													
	Capacitación sobre aplicación de medidas de seguridad y mitigación de impactos ambientales													
	Operación de la Línea Eléctrica													
	Mantenimiento preventivo de LTE en la instalación electrica													
	Mantenimiento de derecho de vía													
Cierre de actividades	Informes a SEMARNAT													

II.2.2 Preparación del sitio

La etapa de preparación del sitio es una de las primeras actividades que se ejecutaran directamente en el área donde se pretende establecer la línea eléctrica, es importante tomar algunas acciones dirigidas a la capacitación del personal para que este se concientice sobre las actividades de protección y cuidado al medio ambiente que debe de seguir al laborar en los ecosistemas presentes, para el caso de este proyecto se proponen las siguientes acciones, previo al inicio de actividades:

- Con la finalidad de disminuir al máximo los daños ambientales, y aprovechando el tipo de obra que se pretende ejecutar, se manifiesta que toda aquella vegetación que corresponde a hierbas y arbustos, no se removerá dentro de la brecha de maniobras, salvo en aquellos lugares donde se colocaran los postes y retenidas, como se indica en la descripción del proyecto.

- El área donde se ubica el Ramal de la L.T.E. referido, y del cual se pretende construir e instalar un segmento de línea presenta acceso a todos los puntos donde se tienen colocadas las estructuras de soporte, en aquellos lugares donde no es posible el acceso con vehículos, se propone que las ejecuciones de las actividades se lleven a cabo a maniobra utilizando poleas, vehículos, cuerdas, etc., procurando en todo momento evitar las afectaciones a la vegetación.

- Todo vehículo que se pretenda utilizar en cualquier etapa deberá estar en las mejores condiciones posibles de operación, con la finalidad de evitar cualquier derrame de aceite o cualquier otro desperfecto que pueda dañar al medio ambiente dentro del sitio del proyecto.

- Se dará capacitación a todos los operadores tanto de vehículos como de maquinaria para que tengan conocimiento de las afectaciones que se provocan en el medio ambiente al hacer reparaciones de vehículos dentro del área del proyecto.

- Dentro de las actividades de preparación del sitio y en general durante toda la obra, el personal que labore deberá abstenerse de cazar especies de fauna nativa, esto se pretende lograr mediante la inclusión de la medida en el reglamento de obra, además de la capacitación al personal.

Las actividades principales a desarrollar durante esta Etapa son las siguientes:

Trámites y Permisos. Los trámites necesarios para la ejecución de cualquier circuito inician con los permisos de los dueños y o poseedores de los terrenos por donde se pretende instalar el circuito, se platica inicialmente con las autoridades en caso de ejidos y comunidades, posteriormente se asiste a las asambleas que se convocan para tratar el tema, si este es aprobado se procede al registro del acta correspondiente y a la obtención de la documentación legal correspondiente, en el caso de los predios particulares se visita al dueño o apoderado de los terrenos, se le explica la naturaleza del proyecto y se solicita identificación, escrituras y firma del documento de anuencia. Una vez que se cuenta con la documentación legal y anuencias, se procede a levantar la información necesaria para elaborar los estudios ambientales, sobre los cuales la autoridad federal (SEMARNAT) hace la evaluación correspondiente para rechazar o autorizar el inicio de actividades y el cambio de uso de suelo del proyecto en cuestión.

Verificación Topográfica. Esta actividad consiste en efectuar recorridos en campo con los trazos efectuados previamente en gabinete, estos trazos se cotejan y corrigen de acuerdo con las condiciones, topográficas, ambientales y sociales. Una vez que se han considerado estas acciones se hace un trazo preliminar, el cual es ajustado por el topógrafo, este ajuste consiste en el marcado de los puntos de inflexión, sobre los cuales se identifica con una mojonera de cemento, donde se coloca el número de punto de inflexión a que corresponde y el rumbo, ej. PI-4 DEF IZQ.

Desarrollo de Ingeniería. Una vez que la verificación topográfica ha sido llevada a cabo, se procede con el desarrollo de ingeniería, el cual consiste en efectuar los cálculos de los tipos de materiales necesarios, tensiones que deberán soportar los cables, tipos de estructuras de soporte que tendrán que ser colocadas.

II.2.3 Descripción de Obras y actividades provisionales del proyecto:

Una obra o actividad provisional para determinado proyecto es toda aquella necesaria para la ejecución del proyecto principal, es decir es la que en si misma puede representar todo un proyecto con sus respectivas repercusiones para el medio ambiente, causando acumulación y/o sinergia de impactos con respecto a los que se causarán con el proyecto original; para proyectos como el que se está evaluando en este documento podemos mencionar algunas de las obras que se consideran asociadas, p. ej.: Patios de maquinaria, oficinas, almacenes, dormitorios, comedores, instalaciones sanitarias y caminos de acceso.

Patios para maquinaria: El área necesaria para el cable, equipo y maquinaria será en el Campamento Truchas, por esta razón no será necesaria la construcción de patios para este fin.

Oficinas: Las dimensiones del proyecto que se están evaluando, así como las características de este, no representan una necesidad de contar con un sistema de oficinas en el sitio para la administración durante las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Almacenes: La cantidad de materiales que se necesitan no requieren de grandes superficies, así como tampoco requiere de condiciones especiales de almacenamiento, por lo que su almacenamiento temporal será sobre los mismos vehículos que los transporten.

Almacenamiento de combustible

Dentro del área del proyecto no se contará con tanques de almacenamiento de combustible. Los vehículos cargarán combustible en las estaciones de servicio cercanas.

Transporte de material, equipo y personal

Durante la etapa de preparación del sitio será necesario el transporte de materiales, equipo y personal hasta el sitio, para lo cual se utilizarán los caminos ya existentes, los cuales son de terracería, así como animales de carga para las áreas de difícil acceso donde no existan caminos de acceso.

Manejo de residuos

Durante la etapa de preparación del sitio se generarán residuos sólidos consistentes principalmente en residuos sólidos urbanos y material vegetal y tierra, los cuales serán manejados y dispuestos en sitios autorizados conforme a la normatividad aplicable. Durante esta etapa no se generarán residuos peligrosos.

Presencia de personal en el sitio

Es importante mencionar que no se tiene contemplada la habilitación de campamentos para el personal, por lo que únicamente se considera su presencia durante la jornada de trabajo.

Dormitorios y comedores:

De ser necesario se utilizaran los existentes en el campamento Las Truchas, los cuales estan a cargo de la Empresa Minera promovente de esta proyecto.

Instalaciones sanitarias: Se cuenta con instalaciones sanitarias en el Campamento de Truchas y en la Casa de Máquinas, para disposición de los trabajadores.

Caminos de acceso: Las diferentes áreas donde se pretende la construcción, cuentan con una red de caminos suficientes para el acceso y desarrollo de las actividades encaminadas a la ejecución del proyecto, por lo que no es necesaria la construcción de nuevos caminos de acceso, en caso de aquellos puntos donde no allá acceso para los vehículos, los trabajos se ejecutarán "a maniobra" por lo que no se permitirá la construcción de nuevos caminos.

En conclusión, no existirá para este proyecto la construcción de obras asociadas que puedan generar un mayor desequilibrio al medio ambiente.

II.2.4 Etapa de Construcción:

El presente proyecto se refiere a la construcción de un segmento de una Línea de Transmisión Eléctrica, cuya longitud es de 156.95 metros, estableciendo un derecho de vía de 7.00 metros en ambos extremos a partir del centro de la **LTE**, dando un derecho de vía total de 14.00 metros.

Las características del segmento de la LTE se proporcionan en la tabla 6.

Tabla 6. Características del segmento de la LTE.

Capacidad de la Línea	34.5 Kilovoltios
Número de Circuitos	1
Longitud	156.95 metros (área a afectar)
Derecho de vía requerido	14 metros
Cantidad de estructuras	2 estructuras (su instalación no se contempla en el presente proyecto)
Cable conductor	ACSR 477
Cable de Guarda	5/16" de acero galvanizado sin fibra óptica
Aislamiento (Tipo)	Aislador de vidrio tipo cadena y aislador tipo LAP
Estructuras de Soporte	Torrecillas (estructura metálica) de 14m de altura
Tipo de cimentación	Ciclópeo (para las estructuras metálicas)
Profundidad de la cepa	1.70 a 2.0 metros
Sistema de tierras	Alambre de cobre calibre 4 y varillas Coperwelld 3m de 5/8"

Las cantidad y tipo de estructuras por utilizar en la construcción e instalación del segmento de la Línea se presentan en la tabla 7.

Tabla 7 Estructuras a utilizar para el tendido de la LTE.

Estructura No.	**Coordenadas UTM WGS 84**			**Tipo de Estructura**
	Región	X	Y	
1	13 R	0402231	2708359	MR3G (estructura 32)
2	13 R	0402306	2708469	HA3G (estructura 33)

Previa al desarrollo de esta etapa, se deberá de atender primeramente lo concerniente al programa de rescate de flora y de fauna silvestre con el objetivo de proteger a especies de lento crecimiento, nidos, madrigueras, fauna de ocurrencia en el sitio, así como emprender acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna y en el caso de flora evitar afectar la vegetación aledaña durante la operación, en un caso dado la de rescatar especies que se puedan comprometer durante la construcción en los sitios de CUSTF, en la que se pretende que estas especies no sean removidas y en caso de haber una remoción por la operación esta sea rescatada. A la par se delimitará cada uno de los polígonos, en sus límites mediante pintura, para identificar las áreas de CUSTF, y así evitar que se sobrepase de los limites autorizados y que en estos se realice alguna actividad. Otra de las actividades será la de colocación de señalización en prevención a la protección de flora y fauna en el sitio y prevención de incendios.

Apertura de Brecha Forestal.

Una vez que el proyecto ha sido autorizado por parte de la autoridad correspondiente para su ejecución; un técnico forestal con apoyo del topógrafo procederá a efectuar el marcado de la vegetación sobre el ancho de 7 metros a cada lado del eje de la línea eléctrica, ya con la vegetación marcada para su derribo de acuerdo a los límites establecidos, el personal con el equipo, maquinaria y mano de obra adecuados, ejecuta el derribo, que en todos los casos es derribo direccional hacia el centro del área de afectación, esta actividad se hace de manera progresiva conforme las necesidades del circuito lo vayan requiriendo, una vez que se ha efectuado el derribo en determinada área se extrae el material vegetal aprovechable (madera en rollo, postes y leña), los residuos no aprovechables económicamente se pican, trituran y acomodan en cordones de manera perpendicular a la pendiente dentro del área de afectación, como obras de conservación de suelo y agua, con el propósito de evitar la erosión del suelo, favorecer la infiltración y disminuir la velocidad de los escurrimientos.

En la etapa de construcción una vez despejado el derecho de vía y haber picado y acomodado el material resultante de la remoción de la vegetación, únicamente se tendera el cableado hacia las estructuras de soporte que se ubican fuera de esta zona.

El personal que laborara en la zona es local y será atendida su estancia y alimentación en el campamento que mantiene la Promovente en el Campamento de Truchas, por lo que no será necesario la estancia del personal en el área del proyecto, ni crear oficinas u otras de obras de ocupación temporal en la zona en que se desarrolle el CUSTF.

En esta actividad se utilizarán machetes, hachas y de ser el caso, motosierras. El desmonte de la brecha tiene como objetivos esenciales los siguientes:

- Permitir las maniobras de construcción durante el desarrollo de los trabajos.

- Servir para la habilitación de acceso a lo largo de la línea de transmisión eléctrica, para el transporte de personal, materiales y equipos, así como para el tendido y tensionado de cable conductor y de guarda.

- Proteger las estructuras y conductores contra la caída de árboles o ramas que puedan ocasionar daños o fallas en la línea de subtransmisión eléctricas.

- Proteger los terrenos adyacentes a la línea de transmisión eléctrica, contra posibles incendios ocasionados por la caída de conductores.

Localización, Trazo, Postes y Apertura de las Áreas para la Colocación de las Estructuras:

Como se mencionó con anterioridad, para la construcción e instalación del segmento de la LTE que se pretende en este proyecto, se requieren 2 estructuras metálicas para el soporte de la LTE, las cuales se encuentran instaladas sobre los extremos de los derechos de vía existentes, por lo que no se llevarán a cabo acciones para apertura de nuevas áreas, ni remoción de la vegetación en áreas no autorizadas para instalación de estructuras.

Así mismo, no se llevarán a cabo actividades de excavación para el montaje de postes, o hincado de postería, ya que las estructuras metálicas se encuentran instaladas en los extremos de los derechos de vías de caminos existentes.

Tendido y Tensionado del Cable Guarda.

Con la brecha libre se procede al tendido del cable guarda. Los cables conductor y guarda serán transportados en animales de carga y trasladados hasta los sitios respectivos, el cable es transportado de una estructura de soporte a otra por medio de una persona que se le denomina liniero, el cual recorre la distancia entre una estructura y otra con el cable guía, posteriormente el cable guía se tensa, mediante el procedimiento de tensión mecánica controlada, el cable se colocará hasta que se instalen los herrajes correspondientes con los accesorios (poleas), para posteriormente ser sujetados a los aisladores (enclemado), por último, se efectuará el empalme del cable conductor y/o guarda por tramos, instalando los puentes y remates en las estructuras que lo requieran, ya terminado el tendido se procede a hacer el tensionado de los mismos.

La tensión mecánica consiste en la utilización de un cable piloto que se coloca sobre las poleas provisionales en las estructuras y se tensiona manualmente.

Instalación de sistema de tierras.

Para ello se coloca una varilla Coperwelld de 16 mm. de diámetro por 3 metros de longitud en forma vertical enclavada a un costado del mismo poste, que serán conectadas al cable de bajante mediante cable AG Cal. 8, utilizando para ello los conectores correspondientes.

Colocación de retenidas.

La colocación de retenidas consiste en la excavación de una cepa de 1.8 a 2.2 metros de profundidad, donde será colocada la varilla roscada la cual tiene en un extremo un piloncillo de concreto, la cual será sepultada en la cepa con el mismo material de excavación y en el otro extremo se encuentra el ojo de donde sale el cable que sujetará la parte alta del poste.

Revisión final y pruebas.

Consiste en que una vez terminada la instalación del segmento de la línea de transmisión eléctrica se realizarán pruebas y verificaciones para determinar si ésta tiene el adecuado funcionamiento con los materiales instalados.

La revisión final para puesta en servicio de la línea de subtransmisión eléctrica consiste en la verificación de los siguientes aspectos:

- Caminos de acceso.
- Apertura de brecha.
- Cimentaciones.
- Retiro de la zona de construcción de materiales de desecho.
- Verticalidad de estructuras.
- Montaje correcto de las estructuras.
- Medición de resistencia de tierras.
- Reapriete de conexiones del sistema de tierras.
- Reapriete de herrajes y conectores de conductor y cable de guarda.
- Distancias fase a estructura.
- Libramientos fases a tierra.
- Libramientos fases a vías de comunicación y a otras líneas de subtransmisión eléctricas o de comunicaciones que se crucen.
- Flechado de conductores y cable de guarda.
- Verticalidad o plomeo de cadenas de aisladores.
- Instalación correcta de amortiguadores de vibración.
- Número y tipo de aisladores seleccionados en el diseño.

- Ubicación de empalmes.
- Identificación de las estructuras.

Posteriormente a la revisión de las obras, se realizarán las pruebas de energización correspondientes.

Las pruebas consisten en energizar temporalmente la línea de subtransmisión eléctrica, bajo condiciones normales de funcionamiento, si este es adecuado y satisface la demanda, se procede a poner en funcionamiento y se ratifica el plano que contiene el trazado, las inflexiones y los materiales especificados en él. En caso de que el servicio no cumpla con la demanda o presente fallas de algún tipo, se lleva a cabo un inventario con el cual se permite identificar la falla, así mismo se identifican aquellos componentes que puedan causar algún mal funcionamiento y se sustituyen, una vez sustituidos se modifican los planos con los materiales que se deben de especificar y se obtiene el plano definitivo.

Informe final.

Al terminar las actividades de construcción se elaborará un informe final, con base en la bitácora de obra, especificando la descripción de todas las actividades que se hicieron.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

La operación de la línea de transmisión eléctrica se realizará de conformidad con la normatividad vigente. En particular, con el fin de garantizar la continuidad en el suministro de energía eléctrica, y la conservación en forma adecuada de los elementos que conforman la línea de subtransmisión eléctrica, será necesaria la implementación de un *Programa de Mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo*, debido a que se busca que la obra tenga una duración indefinida mediante los mantenimientos preventivos, correctivos y reemplazo de los materiales necesarios.

En cuanto al uso de vehículos para el transporte de materiales necesarios para el mantenimiento de la línea, estos serán sujetos a mantenimiento preventivo, y en caso de requerir de mantenimiento en zonas aledañas al proyecto, los residuos que se generen se dispondrán en

envases para su posterior disposición en talleres autorizados o plantas de reciclaje donde se pueda minimizar el daño que son capaces de generar en la zona del proyecto.

La vegetación que por sus dimensiones pueda llegar a afectar y se encuentre dentro del derecho de vía establecido será eliminada, para evitar cualquier accidente, para el caso será necesario el uso de motosierras, donde se utilizará la técnica de derribo direccional en su caso y cuando se trate del desrame en hojosas, se utilizará las técnicas adecuadas que consisten en empezar por las partes más delgadas hasta llegar a las más gruesas de la copa

Programa de mantenimiento predictivo y preventivo

El mantenimiento que se brinda a una línea de transmisión eléctrica es en base a recorridos a lo largo de la brecha. Los recorridos permiten identificar posibles problemas que se pueden presentar en la línea de transmisión eléctrica como son daños a las estructuras, aislamientos, conductores, etc., causados por la gente, o por elementos naturales. Con base al diagnóstico generado por el recorrido se pueden realizar acciones para reparación de daños y así garantizar el servicio.

No se contempla la inclusión de tecnología especial que tenga relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos.

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

1) **Mantenimiento predictivo**: este mantenimiento está basado en la determinación del estado del equipo en operación. El concepto se basa en que el equipo dará un tipo de aviso antes de que falle y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones.

2) **Mantenimiento preventivo:** tiene como objetivo evitar las interrupciones de la línea eléctrica, mejorando la calidad y continuidad en su operación y es consecuencia de las inspecciones programadas.

3) **Mantenimiento correctivo:** es el que se realiza en condiciones de emergencia para aquellas actividades que quedarán fuera del control del mantenimiento preventivo, buscando

tener recursos, con el fin de lograr el menor tiempo de interrupción. Este tipo de mantenimiento no es deseable, ya que afecta los índices de disponibilidad de la línea eléctrica.

A continuación, se listan las principales actividades de mantenimiento que deben realizarse en una línea de transmisión eléctrica:

Inspección Mayor. Deberá realizarse cuando menos con una frecuencia de 1 vez por año a lo largo de toda la línea de transmisión eléctrica. Esta revisión deberá hacerse a detalle en cada elemento de la estructura, cables conductores, hilos de guardas y factores externos a la línea de subtransmisión eléctrica susceptibles de ocasionar fallas en la misma como brecha, contra perfiles, libramientos, cruzamientos con ríos, zonas de contaminación, vandalismo y áreas de incendio.

Inspección Menor. Podrán realizarse hasta 2 inspecciones menores en una línea de transmisión eléctrica por año, en el entendido de que en esta actividad no se requiere estrictamente subir a las estructuras por parte del liniero.

Medición de Resistencia a Tierra. Debe realizarse cada 4 años, se estima conveniente hacer programas de medición de resistencia de tierras al 100%. El equipo más recomendable para medir resistencia de tierras en línea de transmisión eléctricas de distribución energizadas es el de alta frecuencia, el cual no requiere de desconexión. La medición de tierra deberá ejecutarse en las épocas del año fuera de la temporada de lluvia para que el terreno permanezca seco.

Cambio de Aislamiento con Línea de transmisión eléctrica Energizada. Cambio de aislamiento con el uso de equipo de línea de transmisión eléctrica viva, pudiendo ser con el método potencial o con pértiga.

Cambio de Aislamiento con Línea de transmisión eléctrica Des energizada. Actividad realizada, programada con línea de transmisión eléctrica des energizada que no impliquen afectación de servicio o reste confiabilidad a la red o en su defecto que implique un alto riesgo para el personal que realiza dicha actividad.

Sustitución de Empalme de Conductor o Guarda. En aquéllas línea de transmisión eléctrica donde por termografía o inspección se detecten empalmes dañados o defectuosos (mecánicos o compresión), se deberá programar su reemplazo, considerando para ello el método que ofrezca mayor seguridad para el personal (uso de canastillas, bajar cable al piso, etc.).

Reapriete de Herrajes. Incluye la corrección de conexiones deficientes por tornillería floja en clemas de suspensión, clemas de remate, puente de cables de guarda y estructura en general.

Sustitución de Conectores de Guarda. Esta actividad se programará cuando por necesidad se requiera cambiar los conectores en el sistema de suspensión o tensión de los hilos de guarda en una estructura.

Sustitución de Cable de Guarda. En zonas de alta contaminación, donde los cables de guarda son severamente atacados por corrosión, se programa la sustitución de estos incluyendo los casos donde eventualmente se llega a tener ruptura de uno o más hilos del cable de guarda.

Reparación de Conductor o Hilo de Guarda. Estos trabajos tienen como propósito efectuar reparaciones en cables con hilos rotos, golpeados o dañados por corrosión, descargas atmosféricas o vandalismo.

Corrección al Sistema de Tierras. Como resultado de un programa de medición en algunas líneas de transmisión eléctricas resultarán valores de resistencia altos. Los valores mayores a 10 OHMS deberán corregirse, utilizando preferentemente el método de contra antenas y electrodos y/o mejorando las propiedades del terreno artificialmente.

Tabla 8. Actividades de mantenimiento y periodicidad.

No.	Actividad	Periodicidad
1	Inspección mayor	1 x año
2	Inspección menor	1 x año
3	Patrullaje o inspección área	1 x año
4	Inspección de brechas a terceros	Cada 2 años
5	Medición de resistencia a tierra	Cada 4 años
6	Medición de corrosión	Cada 6 años
7	Cambio de aislamiento con línea de subtransmisión eléctrica energizada	1 x año

8	Cambio de aislamiento con línea de subtransmisión eléctrica des energizada	1 x año
9	Sustitución de empalmes de conducción o de guarda	Cada 5 años
10	Reapriete de herrajes	Cada 3 años
11	Sustitución de conector de guarda	-----
12	Sustitución de cable de guarda	-----
13	Sustitución de cola de rata	-----
14	Mantenimiento a conexiones o cambio de puente	-----
15	Reparación de conductor o hilo guarda	-----
16	Corrección al sistema de tierras	Cada 4 años
17	Corrección de corrosión	Cada 6 años
18	Corrección de brecha	1 x año
19	Limpieza de brecha por terceros	Cada 2 años
20	Mantenimiento de equipo y herramientas	Cada 2 años

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Obra asociada es toda aquella que se construye en conjunto con la obra principal u objetivo, con la finalidad de permitir la construcción, funcionamiento u operación de esta.

Bajo esta definición podemos decir que en proyectos de tendidos de Transmisión eléctrica (como es el caso) las obras asociadas se consideran a los caminos de acceso, los cuales son construidos y/o rehabilitados con la finalidad de tener acceso a los diferentes puntos de inflexión y otras áreas del circuito eléctrico, estos caminos pueden o no seguirse utilizando posterior a que la construcción del proyecto termine.

Para este proyecto se consideró el diseño del trazo aprovechando la LTE existente, por lo que serán utilizados los caminos y/o derechos de vía que fueron construidos con anterioridad y que actualmente tienen una función específica que generalmente para la zona es la de comunicar una población con otra.

Tomando en cuenta las consideraciones de diseño y trazado en campo del segmento de la LTE se puede concluir que para la operación y mantenimiento del proyecto no es necesaria la construcción de obras asociadas.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

El presente proyecto no contempla el abandono del sitio, ya que con el mantenimiento adecuado a la LTE, su vida útil podría alargarse por largos periodos, sin embargo, de ser necesario realizar el abandono del sitio, en una primera fase se retirará todo el personal, maquinaria y equipo que se utilice para la construcción del proyecto de la siguiente manera:

- Se recolectarán todos los residuos tanto peligrosos como no peligrosos que hayan quedado al final de la construcción, estos deberán almacenarse en recipientes adecuados y transportados a los sitios de disposición de acuerdo con el tipo de residuo.

- La maquinaría que deje de utilizarse se retirará de la zona circulando únicamente por los caminos de acceso establecidos, esta no podrá mantener más allá de una semana después de terminada la obra, en caso de presentar alguna descompostura o que no se pueda mover por medios propios deberá ser transportada por un vehículo de apoyo.

- El personal no necesario previo a la limpieza de sus áreas de trabajo se trasladará fuera del sitio de la obra.

- Una vez concluidos los trabajos se procederá a ejecutar los diferentes trabajos encaminados a las medidas de mitigación y compensación aplicables en el sitio.

Considerando una etapa de abandono del sitio en el supuesto que las instalaciones dejarán de prestar el servicio para las que se les requiere se deberán considerar los siguientes pasos:

- ✓ Limpieza total de los terrenos.
- ✓ Retiro de mensajes restrictivos
- ✓ Rehabilitación de suelos.
- ✓ Disposición en lugares adecuados de los residuos.

Como parte de las actividades al término de la construcción, y como parte de las labores que se pretenden realizar a fin de restituir de alguna forma la vegetación, se realizara el enriquecimiento vegetal en un polígono aledaño al proyecto, como se observa en la ilustración 7.

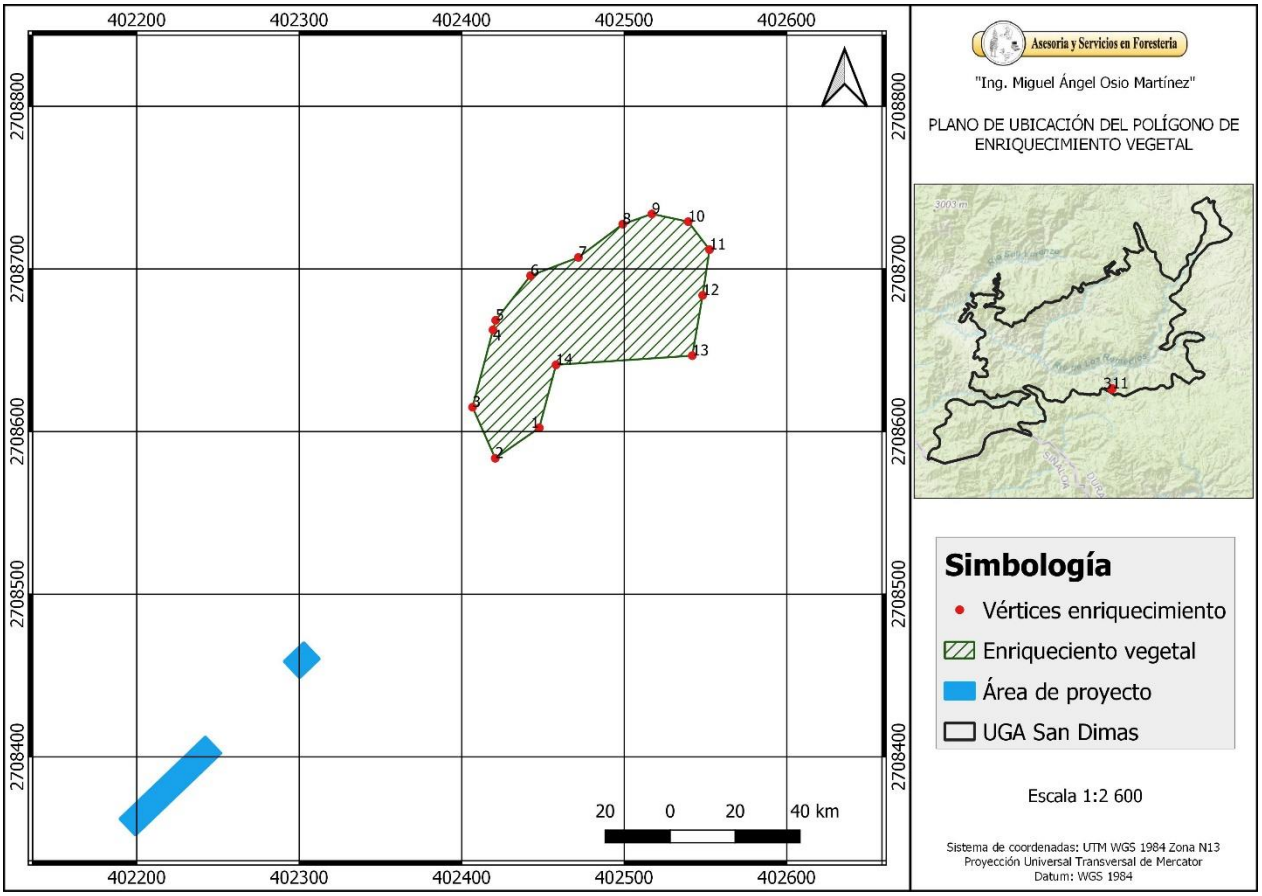


Ilustración 7 Localización del área sujeta a enriquecimiento vegetal.

Además del impulso en acciones de educación ambiental y socioeconómico, que permitan cambios de actitud y aptitud entre los pobladores.

Para la protección de la fauna silvestre, serán necesarias campañas contra la cacería furtiva, con la participación de PROFEPA, que permita rescatar especies que actualmente se encuentran en una fuerte presión en la zona.

II.2.8 Utilización de explosivos

No se utilizarán explosivos para ninguna de las etapas de la obra.

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Se entiende por residuos cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficios, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso a partir del cual se generó.

En las diferentes etapas que comprende el desarrollo del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), se tendrán materiales y productos residuales no peligrosos y peligrosos, de éstos últimos, si se llegan a generar, se dispondrán temporalmente de acuerdo a sus características, colocándoles en tambos con tapa y serán manejados, transportados y confinados a través de empresas especializadas en el ramo.

Residuos peligrosos

Durante la etapa de construcción es posible que se presenten residuos sólidos y líquidos peligrosos. En caso de generarse tales residuos, se deberán depositar en recipientes debidamente identificados y tapados para su posterior traslado y confinamiento y/o reciclaje.

El mantenimiento vehicular, maquinaria y de equipo, principal fuente de residuos peligrosos en este tipo de proyectos deberá ejecutarse en los talleres establecidos de los centros poblacionales más cercanos ubicados en la región. En caso de presentarse un evento fortuito que implique la presencia de residuos peligrosos en la zona del proyecto, se habrá de vigilar la correcta y oportuna aplicación del procedimiento para la recolección y manejo de residuos peligrosos generados accidentalmente conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, así como al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.

No peligrosos.

El material como madera (carretes, cajas de los aisladores, etc.) y pedacería de vidrio, acero, aluminio, cable etc., serán recolectados diariamente y serán enviados a los almacenes temporales de la empresa, para que posteriormente sean reutilizados o en su caso sean enajenados. Finalmente, aquellos materiales no peligrosos que no sean reutilizables serán recolectados y se enviarán a los sitios adecuados para su disposición final.

A continuación, se hace un listado de los residuos que se consideran que se van a generar por las actividades del proyecto, no se incluyen los resultantes de las excavaciones, ya que estos mismos se quedarán en la zona para beneficio de los trabajos de restauración y conservación.

- Pedaceria de cables de Aluminio y Cobre, este se almacenará temporalmente en los campamentos de personal, y de ahí se dispondrán en un lugar adecuado, para efectos del proyecto aquí será el destino final de este residuo.

- Restos de aisladores (porcelana, resina sintética y vidrio). este se almacenará temporalmente en los campamentos de personal y se trasladará a los patios de la empresa contratista, para efectos del proyecto aquí será el destino final de este residuo.

- Residuos domésticos, se dispondrán fuera del sitio de la obra preferentemente en los rellenos sanitarios sobre los cuales se llegue a un acuerdo con las autoridades.

- Papel y cartón. Su almacenaje temporal será en los campamentos del personal, posteriormente se transportarán fuera del sitio de la obra preferentemente en los rellenos sanitarios sobre los cuales se llegue a un acuerdo con las autoridades.

- Plásticos. Se almacenarán de manera temporal en los campamentos de personal y su transportarán a las empresas que se dediquen al reciclaje de este.

- Residuos peligrosos de características CRETIB (T), aceites, grasas y otros que hayan tenido contacto con estos, se almacenarán temporalmente en los campamentos de personal y se transportaran a plantas de confinamiento y reciclaje.

Residuos sólidos no peligrosos:

 Domésticos.

Los residuos domésticos generados básicamente durante las etapas de preparación del sitio y construcción se dispondrán en recipientes cerrados ubicados estratégicamente en las áreas de trabajo para posteriormente ser llevados a un relleno sanitario para su disposición segura, durante la etapa de mantenimiento se exigirá a aquellos trabajadores que laboren en esta etapa que no se tire a campo abierto ningún residuo que pueda dañar al ambiente, siendo reglamento obligatorio para estos transportar sus propios residuos hasta los sitios provistos para este fin.

 Orgánicos: material vegetal.

Los residuos vegetales resultantes del derribo y desrame de la vegetación y que no sean susceptibles de aprovechamiento serán acomodados a lo largo del derecho de vía siguiendo las curvas de nivel con una altura no mayor a los 50 cms, de tal forma que se permita disminuir la erosión hídrica y evitar el arrastre de sedimentos y al mismo tiempo permitir una integración más rápida y segura de los componentes al suelo.

 Reutilizables y/o reciclables: papel y cartón, plásticos, metálicos, etcétera.

Los residuos como los empaques de madera, carretes y cartón se clasificarán en la zona del proyecto y dispondrán en recipientes –los que sus dimensiones así lo permitan- y se trasladaran a donde podrán entregarse a compañías que se dediquen al reciclaje de este tipo de materiales.

Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.

Emisiones a la atmósfera.

A manera de evitar en lo máximo posible las emisiones de los gases por el uso de automotores, estos se sujetarán a un estricto programa de mantenimiento para disminuir las emisiones generadas.

Emisión de ruido.

El ruido producido durante la ejecución del proyecto será únicamente el de los motores de vehículos y maquinaría utilizados en la obra. La emisión de ruido será en espacios abiertos y de fuentes vehiculares y equipo con bajos niveles de ruido, sin embargo, la promovente deberá sujetarse a los límites establecidos por la normatividad ambiental para el control de contaminación de emisión de ruido (Norma Oficial Mexicana NOM-080, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición).

II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Los residuos que pueden ser generados por las actividades de la obra serán depositados en tambos de 200 L, los cuales serán señalizados para la disposición de cada tipo de residuo que pueden contener, en lo que se refiere a los residuos considerados como peligrosos la zona no cuenta con la infraestructura necesaria por lo que deberán transportarse fuera del sitio de trabajo posiblemente a la Ciudad de Durango, esta es la ciudad más cercana donde se cuenta con la infraestructura adecuada. Los residuos no peligrosos y que por sus características no puedan ser reciclados serán depositados en el relleno sanitario más cercano al sitio del proyecto previo acuerdo con las autoridades que se encuentren a cargo de dicho relleno.

Para el caso de las emisiones provenientes de los escapes de los vehículos y maquinaria, no se tiene infraestructura para el control de estos, sin embargo, la disminución o baja emisión de estos será controlada con el uso eficiente de la maquinaria y vehículos para las actividades que fueron diseñados, aunado a esto se les deberá de dar un adecuado mantenimiento.

Manifiesto de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

“Ramal L.T.E. Las Truchas - Casa de Máquinas Presa Hidroeléctrica Las Truchas”

FIRST MAJESTIC
SILVER CORP.

Primero Empresa Minera S.A. de C.V.

CAPITULO III

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

Febrero, 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO. 3

III.1 Vinculación con los Planes de Ordenamientos Ecológico del Territorio Decretados. 5

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)..... 5

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Durango..... 10

III.2 Vinculación con los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales o, en su caso, de Centro de Población. 18

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. 18

III.2.2 Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Durango. 23

III.2.3 Plan Estatal de Desarrollo 2016- 2022 del Estado de Durango. 26

III.3 VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS. 29

III.3.1 Leyes Ambientales aplicables al proyecto. 29

III.3.2 Normas Oficiales Mexicanas 32

III.4 Vinculación con los Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas. 33

III.4.1 Áreas Naturales Protegidas 33

III.4.2 Regiones Terrestres Prioritarias. 35

III.4.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias 36

III.4.4 Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS) 39

III.5 VINCULACIÓN CON BANDOS Y REGLAMENTO MUNICIPALES. 40

III.5.1 Bando de Policía y Buen Gobierno del Municipio de San Dimas. 40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Localización del Proyecto dentro de la UAB respecto al Plano de Regionalización Ecológica..... 7

Ilustración 2 Localización de la UGA 149 dentro del Estado de Durango. 12

Ilustración 3. Localización del proyecto respecto a las Unidades de Gestión Ambiental 13

Ilustración 4. Estructura del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. 19

Ilustración 5 Localización del proyecto respecto al Área Natural Protegida..... 35

Ilustración 6 Ubicación del Proyecto Respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias 36

Ilustración 7 Ubicación del Proyecto Respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias..... 37

Ilustración 8 Ubicación del Proyecto Respecto a las AICA 39

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Características de la UGA 94 Cañones Duranguenses Sur. 8

Tabla 2. Estrategias sectoriales de la UAB 94. 8

Tabla 3 Criterios de Regulación Ecológica de la UGA 94. 15

Tabla 4 Vinculación del proyecto con las Leyes Ambientales vigentes..... 29

Tabla 5. Normatividad aplicable al proyecto. 32

Tabla 6. Limites máximos permisibles. 33

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

El presente capítulo tiene como objetivo identificar y analizar los diferentes instrumentos de planeación que inciden y regulan la zona en donde se desarrollará el proyecto, con la finalidad de determinar su compatibilidad y cumplimiento. Por lo tanto, en el presente capitulo se efectuará una revisión y análisis de los ordenamientos jurídicos e instrumentos de planeación que son aplicables al desarrollo del proyecto **"Ramal L.T.E. Truchas-Casa de Maquinas Hidroeléctrica Truchas"**, así como el grado de vinculación que guardan con el mismo respecto al marco jurídico ambiental y el uso de suelo vigentes, con el fin de establecer la base de las leyes y normas aplicables a las que se debe dar cumplimiento para garantizar el cuidado y protección del medio ambiente

De acuerdo con las disposiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), corresponde a la autoridad Federal otorgar la autorización para la construcción de Obras de Transmisión de energía eléctrica, que es el caso aplicable a Líneas Eléctricas.

En este sentido, la evaluación del Proyecto **"Ramal L.T.E. Truchas-Casa de Maquinas Hidroeléctrica Truchas"** en materia de impacto ambiental corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) conforme a los Artículos 5º, inciso K, fracción III; inciso O, fracción III, así como Articulo 10, fracción II del Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación del Impacto Ambiental (REIA de la LGEEPA) y que contemplan:

Artículo 5°, inciso K, fracción III del REIA:

III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y

Artículo 5°, inciso O, fracciones III del REIA:

III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

Artículo 10, que indica, las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

I. Regional, o

II. Particular.

Considerando lo establecido en el Artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA, que indica: … *Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:*

Lineamientos establecidos por el Artículo 11 del REIA.	***Análisis***
Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;	*El proyecto no consiste en ninguno de los establecidos en la fracción I, el objetivo principal del proyecto es el establecimiento de una línea eléctrica aérea para lo cual se requiere el sembrado de postes de madera con una profundidad de 1.80 metros lo cual se considera no afectara las cuencas hidrológicas debido a la mínima superficie que será afectada para el parado de estas estructuras, mismas que tendrán una separación de 75 metros, lo cual no implica el movimiento de tierras en grandes superficies.*
Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;	*El proyecto se pretende realizar en una zona rural, además no se refiere a un conjunto de obras o actividades incluidas en un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico.*
III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y	*El proyecto no se refiere a un conjunto de obras y actividades dentro de una región ecológica determinada.*
IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.	*El proyecto no originara impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que puedan ocasionar la destrucción, aislamiento o fragmentación de los ecosistemas.*

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

El presente Capítulo será desarrollado atendiendo las recomendaciones de la Guía para presentar la Manifestación de Impacto Ambiental Sector Eléctrico y Cambio de Uso de Suelo en su Modalidad Particular (SEMARNAT, 2014), mediante la identificación y análisis de los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará el proyecto, a fin de que la promovente se sujete a aquellos que mantienen validez legal.

Por la afectación de las superficies sujetas al Cambio de Uso del Suelo en terrenos que sustentan vegetación del tipo forestal, se debe cumplir además con lo que establece el Artículo 93 de La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), y los Artículos 139 Y 141 del Reglamento de esta Ley, por lo que la promovente presentara el ETJ para el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales ante la Secretaría.

III.1 Vinculación con los Planes de Ordenamientos Ecológico del Territorio Decretados.

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

La Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, emitió el Acuerdo por el que se expide el **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio**, instrumento publicado en el Diario Oficial de la Federación, el viernes 7 de septiembre de 2012, el cual se formuló con el fin de atender la necesidad de ordenar los usos del suelo para coadyuvar a frenar y revertir los problemas ambientales. El acuerdo del **POEGT**, aprobado por decreto se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012.

El **POEGT** es un instrumento **que mantiene validez legal** ya que se sustenta en la **LGEEPA** y su **Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE)** el cual establece que el objeto del **POEGT** es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial , sin embargo "*por su escala y alcance, **el POEGT no tiene como objeto** autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus*

programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas" (SEMARNAT, 2012) y por consecuencia el Acuerdo por el que se expide, será de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

De conformidad con la **LGEEPA**, el ordenamiento ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

La Regionalización Ecológica.

La regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas** (**UAB**). A cada **UAB** le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las **Unidades de Gestión Ambiental** (**UGA**) previstas en los **Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales**.

Considerando la regionalización ecológica propuesta en el **POEGT**, el Proyecto se ubica en la **Región Ecológica 9.19, dentro de la UAB 94** (Ilustración 1).

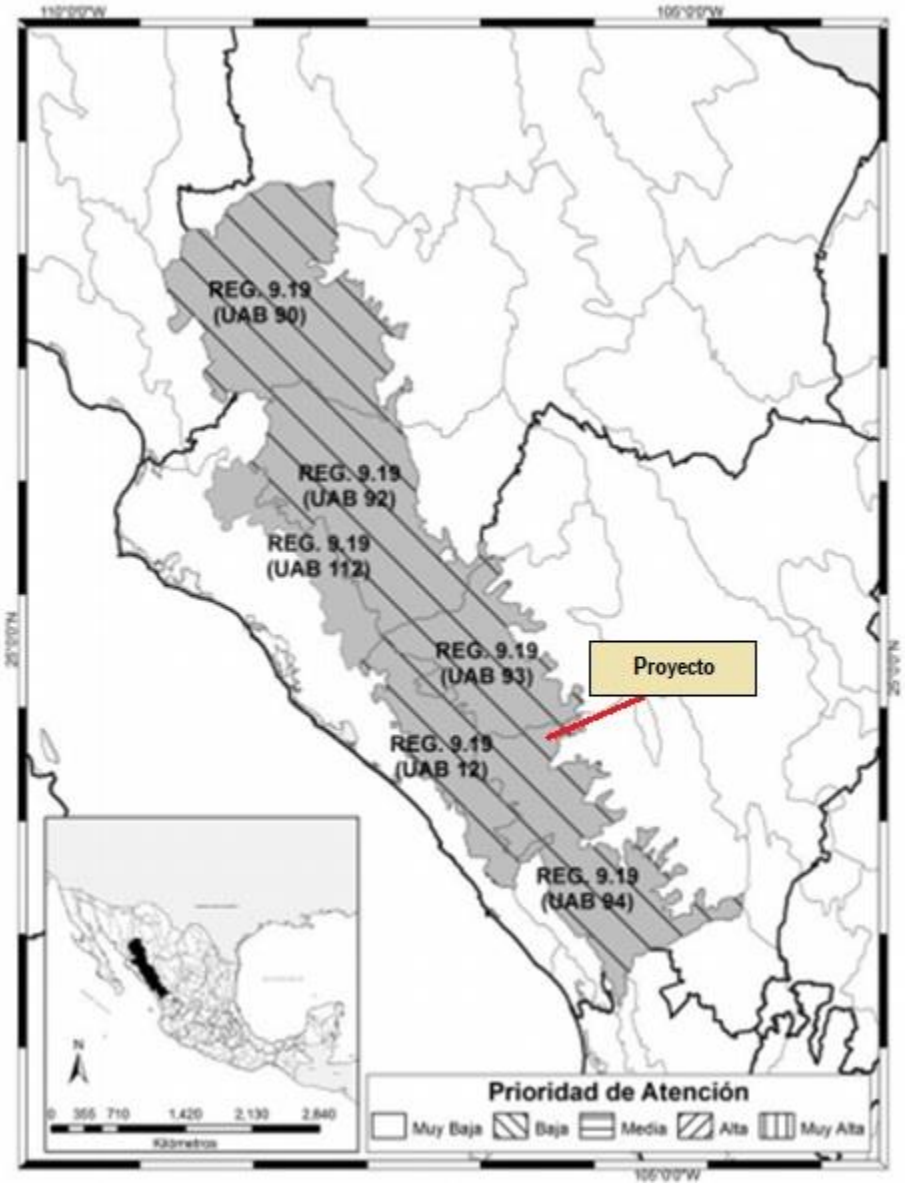


Ilustración 1. Localización del Proyecto dentro de la UAB respecto al Plano de Regionalización Ecológica

La UAB 94 **Cañones Durangueses Sur** tiene una extensión de 15,746.69 km2, en la cual para el año 2008 se distribuían 40,795 habitantes. La Política Ambiental es de Aprovechamiento Sustentable, Prioridad de Atención Baja.

El estado actual del medio ambiente para el año 2008 es Medianamente estable. Conflicto Sectorial Medio. No presenta superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas

Urbanas: Sin información. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 35.7. Alta marginación social. Medio índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Alta importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera. El Escenario al 2033 es Inestable.

Tabla 1 Características de la UGA 94 Cañones Duranguenses Sur.

UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Otros sectores de Interés	Estrategias sectoriales
94	Forestal - Minería	Preservación de Flora y Fauna	Agricultura – Ganadería - Poblacional	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Estrategias Sectoriales.

En razón de los escenarios (Contexto 2008 y Escenarios Tendenciales a 2012 y a 2033), y con base en los 10 lineamientos ecológicos que se apoyan en las 44 estrategias ecológicas, en las que se describen las acciones dirigidas a **lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, para la UAB 94**, se establecen las estrategias sectoriales que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Estrategias sectoriales de la UAB 94.

GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO	
A) PRESERVACIÓN	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad
B) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.

	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
C) PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	12. Protección de los ecosistemas 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes
D) RESTAURACIÓN	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DERECURSOS 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. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 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.

Las actividades requeridas para el desarrollo del presente proyecto estan vinculadas directamente con las Estrategias sectoriales dirigidas a la Preservación, Aprovechamiento Sustentable, Protección de los Recursos Naturales y Restauración, toda vez que las actividades a desarrollar para el tendido del cableado para el segmento del Ramal de la L.T.E. Las Truchas requerirán una superficie mínima de afectación respecto a la remoción de cobertura vegetal, aprovechando en el diseño del trazo, la depresión formada por un escurrimiento natural para realizar la voladura del cableado, además de utilizar los derechos de vía existentes para la conexión de este segmento con la LTE existente.

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Durango.

Para el Estado de Durango se estableció un Programa de Ordenamiento Ecológico, aprobado por decreto estatal el 21 de diciembre de 2008 y publicado en su última edición en el Periódico Oficial del Estado de Durango el 21 de julio del 2011, para dar cumplimiento al Ordenamiento Ecológico de acuerdo a la LGEEPA, tratándose de un instrumento de política ambiental dirigido a regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el propósito de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (LGEEPA, Artículo 3, Fracc. XXIII), en concordancia con la entonces Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Durango, hoy Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el estado de Durango, que en ese tiempo en Artículos 2, 9, 10, 11 y 12, estableció el Ordenamiento Ecológico, (Artículos 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 y 13 de la Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el estado de Durango) como instrumento de política ambiental cuyo objeto es la planeación, dirigida a evaluar y programar el uso de suelos y el manejo de los recursos naturales en el territorio estatal y los municipios, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico, proteger el ambiente y aprovechar los recursos naturales de acuerdo a su potencialidad.

El Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico es de observancia general y obligatoria para las dependencias y entidades de administración pública federal, estatal y municipal en la elaboración de sus planes y programas en el ámbito de sus respectivas competencias y en

el marco de las disposiciones jurídicas aplicables para el ejercicio de sus atribuciones. Sin embargo, las obras o actividades que se realicen dentro del área de ordenamiento, así como el otorgamiento de los permisos de uso de suelo o de construcción y las constancias de zonificación, se sujetarán a lo dispuesto en la legislación aplicable de orden federal estatal y municipal, en el ámbito de su respectiva competencia.

Unidades de Gestión Ambiental

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico establece, en su Artículo 3, que una unidad de gestión ambiental (UGA) es una unidad mínima del territorio a la que se le asignan lineamientos y estrategias ecológicas. Las **Unidades de Gestión Ambiental (UGA)**, se definen de acuerdo a criterios de identificación de áreas territoriales con características homogéneas naturales, sociales y productivas, compartiendo una misma problemática ambiental; lo que permite establecer en estas extensiones territoriales políticas de planeación enfocadas al manejo adecuado y conservación de los recursos naturales bajo un proceso de regionalización ecológica.

Para el buen manejo del territorio se establecieron Políticas Ecológicas que son aplicadas en cada **UGA** conforme a la categorización de sus características ambientales. El POET del Estado de Durango indica que: ***la política ecológica*** *establece como debe ser manejado el territorio, lo que permite tomar decisiones sobre cuáles son los usos de suelo y el manejo de recursos naturales más apropiados para lograr la conservación de los ecosistemas y promover el desarrollo sustentable. Las políticas ecológicas buscan delimitar un grado de apropiación del territorio y sus recursos naturales; desde la utilización extensiva e intensiva de los recursos, que implica la eliminación de ciertos ecosistemas, hasta la mínima utilización de estos con el subsecuente mantenimiento de la biodiversidad, los fenómenos ecológicos y la integridad de los flujos de materia y energía en los ecosistemas y paisajes.*

Con base en lo anterior, y a la Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango, que actualmente se conoce como **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango,** publicada en el Periódico Oficial de la

Federación en septiembre de 2016, se analiza la regionalización y ubicación de las **UGA** que son aplicables para el presente Proyecto.

Del análisis realizado y tomando como base la regionalización de las Unidades de Gestión Ambiental, que se presentan en el **Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA)** de la **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)** para el **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango, el proyecto se localiza** en la **UGA No. 149**, **Sierra Alta con Cañones 8** (Ilustración 3).

UGA No. 149 – Sierra alta con cañones 8

Ilustración 2 Localización de la UGA 149 dentro del Estado de Durango.

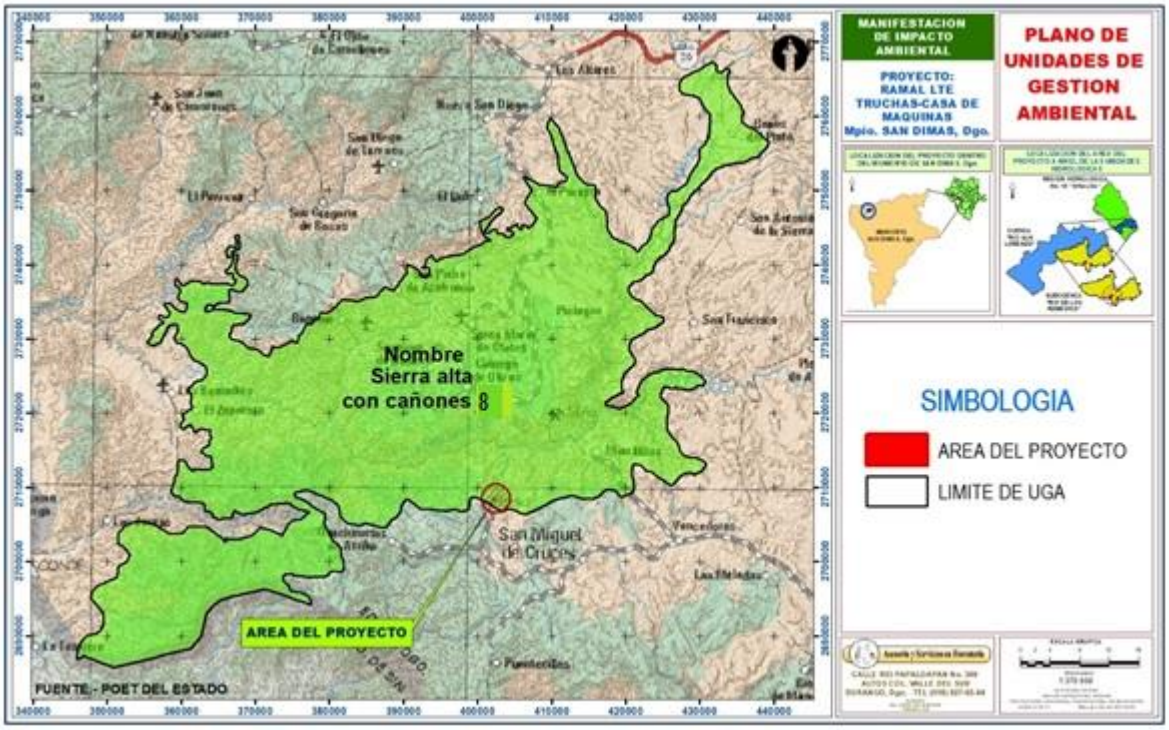


Ilustración 3. Localización del proyecto respecto a las Unidades de Gestión Ambiental

DIAGNÓSTICO Y LINEAMIENTOS

Superficie: 2563 Km2

Coordenadas extremas:

Xmax: 439262	Xmin: 345862
Ymax: 2767410	Ymin: 2685710

Municipios que comprende: Otáez; San Dimas; Santiago Papasquiaro; Tamazula

Cobertura del suelo (Km2): Agricultura de Temporal: 20.44; Bosque de Encino: 141.1; Bosque de Encino-Pino: 238.32; Bosque de Pino: 1222.85; Bosque de Pino-Encino: 70.07; Bosque Mesófilo de Montaña: 4.32; Pastizal Inducido: 11.79; Selva Baja Caducifolia: 519.07; Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino: 28.75; Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino: 4.25; Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino:

28.73; Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino-Pino: 33.01; Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino: 216.75; Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino: 20.14; Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia: 3.41

Tipo de suelo (Km2): Cambisol húmico: 32,98; Feozem háplico: 144,8; Litosol: 312,75; Luvisol órtico: 7,14; Regosol éutrico: 2055,19; Vertisol pélico: 10,13

Litología superficial (Km2): Ígnea extrusiva: 2535.44; Ígnea intrusiva: 8.14; Sedimentaria: 19.4

Altitud (msnm): Cota máxima: 2947; Cota mínima: 419

Rangos de pendiente (Km2): Plana (0° a 1°): 5,7; Ligeramente suave (1° a 3°): 38,3; Suave (3° a 5°): 50,16; Moderada (5° a 15°): 359,93; Fuerte (Mayor a 15°): 2108,9

Localidades y población: Población Total: 6866 habitantes; Localidades: 86; Localidad con población máxima: Otáez (871 hab.)

Superficie vulnerable a erosión (Categorías alta y muy alta): 249,6 Km2

Ecosistemas vulnerables: Bosque Mesófilo de Montaña; Selva

Impactos ambientales potenciales: Vegetación susceptible de cambio: Bosque, Selva; Contaminación y perdida de suelo, agua superficial y subterránea

Aptitudes sectoriales:

Conservación de la Biodiversidad: Alta: 29%; Media: 71%

Explotación Pecuaria de Caprinos: Alta: 30%; Media: 59%; Baja: 11%

Aprovechamiento Forestal Maderable: Media: 46%; Baja: 54%

Minería: Alta: 31%; Media: 30%; Baja: 39%

ESTRATEGIA ECOLÓGICA

Política ambiental: Conservación

Usos a promover: Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria de Caprinos; Aprovechamiento Forestal Maderable; Minería

Lineamiento ambiental: Se mantiene el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal maderable sustentable, manteniendo la cubierta de vegetación natural descrita en la UGA.

Tabla 3 Criterios de Regulación Ecológica de la UGA 94.

Clave.	Criterio de Regulación Ecológica.	Vinculación.
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	No aplica
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.	El desarrollo del proyecto no contempla actividades relacionadas con el pastoreo
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua	El proyecto no contempla actividades ganaderas de ningún tipo, ni obras de compactación relacionadas con la construcción de brechas.
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas Eragrostis curvula, E. lehamanniana, E. Superba, Melinum repens y Panicum coloratum).	No aplica.
GAN06	La ganadería extensiva realizada en áreas forestales compatibles con la conservación o el mantenimiento de los servicios ambientales deberá implementar sistemas de manejo holístico o pastoreo con rotación de potreros y períodos de descanso que permitan el mantenimiento y recuperación de la estructura natural de la vegetación.	No aplica
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde	No aplica

GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera en bebederos o comederos de plástico con pequeñas aperturas según el tamaño del ganado y subir el nivel altura de acuerdo al tamaño del ganado pastando).	No aplica
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir el libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior.	No aplica
FORM01	Los aprovechamientos forestales deberán buscar la permanencia de corredores faunísticos.	Si bien el desarrollo del proyecto requiere la remoción de vegetación arbórea, no se han detectado corredores faunísticos en el área del proyecto.
FORM02	Se deberán fomentar viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	No aplica
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.	Si bien el desarrollo del proyecto no se refiere específicamente a actividades de aprovechamiento forestal, tanto el derecho de vía de la línea existente, como los próximos a establecer pueden funcionar a su vez como guardarrayas o brechas cortafuego.
FORM04	En las zonas sujetas a aprovechamiento forestal se promoverá realizar labores de conservación de suelos.	
FORM05	En la apertura de caminos, durante los aprovechamientos forestales es necesario evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales.	El proyecto no contempla la apertura de caminos.
FORM06	En áreas con aptitud para recursos forestales y ganadería extensiva se deben establecer sistemas silvopastoriles (SSP), disminuyendo la carga animal para favorecer la regeneración y mantenimiento de la vegetación natural.	No aplica
MIN01	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad ambiente.	No aplica
MIN02	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores en circulación que usen gas licuado del petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	No aplica

MIN03	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	No aplica, sin embargo, el desarrollo del proyecto se sujetará a las disposiciones establecidas en la normatividad ambiental aplicable.
MIN04	En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	No aplica
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.	No aplica
URB11	En el área urbana deberá contemplarse espacios verdes en una relación de superficie mínima de 9.0 m^2/habitante.	No aplica
URB12	Se recomienda la utilización de fertilizantes orgánicos tales como estiércol, humus de lombriz, turba, composta, entre otros para su incorporación a las áreas verdes de parques, camellones y jardines urbanos	No aplica
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.	No aplica
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.	No aplica
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 esta.	No aplica
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.	No aplica

III.2 Vinculación con los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales o, en su caso, de Centro de Población.

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

El Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024, fue publicado en la Gaceta Parlamentaria de la Cámara de Diputados el día 30 de abril de 2019. Esencialmente es un documento en el que se plasman los grandes objetivos de las políticas públicas, establece las acciones específicas para alcanzarlos y precisa indicadores que permitirán medir los avances obtenidos.

El PND indica que: … "*México goza actualmente de ciertas ventajas que podrían generar un mayor crecimiento como son la disponibilidad de una fuerza laboral joven, un mercado interno grande y con potencial de desarrollo, una de las mayores riquezas de biodiversidad en el mundo, una localización geográfica privilegiada y un atractivo turístico, entre otras.*

El potencial para el desarrollo presente y futuro del país dependerá de que este se promueva bajo un modelo de desarrollo basado en la explotación responsable de los recursos naturales del país, atendiendo las necesidades en el presente sin arriesgar las capacidades de crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras.

Los avances tecnológicos y científicos, tales como la llamada cuarta revolución industrial y los avances en la medicina, la genética, la inteligencia artificial, pueden ofrecer nuevas posibilidades para lograr un desarrollo con rostro humano, capaz de llevar soluciones y bienestar a la población. Asimismo, la disponibilidad y penetración del internet y de las nuevas tecnologías de información y comunicación en las actividades humanas representan inéditas vías de interacción social, oportunidades de acceso a la educación y la cultura, así como nuevas formas de organización de la producción. Aprovechar este potencial al máximo presenta grandes desafíos, pues la innovación se da de forma cada vez más acelerada y requiere del desarrollo constante de nuevas habilidades y de sistemas y marcos jurídicos que garanticen la seguridad, la privacidad y el control en el uso de estas herramientas."

El desarrollo nacional pleno se sustentará los próximos seis años en acciones coordinadas en tres pilares:

1. Afianzar la justicia y el Estado de Derecho para que el gobierno sea garante de los derechos humanos establecidos en la Constitución y para construir un país donde impere la ley y la justicia.

2. Garantizar el goce de los derechos sociales y económicos establecidos en la Constitución.

3. Incentivar un desarrollo económico dinámico, equilibrado, sostenible y equitativo que amplíe las capacidades, presentes y futuras de todas las personas.

Ilustración 4. Estructura del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

El objetivo del **PND** 2019-2024 es transformar la vida pública del país para lograr un mayor bienestar para todos y todas. Tal transformación requiere la articulación de políticas públicas integrales que se complementen y fortalezcan, y que en su conjunto construyan soluciones de fondo que atiendan la raíz de los problemas que enfrenta el país. El documento está estructurado por tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos identificados a través del Sistema Nacional de Planeación Democrática en tres temáticas. Las estrategias del PND son el instrumento que articula de manera lógica y consistente cada conjunto de líneas de acción que serán implementadas por las diferentes dependencias de la APF en sus programas derivados.

Objetivos, estrategias y líneas de acción aplicables al proyecto.

En este apartado se hace referencia a las estrategias y líneas de acción que se relacionan con el sector de actividad económica en el que se enmarca el presente proyecto.

Objetivo 3.3: Promover la innovación, la competencia, la integración en las cadenas de valor y la generación de un mayor valor agregado en todos los sectores productivos bajo un enfoque de sostenibilidad.

El gobierno impulsará el fortalecimiento de las cadenas de valor a través de:

1) *garantizar la producción interna de materias primas estratégicas, incluyendo los minerales;*

2) incentivar su procesamiento en el mercado interno;

3) vincular a productores en la misma industria para facilitar la integración de nuevos actores;

4) impulsar la competitividad mediante la participación y colaboración de empresas, instituciones de educación e investigación, dependencias gubernamentales y comunidades; y,

5) generar redes de proveeduría local y regional a través del desarrollo de conjuntos industriales.

Será fundamental reactivar el mercado interno e integrar a las diferentes regiones en el proceso de avance tecnológico y desarrollo económico. La inversión pública será transparente, eficiente y articulada con la inversión privada para potenciar los beneficios del gasto. Se priorizará la inversión en regiones marginadas que no se han integrado en la dinámica de desarrollo, respetando sus formas de organización productiva, historia, cultura, tradiciones, medio ambiente y territorios. En este sentido, *se estimulará la producción minera responsable como motor de desarrollo regional.*

Para alcanzar el objetivo se proponen las siguientes **estrategias**:

3.3.1 Desarrollar el Sistema Nacional de Innovación de los sectores productivos para fortalecer la protección a los derechos de propiedad industrial e intelectual, que vincule a la comunidad científica con los sectores público, social y privado, a través de la generación de conocimiento de frontera y el desarrollo de tecnologías, para contribuir a la atención y solución de problemas nacionales prioritarios en materia social, económica y ambiental.

3.3.2 Impulsar el desarrollo y adopción de nuevas tecnologías en los sectores productivos y la formación de capacidades para aprovecharlas, vinculando la investigación con la industria y los usuarios y promoviendo métodos de producción sostenible y patrones de consumo responsable que promuevan el uso eficiente y racional del territorio y de sus recursos.

3.3.3 Impulsar la inversión pública y privada en infraestructura resiliente y accesible, buscando la complementariedad entre distintos proyectos, para potenciar el mercado interno y fortalecer las capacidades en investigación, incluir a las periferias urbanas y regiones marginadas en la dinámica de desarrollo, y apuntalar la sustentabilidad ambiental de la actividad económica.

3.3.4 Generar programas que impulsen la integración de las empresas en las cadenas de valor y de proveeduría y en la actividad exportadora, ofreciendo asesoría especial para facilitar la entrada de grupos no tradicionales a las redes de comercio.

3.3.5 Promover el comercio nacional e internacional y la diversificación de productos, servicios y destinos de exportación e importación.

3.3.6 Garantizar las condiciones de competencia en el mercado interno, fomentar el desarrollo y adopción de códigos de ética y políticas de integridad y anticorrupción en el sector empresarial, y combatir otras distorsiones que afectan la asignación eficiente de los recursos.

3.3.7 Empoderar al consumidor, mediante la protección efectiva del ejercicio de sus derechos y la confianza ciudadana, promoviendo un consumo razonado, informado, sostenible, seguro y saludable.

3.3.8 *Potenciar las capacidades locales de producción y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y* ***minerales****, a través de la innovación, y* ***fomentar la inversión en proyectos agropecuarios y mineros****, en un marco de certidumbre y respeto a las comunidades y al medio ambiente.*

El Plan Nacional de Desarrollo 2019~2024 considera la relevancia del desarrollo del Sector Minero como estratégico para la participación de inversiones extranjeras que puedan contribuir a una economía competitiva y una mayor generación de empleos, los cuales se presentan en zonas alejadas donde la presencia de facilidades industriales y comerciales como de fuentes de empleo son muy escasas.

Cabe señalar que el concepto de Sustentabilidad Ambiental es una política en las empresas globales, por lo que se traduce en una obligación donde se programan con oportunidad los Planes de Abandono conforme a las Obligaciones para el Retiro de Activos que se derivan de sus requerimientos ambientales, contemplando las inversiones y acciones necesarias desde la apertura de una operación hasta la etapa de cierre y abandono cuando un yacimiento llega al término de su vida útil, con el propósito de garantizar la aplicación de las inversiones y medidas que contribuyan a restituir en lo posible las condiciones originales del lugar, sin menoscabo de las compensaciones ambientales que apliquen a juicio de la autoridad competente, para los casos de terrenos que presenten características del tipo forestal conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Los lineamientos del PND 2'19-2024 referentes a actividades mineras fomentan la eficiencia de las actividades mineras mediante un desarrollo sostenible.

Vinculación del proyecto con el PND 2019 – 2024.

La Promovente como resultado de sus políticas a raíz de la participación de inversiones de interés público que cotizan en la bolsa internacional, cuenta con instrumentos de este tipo que incorporan la variable ambiental, sin menoscabo del cumplimiento con las leyes y normas nacionales de carácter ambiental, de residuos y forestales que le aplican a sus operaciones, infiriéndose que las obras del proyecto son conceptos que estarán en

concordancia con las estrategias del Plan Nacional de Desarrollo, al incorporar la variable ambiental para proyectos productivos que coadyuven a mitigar el impacto ambiental.

Cabe mencionar que la construcción e instalación del segmento del Ramal de la LTE Las Truchas al Casa de Maquinas Hidroeléctricas Las Truchas, cuyo proyecto se encuentra contenido en el presente documento, tiene como objetivo eficientar la transmisión y distribución de la energía eléctrica generada por la Planta Hidroeléctrica Las Truchas, cuya generación de energía eléctrica es suministrada en la Planta de Beneficio y Mina que se ubica en el Distrito Minero de San Dimas, Tayoltita, Estado de Durango, que al igual que la Presa Hidroeléctrica es operada por parte de la Empresa Desarrollos Mineros San Luis, S.A. de C.V, para la Unidad Minera Tayoltita.

Por lo tanto, se puede concluir que el desarrollo de este proyecto "**Ramal L.T.E. Las Truchas – Casa de Maquinas Hidroeléctrica Las Truchas**" está estrechamente vinculado con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024.

III.2.2 Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Durango.

La Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Durango en su Título Segundo. Desarrollo Económico, Capitulo I. Del Desarrollo Económico Competitivo y Sustentable, **Artículo 40**, establece que:… *El Estado establecerá las políticas del desarrollo económico, social y humano, de manera integral y sustentable, que fortalezcan el régimen democrático y que, mediante el desarrollo económico, la generación de empleos, y una justa distribución del ingreso y la riqueza, permitan mejorar las condiciones de vida de la población en general y el desarrollo equilibrado de las regiones que integran el territorio estatal*.

Las políticas públicas para el desarrollo económico tendrán los objetivos siguientes:

…

VII. Construir un sistema económico y productivo sustentable y respetuoso del medio ambiente.

VIII. Estimular un consumo social y ambientalmente responsable.

El Estado promoverá las condiciones para el desarrollo rural integral y la incorporación de los productores agropecuarios locales al desarrollo estatal y nacional, con el propósito de generar empleo y garantizar el bienestar de la población. Para el óptimo uso de la tierra se fomentará la actividad agropecuaria y forestal con obras de infraestructura, insumos, financiamientos, servicios de capacitación y asistencia técnica.

Artículo 42.- *El Estado promoverá el desarrollo económico sustentable, basado en la regulación y fomento del uso de tecnologías para el manejo adecuado del medio ambiente y el aprovechamiento racional de los recursos naturales. En el Estado será prioritario el desarrollo y aprovechamiento de las fuentes renovables de energía.*

Las leyes definirán los mecanismos para el fomento y promoción de la inversión, el desarrollo económico, el empleo, la competitividad, la productividad, la conectividad de la economía local con los mercados nacionales y extranjeros, la mejora regulatoria, el desarrollo científico y tecnológico y la innovación para el desarrollo económico sustentable; e incentivarán, apoyarán y protegerán a las empresas y a los particulares establecidos en la entidad cuya actividad productiva se realice con observancia de las normas de protección ambiental.

Artículo 47, en materia de planeación del desarrollo establece que: ... *La planeación, en los términos que disponga la ley, quedará establecida en los planes de desarrollo estatal y municipales, los cuales determinarán con claridad las políticas o ejes del desarrollo, los objetivos, las estrategias y las líneas de acción, en función de la situación que prevalezca en la entidad, considerando las fuentes de información oficiales, las demandas de la sociedad, las prioridades identificadas y la visión del Estado que se desea alcanzar producto del consenso social.*

Con base en estas disposiciones constitucionales, la **Ley de Planeación del Estado de Durango** establece los principios, normas y funcionamiento para la implantación del Sistema Estatal de Planeación Democrática, de la cual se extrae el artículo siguiente:

Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entiende por Planeación Estatal del Desarrollo, la ordenación racional y sistemática de acciones, en base al ejercicio de las atribuciones del

Ejecutivo Estatal en materia de regulación y fomento de la actividad económica, social, política y cultural y su ejercicio tendrá por objeto:

I.- Transformar racional y progresivamente los recursos de acción del desarrollo económico y social.

II.- Asegurar la participación de la sociedad duranguense en las acciones del Gobierno para fortalecer la democracia como sistema de vida. Fundado en el constante mejoramiento económico, social y cultural de la población duranguense.

III.- Lograr el equilibrio económico de la población, poniendo énfasis en la atención de las necesidades básicas en el mejoramiento de la calidad de vida y en la conformación más adecuada de las relaciones entre las diferentes regiones del Estado y entre los núcleos rurales y urbanos.

***IV**.- Hacer congruente los esfuerzos de la planeación en los niveles nacional, regional, estatal y municipal.*

V.- Buscar el equilibrio entre los factores de producción e impulsar la productividad, protegiendo y promoviendo el empleo para propiciar la estabilidad y la armonía en el proceso de desarrollo económico y social de la entidad.

Vinculación del proyecto con la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Durango.

El presente proyecto busca eficientar la transmisión y distribución de la energía eléctrica proveniente de la Planta Hidroeléctrica Las Truchas que abastece de energía al Campamento Las Truchas, la Planta de Beneficio y la Mina que se ubica en el Distrito Minero de San Dimas, Tayoltita, Estado de Durango.

El contar con el abasto de energía adecuado y de forma ininterrumpida permite mejorar y aumentar la productividad de dicho complejo minero y con ello conservar las fuentes de empleo que genera la Unidad Minera, además de mantener la derrama y crecimiento económico no solo de la población de Tayoltita sino también de las Localidades cercanas,

así como a nivel Nacional e Internacional, por lo tanto se considera que el desarrollo del presente proyecto es un eslabón fundamental para el desarrollo económico de la Región de San Dimas.

III.2.3 Plan Estatal de Desarrollo 2016- 2022 del Estado de Durango.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 del Estado de Durango constituye el instrumento rector de la planeación del Estado, donde se establecen los objetivos, estrategias, líneas de acción, indicadores y metas, a fin de construir una nueva sociedad incluyente en la que todas las personas tengan acceso efectivo a los derechos que otorga nuestra Constitución.

Este Plan se estructura en 4 Ejes Rectores surgidos de la demanda popular, que direccionan el rumbo para alcanzar un desarrollo integral con una amplia participación ciudadana y una visión municipalista que permitan lograr un Gobierno innovador, transparente, eficaz y eficiente. Los cuatro Ejes Rectores son:

Eje 1. Transparencia y Rendición de Cuentas. Ética gubernamental, Transparencia, Acceso a la información pública, Gobierno abierto, Rendición de cuentas e Impulso a la democracia para fortalecer las instituciones y fortalecimiento municipal

Eje 2. Gobierno con Sentido Humano y Social. Combate a la pobreza y desigualdad social, Grupos vulnerados, Desarrollo Social Inclusivo, Salud, Educación y Cultura para el Desarrollo, Vivienda, Asistencia Social, Mujeres, Jóvenes, Migrantes, Activación física y deporte.

Eje 3. Estado de Derecho. Procuración y Administración de Justicia, Derechos humanos, Certeza jurídica, Seguridad pública y Protección civil.

Eje 4. Desarrollo con Equidad. Desarrollo Industrial, Minero, Forestal y Agropecuario; Desarrollo Urbano e Infraestructura; Uso y manejo sustentable del agua; Recursos Naturales y Medio Ambiente; Empleo y Relaciones Laborales; Turismo; Ciencia, Tecnología e Innovación; y Fuentes alternas de energía.

De acuerdo al PED del Estado de Durango, en cuanto a minería se refiere, el sector constituye el 11% de la actividad económica secundaría, resaltando que es un importante productor a nivel nacional en lo que corresponde a bentonita (1er lugar), mármol (1er lugar) y perlita (2° lugar), contando además con minas de fluorita, yeso, arcillas, caliza, arena y grava, que aportan al Estado y al país un valor importante para el fortalecimiento económico, según datos de la Secretaría de Economía del Gobierno Federal, dados a conocer en junio de 2015, en el documento Panorama Minero del Estado de Durango. Lo que marca la necesidad de crear políticas públicas sostenibles que además de generar empleos para beneficio de los duranguenses, cuiden los recursos mineros, la biodiversidad en donde están insertos, así como a los pequeños y medianos empresarios del Estado que trabajan en el ramo.

Dentro de los Objetivos, Estrategias y Líneas de Acción contempladas en el PED del Estado de Durango para un Desarrollo con Equidad que se relacionan con el proyecto se tiene lo siguiente:

Objetivo 3. Impulsar la industria minera en el Estado.

Estrategia 3.1. Fortalecer la minería.

Líneas de acción:

- Difundir y promocionar el potencial geológico–minero del Estado, para atraer nuevas inversiones en exploración y explotación minera.
- Otorgar apoyos a pequeños y medianos mineros del Estado.
- Coadyuvar con las autoridades federales para evitar atrasos o afectación en los programas de exploración, explotación, beneficio y comercialización de minerales
- Apoyar a la gran y mediana minería, en la obtención y conservación del terreno superficial y en agilizar la resolución de trámites administrativos ante autoridades federales que regulan o intervienen en minería.

- Concientizar a los mineros a trabajar en la legalidad, con seguridad y eficiencia, mediante capacitación en seguridad, procedimientos, métodos de trabajo y cuidado del medio ambiente.

- Fomentar en las empresas mineras actividades de beneficio y desarrollo social e implementación de proyectos productivos en sus comunidades.

- Otorgar valor agregado a productos mineros.

En cuanto al Rubro de Medio ambiente establecido en el PED del Estado de Durango, se tienen los siguientes objetivos relacionados con el desarrollo del proyecto:

Estrategia 8.2. Promover el cuidado al medio ambiente y la implementación de acciones de mitigación y adaptación que permitan hacer frente al cambio climático

Líneas de acción:

- Fomentar el manejo adecuado de los residuos sólidos que permita su aprovechamiento integral y reduzca los impactos al medio ambiente y la salud pública.

- Impulsar el uso de energías renovables contribuyendo con esto la mejora de los niveles de contaminación atmosférica.

Como se puede observar, el presente proyecto se vincula con lo establecido dentro del Eje 4. Desarrollo con Equidad, y es concordante con el objetivo 3. Impulsar la industria minera en el Estado.

Las actividades del presente proyecto buscan la mejora de la eficiencia en la transmisión y distribución de la energía eléctrica para el adecuado funcionamiento de la Línea eléctrica que abastece el Campamento, la Planta de Beneficio y la Mina ubicada en el Distrito Minero de San Dimas, Tayoltita, Durango, por lo tanto al desarrollar este proyecto se estará

contribuyendo a lograr el objetivo del PED del Estado de Durango, mencionado anteriormente.

III.3 VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

En este apartado se realiza el análisis de los instrumentos normativos, con los que se vincula el proyecto:

III.3.1 Leyes Ambientales aplicables al proyecto.

Tabla 4 Vinculación del proyecto con las Leyes Ambientales vigentes.

Ley	Articulo	Observaciones
Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	ARTICULO. - 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. **Fracción II.-** Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento **y eléctrica;** **ARTÍCULO 30**.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate. **ARTICULO 35**.- Para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de Aprovechamiento o afectación.	**El proyecto cumple con lo indicado en el artículo 28, al elaborar y someter a evaluación la Manifestación de Impacto Ambiental, debido a la ejecución de las actividades de construcción de la línea de transmisión eléctrica, así como al cambio de uso de suelo forestal.**
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de	Artículos 5º, inciso K, fracción III; inciso O, fracción III, así como Articulo 10, fracción II del Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación del Impacto Ambiental (REIA de la LGEEPA) y que contemplan: Artículo 5°, inciso K, fracción III del REIA:	

Evaluación de Impacto Ambiental.	III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y Artículo 5°, inciso O, fracciones III del REIA: Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.	
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.	En el artículo 13 se establece que para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	Este artículo es aplicable al Proyecto debido a que durante su desarrollo se generara emisión de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes moviles como lo son vehículos de transporte de personal e insumos, por lo que se tendrá un programa de vigilancia en el que se verifique que no se rebasen los límites máximos permisibles.
Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido.	En el artículo 29 se indica que, para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tractocamiones y similares, se establecen niveles permisibles.	Es aplicable al Proyecto debido al uso de vehículos, camiones y maquinaria para el desarrollo del Proyecto. Se cumplirá con el control mediante la implementación del Programa de vigilancia
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003. Esta Ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, aprovechamiento, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, Estados, el Distrito federal y los municipios. En el artículo 93, establece que: La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del 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 que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.	La promovente solicitará la autorización en Materia de Cambio de Uso de Suelo mediante la presentación del Estudio Técnico Justificativo correspondiente, cumpliendo con lo establecido en los Artículos 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y Artículos 139 y 141 de su Reglamento.

Reglamento de la LGDFS	Aplicable al Proyecto en observancia del Capítulo II, Artículo 139. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría. Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Y Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 93 de la Ley, deberán contener la información siguiente: Fracción VIII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo;	
Ley general de vida silvestre (LGVS) y su reglamento.	En virtud de que en la zona fueran identificadas especies de vida silvestre, algunas de las cuales, figuran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se considera su aplicación ya que la Ley de Vida Silvestre considera en su título VI, Capitulo I.- Especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación.	**Durante la construcción y la operación se mantendrá vigilancia permanente para la identificación y protección de especies de flora y/o fauna que puedan estar en riesgo o bajo régimen de protección legal, para que sean oportunamente rescatadas y reubicadas.**
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.	**El proyecto cumplirá con cada uno de los requisitos indicados por la Ley y Reglamento, para el manejo integral de los residuos que puedan generase en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento, a través de la implementación de procedimientos para el manejo de los residuos y la capacitación al personal.**

III.3.2 Normas Oficiales Mexicanas

A continuación, se presenta el análisis de las Normas Oficiales Mexicanas, aplicables en cada etapa y de acuerdo con las materias aplicables, para el proyecto.

Tabla 5. Normatividad aplicable al proyecto.

Nomenclatura (clave)	Nombre y fecha de publicación en el DOF	Etapa aplicable para el proyecto	Puntos aplicables	Forma de cumplimiento
NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento	Punto 4	Se contará con un programa de mantenimiento preventivo para todas las etapas del proyecto.
Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006	Protección ambiental.- vehiculos en circulación que usan Diesel como combustible.- limites maximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y caracteristicas tecnicas del equipo de medicion	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	Puntos 4 y 5	Se contará con un programa de mantenimiento preventivo para todas las etapas del proyecto.
NOM-059-SEMARNAT-2010.	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo	Preparación del sitio y construcción	Punto 4	El manejo de las especies y poblaciones se llevará a cabo de acuerdo con la LGVS, además se llevará a cabo la ejecución de un Programa de Rescate y relocalización de las especies.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los	Construcción	Punto 5.9	Se contará con un programa de mantenimiento preventivo durante el

Nomenclatura (clave)	Nombre y fecha de publicación en el DOF	Etapa aplicable para el proyecto	Puntos aplicables	Forma de cumplimiento
	vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.			desarrollo del proyecto de forma que se garantice que no se rebasan los límites máximos permitidos.

En cuanto a la **NOM-080-SEMARNAT-1994**. Que en su especificación 5.9.1 indica: … *Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB (A) de acuerdo a su peso bruto vehicular y son mostrados en la Tabla 6.*

Tabla 6. Limites máximos permisibles.

PESO BRUTO VEHICULAR Kg	LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES dB (A)
Hasta 3,000	86
Más de 3,000 y hasta 10,000	92
Más de 10,000	99

Para cumplir con este requerimiento se tendrá un programa de mantenimiento preventivo en el cual se dará un mantenimiento a los vehículos en talleres autorizados donde se verifique que no se rebasen los límites máximos permisibles señalados en la tabla anterior. Los resultados de la revisión serán registrados en la bitácora correspondiente.

III.4 Vinculación con los Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.

III.4.1 Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y

valorados. De esta manera, las ANP se encuentran sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

La **Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas** (**CONANP)** administra actualmente **173 Áreas Protegidas (AP)** naturales de carácter federal, la **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)** administra por su parte un total de **152 Regiones Terrestres Prioritarias** (**RTP)**, teniéndose un traslape o intersección entre las **AP** y las **RTP,** ya que tratándose de zonas significativas por su riqueza biológica y que se reconocen como tales a partir de criterios que gocen de la mayor objetividad posible, la **CONABIO** ha determinado el conjunto de las **Regiones Terrestres Prioritarias** (**RTP**), a la vez que se tienen las **Áreas Naturales Protegidas** (**ANP**) que administra por su parte la **CONANP**, las cuales cuentan con decretos por parte del Gobierno Federal, mismas que por definición, son relevantes para fines de conservación de la biodiversidad.

Las **173 AP** administradas por la **CONANP** se clasifican y dividen en:

- Reservas de la Biósfera (40 áreas decretadas actualmente)
- Parques Nacionales (67)
- Monumentos Naturales (5)
- Áreas de Protección de Recursos Naturales (8)
- Áreas de Protección de Flora y Fauna (35)
- Santuarios (18)

En cuanto a las **152 RTP** listadas por la **CONABIO**, este organismo considera por su parte unidades territoriales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por su riqueza ecosistémica y específica, por 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, las **RTP´s** referidas por la **CONABIO** son:Áreas de Protección de Flora y Fauna

- Áreas de Protección de Flora y Fauna Silvestres y Acuáticas
- Monumento Natural

- Parque Nacional
- Reserva de Caza
- Reserva de la Biósfera
- Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre

Como se puede observar en la Ilustración 5, el área del proyecto **NO** se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida.

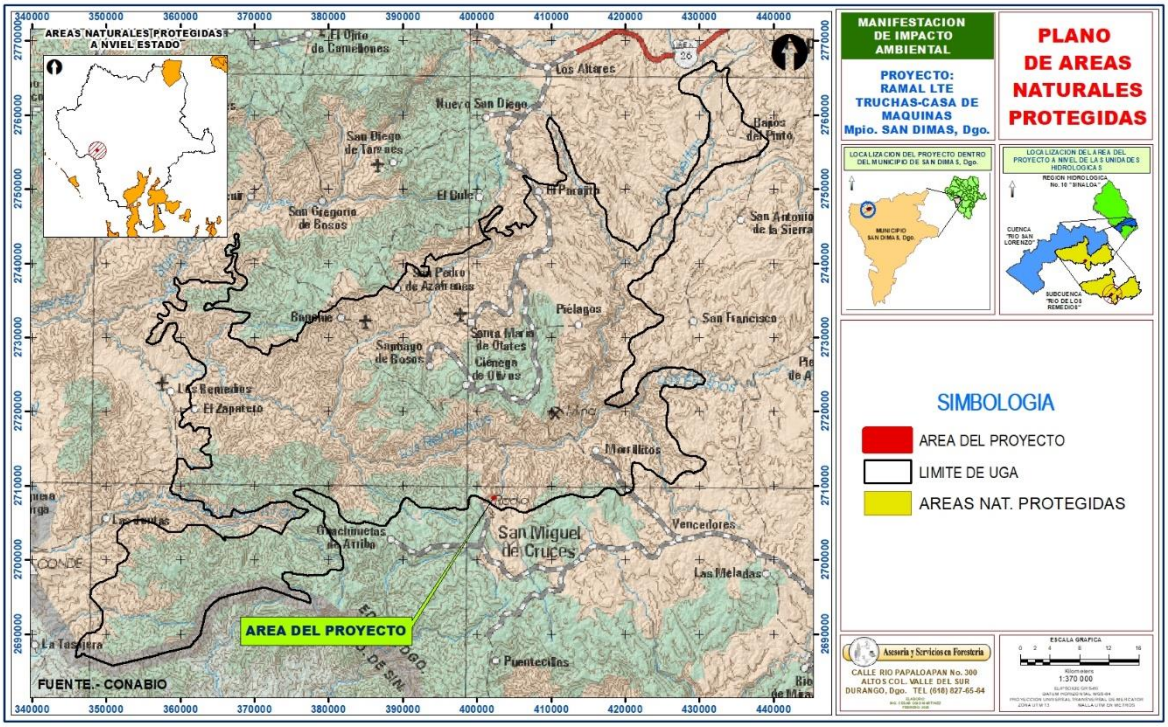


Ilustración 5 Localización del proyecto respecto al Área Natural Protegida.

III.4.2 Regiones Terrestres Prioritarias.

En México están determinadas 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad, que cubren una superficie de 515,558 km^2, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio.

El Proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (**RTP**) se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la **CONABIO,** que se orienta a la detección de áreas, cuyas

características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos.

Como se observa en la Ilustración 6, el Proyecto **no se ubica dentro de ninguna RTP**.

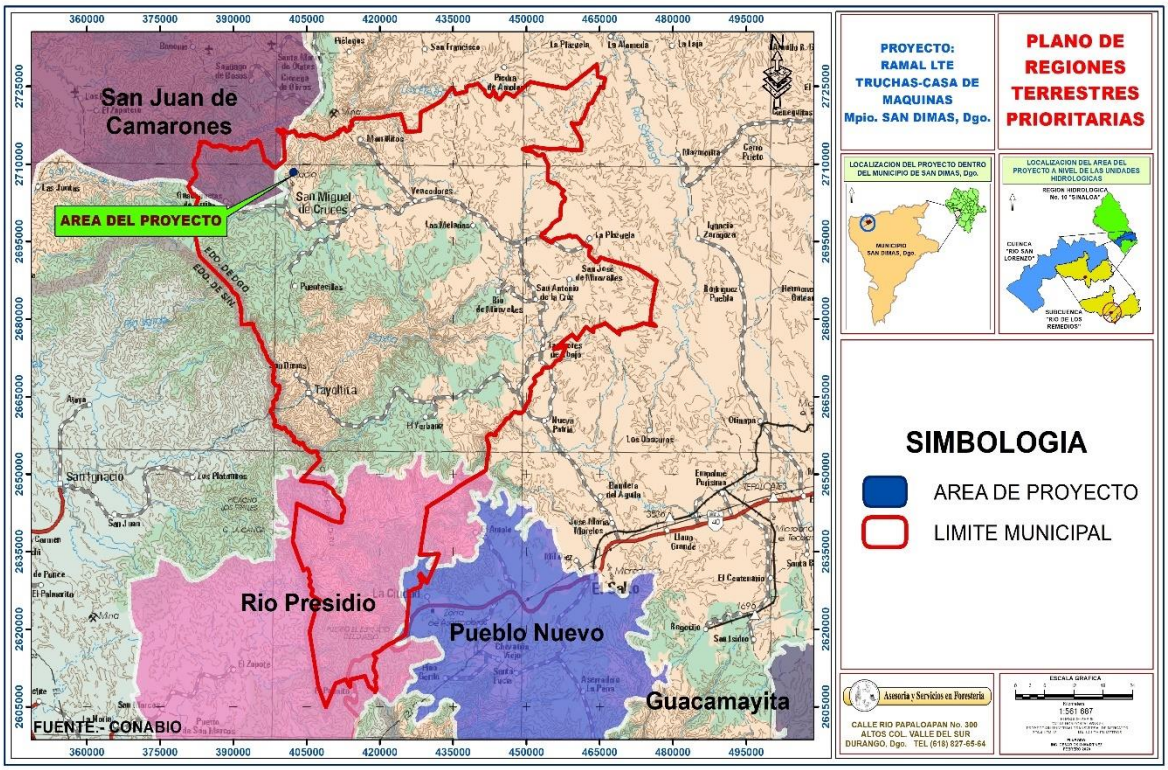


Ilustración 6 Ubicación del Proyecto Respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias

Fuente: *CONABIO*

III.4.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias

La **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, 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.

Como se observa en la Ilustración 7, el área del proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica Prioritaria No. 21 Cuenca Alta del Río San Lorenzo – Minas de Piaxtla.

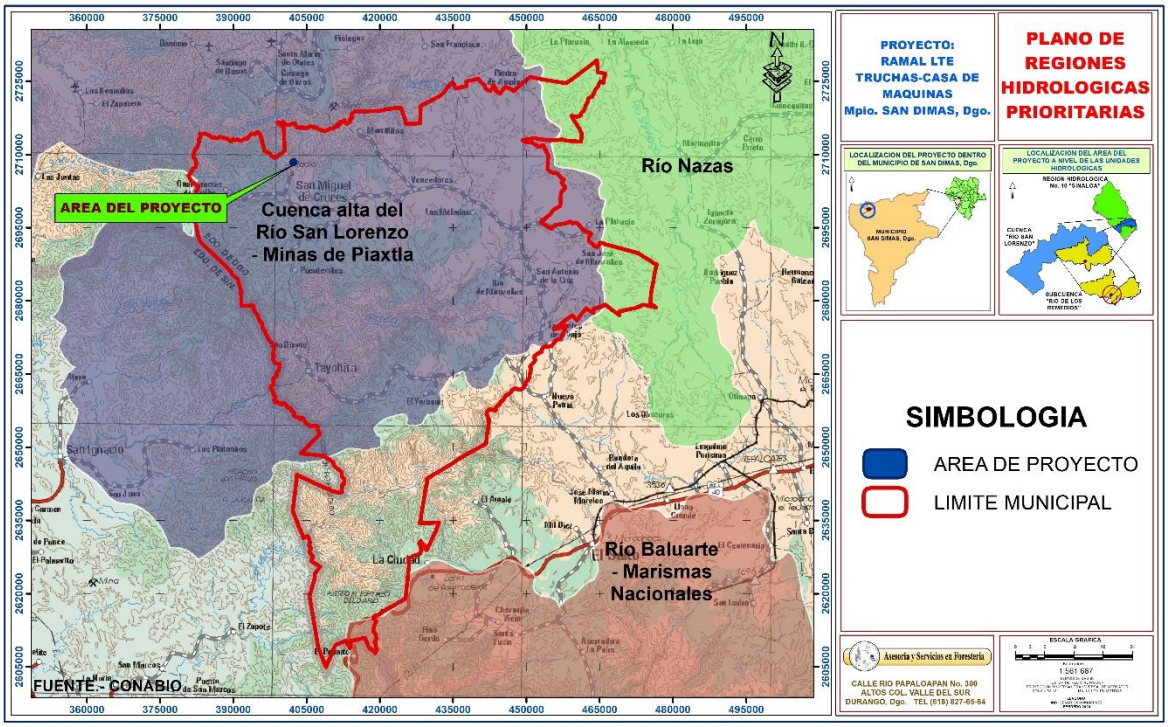


Ilustración 7 Ubicación del Proyecto Respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias

Fuente: CONABIO

Las características de esta RHP se listan a continuación:

Estado(s): Sinaloa y Durango

Extensión: 14 287.23 km2

Recursos hídricos principales

- lénticos: NA
- lóticos: ríos San Lorenzo, Piaxtla, Elota, Hábitos y Los Remedios, ríos temporales, arroyos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: sierra de Tepehuanes, Quebradas de San Gregorio, Las Vueltas, Los Fresnos y Espinazo del Diablo. Suelos tipo Litosol, Cambisol, Regosol y Feozem.

Características varias: climas templado subhúmedo, semicálido subhúmedo y cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 12-26°C. Precipitación total anual de 700-1 200 mm.

Principales poblados: Sta. María de Otáez, San Miguel de Cruces

Actividad económica principal: minería

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosque de pino-encino, de pino, de encino y selvas baja caducifolia y subcaducifolia, matorral de manzanita y matorral xerófilo. Flora característica: bosques de *Abies sp*. y *Pseudotsuga sp*. Ictiofauna característica: *Campostoma ornatum, Catostomus plebeius, Dorosoma smithi, Eleotris picta, Gobiomorus maculatus, Hyporhamphus rosae.* Endemismos del pez Gila sp.; de aves *Amazona finschi*, la chara pinta *Cyanocorax dickeyi*, el trogón orejón *Euptilotis neoxenus* y la cotorra serrana occidental *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Especies amenazadas de anfibios *Rana chiricahuensis, R. maculata, R. toromorde* y *R. forreri*, las cuales son indicadoras de integridad ecológica; de aves *Accipiter gentilis, Amazona finschi, Ara militaris, Aquila chrysaetos, Buteogallus anthracinus, Cyanocorax dickeyi, Euptilotis neoxenus, Rhynchopsitta pachyrhyncha, Strix occidentalis.*

Aspectos económicos: recursos mineros. Pesca de crustáceos *Macrobrachium acanthochirus, M. americanum, M. occidentale* y *M. tenellum*.

Problemática: Modificación del entorno por la infraestructura minera.

Contaminación: por desechos mineros de San Lorenzo y Piaxtla.

Uso de recursos: ND

Conservación: preocupan los residuos mineros que alteran los sistemas asociados; se requieren planes de manejo para la industria minera. Faltan conocimientos limnológicos y listas de flora y fauna acuática de la región.

El presente proyecto no conlleva actividades que modifiquen el entorno de manera negativa, se puede concluir que por la magnitud y el tipo de obra a realizar, los impactos ambientales serán insignificativos y no modificaran la calidad visual del paisaje.

III.4.4 Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS)

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (**CIPAMEX**) y Bird Life International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Como se observa en la Ilustración 8, el Proyecto, **no se localiza dentro de ninguna AICA.**

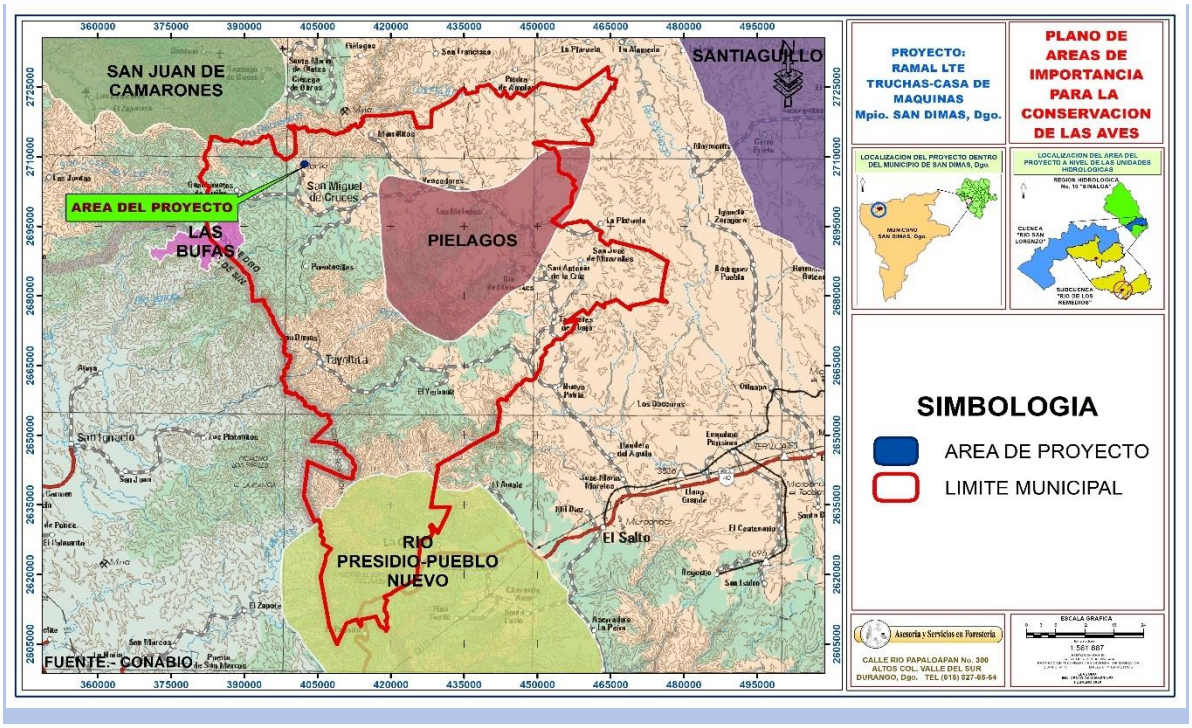


Ilustración 8 Ubicación del Proyecto Respecto a las AICA

Fuente: - CONANP

De acuerdo a lo anteriormente citado el Proyecto solo se localiza dentro de la **RHP "Cuenca Alta del Rio San Lorenzo-Minas de Piaxtla**".

A Nivel estado, se tiene la presencia de varias áreas con categoría especial, Estatales o Municipales, el proyecto propuesto, no se ubica dentro de ninguna de ellas.

III.5 VINCULACIÓN CON BANDOS Y REGLAMENTO MUNICIPALES.

III.5.1 Bando de Policía y Buen Gobierno del Municipio de San Dimas.

El Municipio de San Dimas cuenta con el Bando de Policía y Buen Gobierno, publicado en el DOF el 25 de mayo de 2008 establece que: …. "Son fines del gobierno municipal:

….

II. Promover el desarrollo pleno e integral: económico, político, social y cultural de su población.

…

VII. Proteger la flora, la fauna, los recursos naturales y el medio ambiente de su territorio, así como regular la actividad forestal conforme las leyes establecidas dentro de este municipio.

En su Artículo 82 indica que: …"*El municipio participara en la conservación, protección, restauración y mejoramiento del medio ambiente en su territorio, para preservar la calidad de vida y la salud de sus habitantes conforme a las facultades que le otorguen los convenios y acuerdos respectivos, así como las leyes y reglamentos correspondientes.*

Ante los casos de deterior grave del equilibrio ecológico, el municipio impondrá las medidas de seguridad y sanciones que establecen las leyes y los ordenamientos municipales aplicables, así como las leyes supletorias de la materia."

En cuanto a el Fomento Forestal, en su Artículo 83 indica: Los habitantes estan obligados a respetar los montes y bosques que decrete la autoridad forestal competente.

La realización de esta actividad forestal esta supeditada a la Ley de la materia, así como a los Ordenamientos de los Gobiernos Federales, Estatales y sus lineamientos de esta, ajustados con las Dependencias en su caso. Las faltas a estas serán sancionadas apegadas a las Disposiciones de la Ley Forestal y sus Reglamentos, así como las disposiciones que los Gobiernos Federales y Estatales estipulen.

Las actividades descritas a lo largo del documento Bando de Policía y Buen Gobierno del Municipio de San Dimas no estan vinculadas directamente con el desarrollo del presente proyecto, ni regulan sus actividades, por lo tanto su regulación corresponde directamente al Gobierno Federal, motivo por el cual se elaboro el presente documento de Impacto Ambiental.

Manifiesto de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

“Ramal L.T.E. Las Truchas - Casa de Máquinas Presa Hidroeléctrica Las Truchas”

FIRST MAJESTIC
SILVER CORP.

Primero Empresa Minera S.A. de C.V.

CAPITULO IV

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

Febrero, 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 5

IV.1 Delimitación del Área de Estudio. 7

IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental. 9

IV.2.1 Aspectos abióticos. 9

a) Clima. 9

b) Geología y geomorfología. 32

c) Suelos. 37

d) Hidrología superficial y subterránea. 79

IV.2.2 Aspectos bióticos. 98

a) Vegetación terrestre. 98

b) Fauna silvestre. 154

IV.2.3 Paisaje. 171

IV.2.4 Medio Socioeconomico. 179

IV.2.5 Diagnóstico ambiental. 184

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1 Delimitación del Sistema Ambiental del Proyecto utilizando la Unidad de Gestión Ambiental del Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango. 9

Ilustración 2 Tipos de climas distribuidos en la superficie del Proyecto y en el SA. 12

Ilustración 3 Esquema de precipitación 15

Ilustración 4 Esquema de evapotranspiración 16

Ilustración 5 Esquema de escorrentía 19

Ilustración 6 Origen Geológico en la superficie del Proyecto y en el resto del SA. 33

Ilustración 7 Sistemas de Topoformas presentes en el área del proyecto. 35

Ilustración 8 Perfil de elevación en el SA y AP. 36

Ilustración 9 Modelo Digital de Pendientes en el SA y AP. 37

Ilustración 10 Tipos de suelos principales presentes en la superficie del Proyecto y en su Sistema Ambiental 39

Ilustración 11 Regiones con igual Erosividad en la República Mexicana 52

Ilustración 12 Ubicación de las Regiones Hidrológicas a nivel País. 80

Ilustración 13 Imagen del Marco hidrológico del Proyecto 84

Ilustración 14 Corrientes de agua presentes en el Sisstema Ambiental de proyecto. 85

Ilustración 15 Acuíferos existentes en la superficie del Proyecto y su SA. 88

Ilustración 16 Tipos de vegetación existentes en la superficie del Proyecto y en su SA. 100

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Características de la UGA que delimita el Área de Estudio del Sistema Ambiental. 8

Tabla 2. Principales climas presentes en el estado de Durango y porcentaje de ocupación 10

Tabla 3. Unidades Climatológicas Según INEGI 10

Tabla 4 Registro de Temperatura Máxima y Mínima en el Área del proyecto. 13

Tabla 5 Registro de precipitación en el Área del proyecto. 13

Tabla 6 Fenomenos climatológicos registrados en el Área del proyecto.....13

Tabla 7 Volumen de agua precipitado SA.....16

Tabla 8 Volumen de agua evapotrasnpirada m^3 $año^{-1}$ SA.....18

Tabla 9 Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.....20

Tabla 10 Volumen de agua precipitado en el AP. 24

Tabla 11 Volumen de agua evapotranspirada MIA 26

Tabla 12 Permeabilidad y uso del suelo MIA superficie de CUSTF 27

Tabla 13 Resultados de K MIA 28

Tabla 14 Resultado de volumen medio (Ve) de escurrimiento MIA 29

Tabla 15 Resultado de la infiltración MIA.....30

Tabla 16 Tasa de escurrimiento en el AP. 30

Tabla 17 Tasa de escurrimiento MIA 31

Tabla 18. Unidades de Suelo presentes en el Área de Estudio del proyecto. 39

Tabla 19 Tipos de erosión presentes en el SA (INEGI, 2013) 47

Tabla 20 Descripción de los tipos de erosión presentes en El SA (INEGI, 2013) 48

Tabla 21 Tipos de degradación presentes en El SA UGA San Dimas (SEMARNAT, 2004).....49

Tabla 22 Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia en la República Mexicana según Cortés (1991) 52

Tabla 23 Contenido de COS promedio de las Regiones Ecológicas Mayores de México 53

Tabla 24 Valores de K en función de la textura y contenido de materia orgánica.....55

Tabla 25 Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.....58

Tabla 26 Grado de la erosión hídrica en rangos (ton/ha/año.....60

Tabla 27 Valores de suelos no calcáreos para el cálculo de la capa de calificación y textura.....62

Tabla 28 Valores de suelos calcáreos para el cálculo de la capa de calificación y textura.....62

Tabla 29 Valores de uso de suelo y vegetación para el cálculo de (CAUSO).....63

Tabla 30 Clase de la degradación por erosión eólica.....65

Tabla 31 Erosión hídrica actual (ton/ha/año) MIA superficie de CUSTF.....71

Tabla 32 Erosión hídrica potencial (ton/ha/año) MIA superficie de CUSTF.....72

Tabla 33 Grado de erosión hídrica en rangos (ton/ha/año) 72

Tabla 34 Tasa de perdida de suelo por erosión eólica MIA superficie de CUSTF.....74

Tabla 35 Valores de suelos no calcáreos para el cálculo de la capa de clasificación y textura MIA..76

Tabla 36 Valores de CAUSO para el AP. 77

Tabla 37 Erosión eólica actual (ton/ha/año) 77

Tabla 38 Erosión eólica potencial (ton/ha/año) 78

Tabla 39 Tasa de perdida de suelo por erosión eólica MIA superficie de CUSTF.....79

Tabla 40 Marco hidrológico del Proyecto.....84

Tabla 41. Valores aplicados según caracteristicas del sitio. 174

Tabla 42. Valoración de la calidad paisajística escala 0 a 6 (BLM 1980). 176

Tabla 43 Fragilidad visual para la disposición de elementos geológicos alóctonos y arquitectónicos en una geoforma mixta (con pendientes suaves y moderadas) y con vegetación rala y baja en el interior de la cuenca hidrológica. 177

Tabla 44 Tasa de perdida de suelo por erosión eólica MIA superficie de CUSTF.....191

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

El presente Capitulo se desarrolló con el objetivo de dar cumplimiento a lo requerido en el Artículo 12, numeral IV del REIA que indica: "La Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular deberá contener la siguiente información:

…….

…IV. Descripción del Sistema Ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el Sistema Ambiental del Proyecto".

…….

Este capítulo se abocará a caracterizar el conjunto de elementos ambientales (clima, suelo, agua, paisaje, vegetación, fauna, etc..) presentes en el Sistema Ambiental prevaleciente en el área en donde se establecerán las obras del proyecto (Área del proyecto) y su área de influencia (Área de Influencia del proyecto); para ello se describirán los atributos de cada elemento considerando su estado de conservación, tendencias y particularidades intrínsecas.

Es decir, el objetivo primordial del apartado que nos ocupa, se centra en identificar las características de los componentes ambientales presentes en el sitio del Proyecto pretendido, asumiendo los cambios derivados de las actividades antropogénicas que actualmente se llevan a cabo en la zona. Con el logro del objetivo, se inferirán las presiones hacia el medio, que son consecuencia de las propias actividades. La información obtenida sirve para delimitar la "línea base ambiental" sobre la cual podrán medirse los efectos adversos o benéficos generados por la interacción del Proyecto con el Sistema Ambiental presente, es decir la información obtenida de los estudios iniciales servirá para, a partir de ella, medir los efectos que, por la ejecución de proyecto se generen hacia los elementos físicos y biológicos presentes en el Sistema Ambiental.

Inventario Ambiental.

El presente proyecto se ha desarrollado en base a lo establecido en el Artículo 9º. del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) que indica:

…

Artículo 9o.- *Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.*

La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

El desarrollo del presente documento se basó en la Guía de Impacto Ambiental Sector Electrico y Cambio de Uso de Suelo Modalidad Particular.

La Guía de Impacto Ambiental modalidad Particular indica que... :" El estudio se ciñe a la recopilación de información y a la consulta a fuentes autorizadas, para obtener evidencias de la capacidad de generación de alteraciones por parte del proyecto y, de igual manera, conocer cuál es la capacidad de carga del ambiente del área donde se ubicará el proyecto, con lo anterior, el estudio debe permitir establecer propuestas de acciones de protección al ambiente y de corrección o mitigación de las alteraciones que pudieran producirse. Se busca que se garantice, de la mejor manera posible, el equilibrio y las características del ambiente después de la puesta en operación del proyecto o actividad objeto del estudio y, colateralmente, preservar la salud y el bienestar del hombre, todo ello llevado a escenarios de largo plazo".

Por ello, el Inventario Ambiental del área de influencia del Proyecto conocido en este documento como ***"Ramal L.T.E. Las Truchas – Casa de Máquinas Hidroeléctrica Las Truchas"****, se llevó a cabo caracterizando cada uno de los factores ambientales y sus tendencias a través de estudios e investigaciones puntuales para conocer y/o confirmar las características y grado de conservación y/o deterioros actuales, considerando las fases de campo y gabinete. En campo, se llevaron a cabo los inventarios, mediciones, caracterizaciones, análisis, determinaciones, etc., de componentes claves que a su vez conforman los elementos ambientales del sistema prevaleciente en el sitio, para posteriormente sobreponer la información obtenida con la generada en la etapa de investigación documental.*

IV.1 Delimitación del Área de Estudio.

Con el objetivo de brindar mayor claridad en el desarrollo del presente Capítulo, a continuación se describe una serie de conceptos básicos que serán utilizados en el desarrollo del presente estudio.

La delimitación del área de estudio (AE) es importante, ya que tiene como finalidad esencial definir el área en la cual se deben realizar los análisis y observaciones. Para ello se tomaron en cuenta en primer término, los polígonos dentro de los cuales se pretenden construir las obras que conformarán el Proyecto, donde de origen, se desarrollarán las interacciones con el ambiente (área de impacto del Proyecto o área del Proyecto); y como segundo término se delimitó el área en la cual pueden incidir la mayoría de los cambios esperados por la interacción del Proyecto con el ambiente (área de influencia del proyecto).

El área de estudio puede ser descrita como "aquella zona inserta dentro o fuera de los límites de los polígonos que engloban los terrenos en posesión, que pueda verse afectada por el desarrollo de las obras propuestas, pero que incluye la totalidad de los sitios en donde se construirán las obras y se desarrollarán las actividades pretendidas con la ejecución del Proyecto".

Para explicar de manera concisa la definición del área de estudio, cabe tomar en cuenta la siguiente expresión:

Área de estudio (AE) = Área de impacto del Proyecto (AP) + Área de influencia del proyecto (AI)

Bajo ese tenor, tenemos que:... "El Sistema Ambiental es el conjunto de elementos bióticos y abióticos presentes en el Área de Estudio definida para el proyecto".

El Área de Estudio nos permite delimitar cartográficamente una zona de manera geográfica mediante el uso de regiones concretas como la Unidad de Gestión Ambiental, para el caso que nos ocupa, tal como lo indica la Guía de Impacto Ambiental modalidad particular, que establece que*..:" Para delimitar el área de estudio se utilizará la regionalización establecida por las unidades de gestión ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente*).

El presente proyecto denominado **"Ramal L.T.E. Truchas-Casa de Maquinas Hidroeléctrica Truchas"** se ubica dentro del Ejido Huahuapan, Municipio de San Dimas, Dgo.

De acuerdo a lo anterior, y conforme a lo establecido en el Apartado IV.1 de la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del Sector Eléctrico publicada por SEMARNAT y la Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango, de agosto de 2016, es aplicable para el presente Proyecto, la Unidad de Gestión Ambiental **(UGA) 149**, **Sierra Alta con Cañones 8**, como se observa en la Ilustración 1.

Tabla 1. Características de la UGA que delimita el Área de Estudio del Sistema Ambiental.

No. de UGA	Nombre de la UGA	Política	Usos para promover
149	Sierra Alta con Cañadas 8	Conservación	Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria de Caprinos; Aprovechamiento Forestal Maderable; Minería.

Esta delimitación nos permite establecer las características poder fundamentales de los elementos del Sistema Ambiental como una herramienta para percibir los cambios en los mismos, que son atribuibles al desarrollo del Proyecto propuesto.

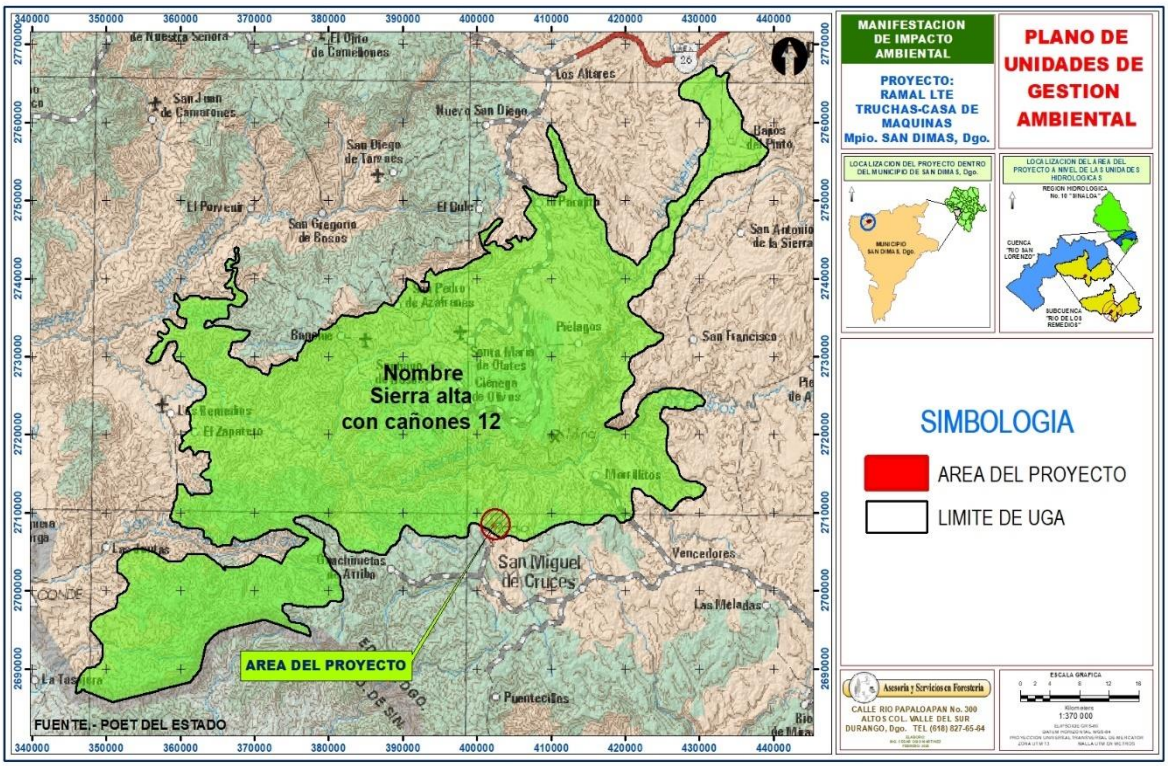


Ilustración 1 Delimitación del Sistema Ambiental del Proyecto utilizando la Unidad de Gestión Ambiental del Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango.

IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental.

IV.2.1 Aspectos abióticos.

a) Clima.

Uno de los factores determinantes para la distribución de los climas del estado de Durango parece ser la barrera constituida por la Sierra Madre Occidental, que detiene los vientos húmedos, presentando en la región de las Quebradas un clima marítimo, semitropical, con temperaturas generalmente altas, más o menos uniforme durante el año, abundante precipitación pluvial y alta humedad atmosférica.

A excepción de la región citada la mayor parte de la sierra, por su altitud, tiene un clima semihúmedo, templado o semifrío, que se vuelve templado y semiseco en el lado oriental de la sierra y en buena parte de la franja central del estado, para pasar a ser semiárido y

semiseco al oriente de los valles y francamente seco en la parte oriente del estado, donde es muy extremoso, de tipo continental, con sólo pequeños manchones de clima templado en las sierras aisladas.

- **Tipo de clima.**

A causa de la topografía que presenta la Entidad, las condiciones del clima difieren notablemente en el territorio, dando lugar a una diversidad de clasificación de climas, como se puede observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Principales climas presentes en el estado de Durango y porcentaje de ocupación

Principales climas presentes en el estado de Durango y porcentaje de ocupación.	
Tipo o Subtipo	Porcentaje (%) de la superficie estatal
Seco y semiseco	40
Templado subhúmedo	34
Muy seco	14
Cálido subhúmedo	11
Templado húmedo	1

Fuente: http://www.inegi.gob.mx

De acuerdo a la metodología de Köppen modificada por Enriqueta García para la República Mexicana (1973), en el Sistema Ambiental del Área de estudio donde se ubica el Proyecto se presenta una gran diversidad de climas. En la Tabla 3 se presenta la descripción de los climas existentes dentro del SA.

Tabla 3. Unidades Climatológicas Según INEGI

CLAVE	TIPO	DESCRIPCIÓN
(A)C(W0)	Semicalido subhúmedo del grupo C	Temperatura media anual mayor de 18ºC, temperatura del mes más frío menor de 18ºC, temperatura del mes más caliente mayor de 22ºC. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor a 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual

CLAVE	TIPO	DESCRIPCIÓN
(A)C(W1)	Semicalido subhúmedo del grupo C	Temperatura media anual mayor de 18ºC, temperatura del mes más frío menor de 18ºC, temperatura del mes más caliente mayor de 22ºC. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% anual
(A)C(W2)	Semicálido, templado subhúmedo	Temperatura media anual mayor de 18°C, 28% temperatura del mes más frío menor de18°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.
AW0	Calido subhumedo	Temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes mas frio mayor de 18ºC. Precipitacion del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con indice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
AW1	Cálido subhúmedo	Temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de luvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
AW2	Cálido subhúmedo	Temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
C(E)(W2)	Semifrío subhúmedo	Grupo de climas templados, es del subgrupo de climas semifríos, con temperatura media anual entre 5 y 12°C, con temperatura del mes más frio entre -3 y 18°C, es de los tipos semifríos subhúmedos de los semifríos subhúmedos, con precipitación del mes más seco menor de 40 mm, % de precipitación invernal entre 5 y 10.2
C(W1)	Templado subhúmedo	Temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
C(W2)	Templado subhúmedo	Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del 33% 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

CLAVE	TIPO	DESCRIPCIÓN
		precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5 al 10.2% anual
C(W2)(X')	Templado	Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes 19% 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 mayores al 10.2% anual.

El clima presente en el Área del Proyecto es el C(w2) Templado subhúmedo (**Ilustración 2**).

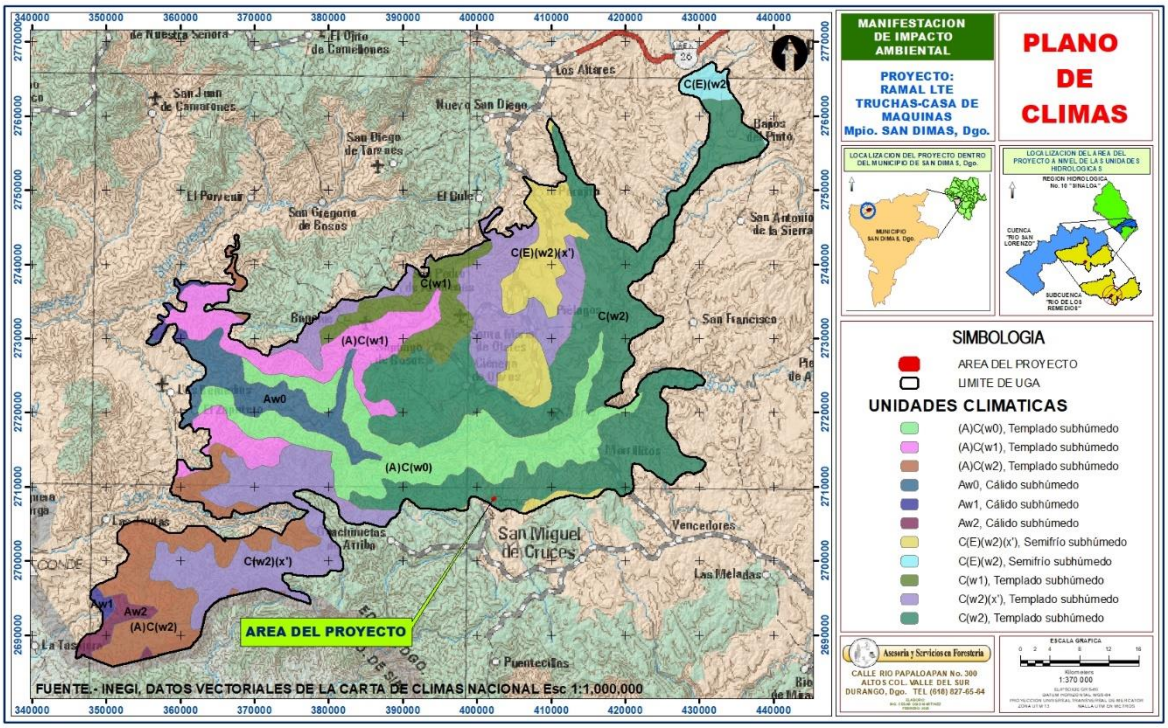


Ilustración 2 Tipos de climas distribuidos en la superficie del Proyecto y en el SA.

Las estadísticas climatológicas del Área del proyecto se obtuvieron de la página del Servicio Meteorológico Nacional, con datos del periodo 1951-2010 reportados en la Estación climatológica Huahuapan, perteneciente a la Localidad del mismo nombre, en el Municipio de San Dimas, Durango.

Tabla 4 Registro de Temperatura Máxima y Mínima en el Área del proyecto.

Elementos	Meses												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Temperatura Máxima Normal	24.4.	26.5	29.1	31.7	34.1	34.2	38.6	38.5	38.3	29.9	27.4	24.3	29.4
Máxima mensual	28.3	29.9	32.9	34.3	35.6	37.4	33.3	32.9	33.6	34.5	31.1	28.0	
Año de Máxima	1967	1996	1994	1967	1999	1980	1979	1969	1979	1979	1966	1970	
Máxima diaria	36.0	38.0	39.0	41.0	41.0	41.0	39.0	39.0	39.0	38.0	39.0	35.0	
Fecha Máxima diaria	31/1978	28/2009	26/1994	10/1994	21/1990	09/1980	26/1974	05/1979	26/1998	08/1969	13/1995	06/1974	
Años con datos	29	33	34	36	39	36	38	34	35	35	37	36	
Temperatura Media Normal	15.0	16.3	18.4	21.0	23.9	25.7	23.8	23.5	23.1	21.0	17.8	15.1	20.4
Años con datos	29	33	34	36	39	36	38	34	35	35	37	36	
Temperatura Mínima Normal	5.6	6.1	7.7	10.4	13.7	17.2	17.0	16.5	15.9	12.1	8.2	6.0	11.4
Mínima Mensual	2.8	3.7	5.3	7.8	11.0	11.5	15.5	15.2	14.5	9.1	5.5	4.1	
Año de Mínima	1967	1983	1983	1979	2000	2000	1986	1982	1988	1970	1984	1983	
Mínima diaria	-2.0	1.0	1.0	2.0	6.0	8.0	7.0	10.0	9.0	6.0	0.0	1.0	
Fecha mínima diaria	22/1973	06/1967	05/1997	09/1983	18/1981	03/2000	04/1986	07/1967	29/1979	30/1969	01/1970	07/1971	
Años con datos	29	33	34	36	39	36	38	34	35	35	37	36	

Tabla 5 Registro de precipitación en el Área del proyecto.

Elementos	Meses												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Preciitacion Normal	38.6	18.1	10.8	8.5	15.1	98.6	201.3	178.0	135.2	45.9	23.8	36.9	810.8
Máxima Mensual	150.7	110.8	107.0	120.5	78.5	206.4	433.3	352.1	303.3	138.5	103.0	144.2	
Año de Máxima	1985	2005	1968	1997	1992	1984	1988	1967	1993	1981	2000	1976	
Máxima diaria	54.7	45.0	40.0	42.0	46.0	48.0	70.5	62.0	70.5	68.0	85.0	64.0	
Fecha Máxima diaria	03/1972	21/1978	03/1968	03/1997	04/1992	01/984	17/2008	28/2010	12/1968	20/2009	23/1972	25/1974	
Años con datos	29	32	33	36	39	36	38	34	35	35	36	36	

Tabla 6 Fenomenos climatológicos registrados en el Área del proyecto.

Elementos	Meses												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Número de días con lluvia	3.3	1.7	1.0	0.8	2.0	9.4	21.3	19.3	13.9	4.5	1.7	3.1	82.0
Años con datos	29	32	33	36	39	36	38	34	35	35	36	36	
Niebla	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	1.2	1.5	0.5	0.1	0.1	0.2	4.2
Años con datos	29	33	34	36	39	36	38	34	35	35	37	36	
Granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
Años con datos	29	33	34	36	39	36	38	34	35	35	37	36	
Tormenta E.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Años con datos	29	33	34	36	39	36	38	34	35	35	37	36	

Balance hídrico en el Sistema Ambiental.

El balance hídrico es una herramienta que permite conocer características de la cuenca mediante la aplicación del principio de conservación de la masa o la ecuación de continuidad (Díaz y Alarcon, 2018).

El concepto de balance hídrico hace referencia al equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado y para el cual existen una gran variedad de fórmulas aplicables en diferentes escenarios. El estudio del balance hídrico es complejo ya que las variables generalmente utilizadas para tal cálculo no son independientes unas de otras.

El modelo de balance hídrico es una herramienta ampliamente utilizada para predecir algunos de los impactos que pueden afectar al ciclo hidrológico y que derivan de las actividades humanas o el cambio climático en el contexto regional y local. La comprensión de la dinámica de una cuenca requiere estudiar la relación entre los distintos procesos hidrológicos (Badano y Menéndez, 2010).

La metodología para el cálculo del balance hídrico fue tomada de la NOM-011-CNA-2015 en su forma reducida:

$$Infiltración = P - ETR - Ve$$

Donde:

P = Precipitación (volumen precipitado $m^3año^{-1}$)

ETR = Evapotranspiración ($m^3año^{-1}$)

Ve = Escurrimiento superficial ($m^3año^{-1}$)

Volumen de agua precipitada en el SA.

La precipitación constituye la principal entrada de agua dentro del Ciclo Hidrológico, y varia tanto espacial como temporalmente en un área. Es el agua que cae en una zona

determinada que se delimita como cuenca o subcuenca y puede ocurrir como lluvia, neblina, nieve, rocío, etc. La medición de la lluvia se realiza en las estaciones climáticas a través de instrumentos llamados pluviómetros y es uno de los datos necesarios para el balance que con mayor frecuencia se encuentran disponibles, si bien puede variar la periodicidad y confiabilidad de éstos dependiendo del método de medición y de la permanencia de las estaciones climáticas a través del tiempo (Ordoñez, 2011).

Ilustración 3 Esquema de precipitación

La cuenca comienza con el ciclo hidrológico, el cual a su vez comienza con la precipitación, siendo esta la fuente primaria de agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua (Aparicio, 1992).

Los valores que se obtuvieron para la precipitación media anual en (mm) fueron registrados en la estación meteorológica 10031 Huahuapan, con precipitación de 820.8 mm y un rango de años de observación de 1981 – 2010. Se emplearon los datos de dicha estación por ser la más cercana al área del proyecto y que a su vez tiene gran influencia sobre el SA, en el siguiente cuadro se presenta el volumen precipitado en el SA.

Tabla 7 Volumen de agua precipitado SA

Precipitación media anual (mm)	Precipitación media anual (m)	Superficie (ha)	Superficie (m^2)	Volumen precipitado (m^3)
820.8	0.8208	256,298.3159	2'562,983,159.35	2'103,696,577.20

Evapotranspiración en el SA.

La evapotranspiración es la combinación conjunta de los procesos de evaporación y transpiración, por medio de la cual el agua es transferida a la atmósfera desde la superficie terrestre (Díaz y Alarcon, 2018). Es la combinación de dos procesos separados (transpiración y evaporación) que originan pérdida de agua.

Ilustración 4 Esquema de evapotranspiración

La evapotranspiración es el total de agua convertido en vapor por una cobertura vegetal; incluye la evaporación desde el suelo, la evaporación del agua interceptada y la transpiración por los estomas de las hojas (Ordoñez, 2011). La evapotranspiración es un componente fundamental del balance hídrico y un factor clave en la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera. La cuantificación se hace precisa en contextos diferentes tales como la producción vegetal, la planificación y gestión de recursos hídricos o estudios ambientales y ecológicos (Becerra, 1999).

Para el cálculo de la evapotranspiración en el SA se utilizó el método de Coutagne el cual es empleado por la CONAGUA. Este método es aplicable para valores de precipitaciones (m/año) comprendidos entre el intervalo definido por:

$$\frac{1}{8 \times \lambda} \; y \; \frac{1}{2 \times \lambda}$$

Donde: $\lambda = \frac{1}{0.8+0.14\times t}$

Siendo t = temperatura media anual (°C)

Para dicho rango el autor propone la siguiente expresión:

$$ETR = P - \lambda \times P^2$$

Donde:

ETR = evapotranspiración real en maño^{-1}

$$\lambda = \frac{1}{0.8 + 0.14 \times t}$$

$$\lambda = \frac{1}{0.8 + 0.14 \times 20.4}$$

$$\lambda = 0.274$$

$$\frac{1}{8 \times \lambda} = \frac{1}{8 \times 0.274} = 0.457 \quad y \quad \frac{1}{2 \times \lambda} = \frac{1}{2 \times 0.274} = 1.828$$

Una vez comprobado que la precipitación en el SA en cuestión está entre el rango de $\frac{1}{8\times\lambda}$ y $\frac{1}{2\times\lambda}$ procedemos a calcular la evapotranspiración con la siguiente expresión:

$$ETR = P - \lambda \times P^2$$

$$ETR = 0.8208 - 0.274 \times 0.8208^2$$

$$ETR = 0.637$$

Una vez que se obtuvo el valor de la evapotranspiración este valor se multiplica por la superficie del SA en m^2 quedando de la siguiente manera:

$$ETR = 0.637 \times 2'562{,}983{,}159.35$$

$$ETR = 1'620{,}272.51$$

Tabla 8 Volumen de agua evapotrasnpirada m^3 $año^{-1}$ SA

Volumen precipitado (m^3/año)	Agua evapotranspirada m^3 $año^{-1}$
2'103,696,577.20	1'632,620,272.51

Escurrimiento superficial en el SA.

El escurrimiento superficial es la porción de la lluvia que fluye sobre la superficie del suelo a través de los canales hacia las corrientes mayores. Este fenómeno ocurre cuando la intensidad de precipitación es mayor que la evaporación y de la infiltración. El volumen escurrido por este concepto aparece en un hidrograma después de haber satisfecho las demandas iniciales de intercepción, infiltración, y almacenamiento en depresiones naturales. Existen otros tipos de escurrimiento, los cuales se citan a continuación. Escurrimiento en canales: la porción de la precipitación que cae directamente en las corrientes de agua. El escurrimiento subsuperficial: la porción de la precipitación que después de infiltrarse, se mueve en el perfil del suelo y aparece más tarde como manantiales y en canales. El escurrimiento subterráneo se define como: la circulación de las aguas subterráneas hacia las corrientes y cuerpos de agua (Becerra, 1999).

Es definido como la cantidad de agua que fluye en la superficie dada en m^3 seg^{-1}. Es el volumen medio anual de agua en forma natural, proviene de una cuenca hidrológica ubicada aguas arriba de la cuenca (Sánchez *et al., 2007*).

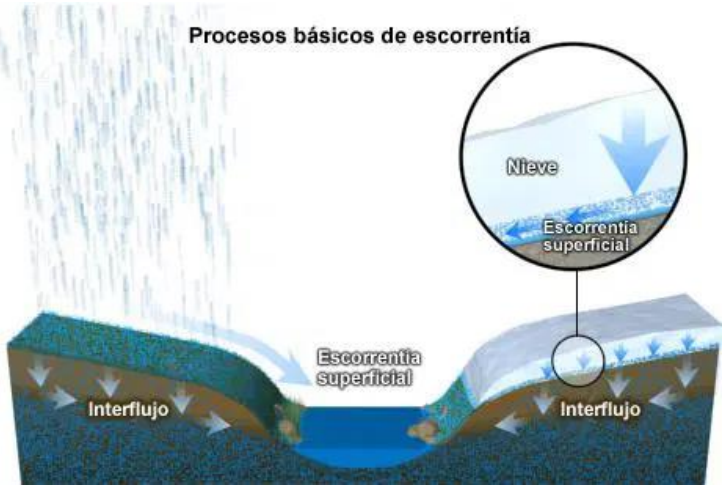


Ilustración 5 Esquema de escorrentía

El cálculo del escurrimiento medio nos indica el volumen de agua que se puede almacenar o retener con base a la cantidad de agua que se pierde por escurrimiento. Para la estimación del volumen medio que escurre en la cuenca de nuestro interés se utilizó la metodología como lo indica la NOM-011-CNA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

$$Ve = P \times At \times Ce$$

Donde:

Ve = Volumen anual de escurrimiento natural de la cuenca (m^3)

P = Precipitación anual de la cuenca (m)

At = Área de la cuenca (m^2)

Ce = Coeficiente de escurrimiento (adimensional)

La superficie del SA es de 256,298.3159 ha (2'562,983,159.35 m^2), los valores de precipitación media anual en (mm) fueron tomados de la estación meteorológica 10031 Huahuapan donde esta corresponde a 820.8 mm (0.8208 m). El cálculo del coeficiente de

escurrimiento se determinó de la siguiente manera: en función del tipo y uso de suelo y el volumen de precipitación anual en el SA en estudio.

Debido a la falta de información específica, con el apoyo de las cartas de edafología serie II escala 1:250 000 (G13-11, G13-10 y G13-8) publicada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se determinó que dentro del SA existen 47.8219 ha de suelos permeables, en condiciones de barbecho, áreas incultas y desnudas, 260.0158 ha son de suelo permeable con vegetación de tipo bosque y densidad de cobertura vegetal que va del 25 al 50 %, en total estos dos valores suman la cantidad de 307.8377 ha. El SA también presenta 2,073.8852 ha de suelo mediamente permeable con uso de suelo de barbecho, áreas incultas y desnudas, 252,589.3778 ha que corresponden a suelo mediamente permeable y uso de suelo tipo bosque con densidad de cobertura vegetal del 50 al 75 %, 1,314.7599 ha son de suelo mediamente permeable con uso de suelo de pastizal con cobertura del 50 al 75 %, estos valores dan una suma de 255,978.0229 ha. También existe la presencia de suelos casi permeables con una superficie de 12.4553 ha que corresponde a uso de suelo de bosque y densidad de cobertura vegetal del 25 al 50 %.

Como se especifica en el siguiente cuadro, al tomar en cuenta el uso actual del suelo apoyándose de la carta de uso de suelo y vegetación serie VI escala INEGI, se obtiene el valor del parámetro **K.**

Tabla 9 Valores de K, en función del tipo y uso de suelo

Tipo de Suelo	**Características**		
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos.		
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos.		
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.		
Uso de suelo	**Tipo de suelo**		
	A	**B**	**C**
Barbecho, áreas incultas y 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:			
% del suelo cubierto o pastoreo			

Más del 75% - Poco -	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% - Regular -	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% - Excesivo -	0.24	0.28	0.30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
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

En relación con lo anteriormente descrito ponderando los valores de cada tipo de uso de suelo con la permeabilidad correspondiente se tiene lo siguiente, en condiciones actuales y en caso de que se removiera la vegetación:

$$K_{ponderado} = \frac{(47.8219 * 0.26) + (260.0158 * 0.26) + (2{,}073.8852 * 0.28) + (252{,}589.3778 * 0.2}{256{,}298.3159}$$

$$\boldsymbol{K_{ponderado\ actual} = 0.22}$$

$$K_{ponderado} = \frac{(307.8377 * 0.26) + (255{,}978.0229 * 0.28) + (12.4553 * 0.30)}{256{,}298.3159}$$

$$\boldsymbol{K_{ponderado\ potencial} = 0.28}$$

Considerando la permeabilidad y usos del suelo así como la densidad de cobertura vegetal en el estado actual se tiene un valor de K de 0.22, si se removiera por completo la cobertura vegetal del SA, los usos de suelo actuales pasarían a barbechos, áreas incultas y desnudas, como en la superficie de la UGA se encuentran los tres tipos de permeabilidad el valor de K potencial se pondera, teniendo como resultado un valor de potencial de K de **0.28**.

Valor de K actual	Valor de K potencial
0.22	0.28

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

K: Parámetro que depende del tipo y uso de suelo	Coeficiente de escurrimiento anual (Ce)
Si K resulta menor o igual que 0.15	Ce = K (P-250) / 2000
Si K es mayor que 0.15	Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5

Como el valor de K en El SA es mayor a 0.15 se procede a calcular el coeficiente con la siguiente formula:

$$Ce = K\ (P - 250)\ /\ 2000\ +\ (K - 0.15)\ /\ 1.5$$

Ce actual

$$Ce = 0.22 \times (820.8 - 250)/2000 + (0.22 - 0.15)\ /\ 1.5$$

$$\boldsymbol{Ce = 0.11}$$

Ce potencial

$$Ce = 0.28 \times (820.8 - 250)/2000 + (0.28 - 0.15)\ /\ 1.5$$

$$\boldsymbol{Ce = 0.17}$$

Una vez que se obtuvo el coeficiente de escurrimiento se procede a calcular el volumen medio anual que escurre en El SA quedando de la siguiente manera:

$$Ve = P \times At \times Ce$$

Ve actual

$$Ve = 0.8208 * 2',562{,}983{,}159.35 \times 0.11$$

$$\boldsymbol{Ve = 231'539{,}348.17}$$

Ve potencial

$$Ve = 0.8208 * 2',562{,}983{,}159.35 \times 0.17$$

$$\boldsymbol{Ve = 349'730{,}144.94}$$

El volumen medio de escurrimiento actual en el SA es de **231'539,348.17 m^3**, considerando las condiciones actuales de la vegetación, si se realizara la remoción de la vegetación sobre la superficie total del SA el volumen medio de escurrimiento aumentaría a **349'730,144.94 m^3**. La remoción total de la cobertura vegetal del SA no se realizará, esto solo se considera como estimado del volumen m^3 de lo que podría escurrir si esto sucediera.

Infiltración en el SA.

La infiltración es otro factor que influye en el balance de humedad y se define como el movimiento del agua, a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares. La diferencia entre el volumen de agua que llueve en una cuenca y el que escurre por su salida recibe el nombre genérico de pérdidas. En general, las pérdidas están constituidas por la intercepción en el follaje de las plantas y en los techos de las construcciones, la retención en depresiones o charcos (que posteriormente se evapora o se infiltra). La infiltración tiene un papel de primer orden en la relación lluvia-escurrimiento. La importancia de la infiltración no se

limita a su influencia en la relación precipitación-escurrimiento, sino que además, el agua infiltrada, representa la mayor fuente de abastecimiento a los suelos, en particular donde hay plantas de cultivo (Aparicio, 1992).

La metodología para el cálculo del balance hídrico fue tomada de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015 en su forma reducida:

A continuación, se presenta la estimación de infiltración dentro del SA:

$$Infiltración = P - ETR - Ve$$

Donde:

P = Precipitación (volumen precipitado) (m^3 $año^{-1}$)

ETR= Evapotranspiración (m^3 $año^{-1}$)

Ve = Escurrimiento superficial (m^3 $año^{-1}$)

Sustituyendo los valores se tiene el siguiente volumen en m^3 de agua que se infiltran actualmente, así como el volumen que se dejaría de infiltrar si se removiera la cobertura vegetal del SA.

Infiltración actual

$$\begin{aligned} Infiltración = {} & 2'696{,}577.20 \\ & - 1'632{,}620{,}272.51 \\ & - 231'{,}348.17 \\ Infiltración = {} & \mathbf{239'536{,}956.52} \end{aligned}$$

Infiltración potencial

$$\begin{aligned} Infiltración = {} & 2'696{,}577.20 \\ & - 1'632{,}620{,}272.51 \\ & - 349'{,}730{,}144.94 \\ Infiltración = {} & \mathbf{121'346{,}159.74}. \end{aligned}$$

Como conclusión se tiene que con en el estado actual de la vegetación en el SA el volumen medio de escurrimiento es de **231'539,348.17 m^3**, mientras que la infiltración es de **239'536,956.52 m^3**. En el caso de que se removiera la cobertura vegetal por completo se tendría un volumen medio de escurrimiento sería de **349'730,144.94 m^3** y la infiltración de **121'346,159.74 m^3**. Con esto se concluye que se estaría dejando de infiltrar casi el doble de lo que actualmente se infiltra, si se modificara la cobertura de la vegetación en el área.

Balance hídrico actual y potencial en el Área del Proyecto.

Para la estimación del balance hídrico del área sujeta a CUSTF en el área del proyecto (AP) se siguió la metodología anteriormente descrita en la estimación del balance del SA la cual fue tomada de la NOM-011-CNA-2015 en su forma reducida:

$$Infiltración = P - ETR - Ve$$

Donde:

P = Precipitación (volumen precipitado $m^3año^{-1}$)

ETR = Evapotranspiración ($m^3año^{-1}$)

Ve = Escurrimiento superficial ($m^3año^{-1}$)

Volumen de agua precipitada en el AP.

La superficie del cambio de uso de suelo está compuesta por dos polígonos que suman en total 0.1260 ha (1260 m^2). Los datos meteorológicos empleados corresponden a la estación 10031 Huahuapan con 820.8 mm (0.8208 mm) con un rango de años de observación de 1981 – 2010.

En el polígono 1 precipita un volumen de agua de **172.37 m^3** mientras que en el polígono 2 el volumen de agua precipitada es de **861.84 m^3** en total suman **1,034.21 m^3** de agua precipitada en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo en el AP.

Tabla 10 Volumen de agua precipitado en el AP.

Polígono	Precipitación (mm)	Precipitación (m)	Superficie (ha)	Superficie (m^2)	Volumen precipitado (m^3)
Polígono 1	820.8	0.8208	0.0238	238.00	195.35
Polígono 2			0.1022	1,022.00	838.86
Total volumen de agua precipitada					**1,034.21**

Evapotranspiración en el AP.

Para el cálculo de la evapotranspiración en la superficie sujeta a CUSTF en el AP se empleó el método de Coutagne el cual es utilizado por la CONAGUA. Este método es aplicable para valores de precipitaciones (m/año) comprendidos entre el intervalo definido por:

$$\frac{1}{8 \times \lambda} \; y \; \frac{1}{2 \times \lambda}$$

Donde: $\lambda = \frac{1}{0.8+0.14\times t}$

Siendo t = temperatura media anual (°C)

Para dicho rango el autor propone la siguiente expresión:

$$ETR = P - \lambda \times P^2$$

Donde:

ETR = evapotranspiración real en maño^{-1}

Sustituyendo los valores queda de la siguiente manera:

$$\lambda = \frac{1}{0.8 + 0.14 \times t}$$

$$\lambda = \frac{1}{0.8 + 0.14 \times 20.4}$$

$$\lambda = 0.274$$

$$\frac{1}{8 \times \lambda} = \frac{1}{8 \times 0.274} = 0.457 \quad y \quad \frac{1}{2 \times \lambda} = \frac{1}{2 \times 0.274} = 1.828$$

Una vez comprobado que la precipitación del área de CUSTF dentro de la superficie del AP en cuestión está entre el rango de $\frac{1}{8\times\lambda}$ y $\frac{1}{2\times\lambda}$ procedemos a calcular la evapotranspiración con la siguiente expresión:

$$ETR = P - \lambda \times P^2$$

$$ETR = 0.8208 - 0.274 \times 0.8208^2$$

$$ETR = 0.637\ m/año$$

Una vez que se obtuvo el valor de la evapotranspiración este valor se multiplica por la superficie del CUSTF en m^2 del AP quedando de la siguiente manera:

	Actual	Con potencial
Polígono 1	$ETR = 0.637 \times 238.00$ $ETR = 151.61$	$ETR = 0.637 \times 238.00$ $ETR = 151.61$
Polígono 2	$ETR = 0.637 \times 1{,}022.00$ $ETR = 651.01$	$ETR = 0.637 \times 1{,}022.00$ $ETR = 651.01$

De esta manera se tiene que en la superficie de CUSTF del AP en estado actual y con cambio de uso de suelo en el polígono 1, la evapotranspiración es de **151.61 m^3/año** para ambos casos, mientras que en el polígono 2 el agua que se evapotranspiración es de **651.01 m^3/año**, tanto en estado actual como con cambio de uso de suelo. La suma de los resultados de evapotranspiración antes mencionados es de **802.62 m^3/año** para toda la superficie que comprende el CUSTF en el área de MIA.

Tabla 11 Volumen de agua evapotranspirada MIA

Polígono	Superficie (ha)	Superficie (m^2)	ETR m^3/año Sin CUSTF	ETR m^3/año Con CUSTF
Polígono 1	0.0238	238.00	151.61	151.61
Polígono 2	0.1022	1,022.00	651.01	651.01
Total	**0.1260**	**1,260.00**	**802.62**	**802.62**

Escurrimiento superficial en el AP

El cálculo del escurrimiento medio nos indica el volumen de agua que se puede almacenar o retener con base a la cantidad de agua que se pierde por escurrimiento. Para la estimación del volumen medio que escurre en la superficie sujeta a CUSTF se basó en la metodología NOM-011-CNA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. De acuerdo

con el método indirecto propuesto en la NOM-011-CNA-2015 el volumen medio anual de escurrimiento se determina mediante la siguiente expresión:

Los datos meteorológicos empleados en el área de CUSTF del AP se tomaron de la estación meteorológica 10031 Huahuapan, con un periodo de años de observación de 1981 – 2010 y precipitación media anual de 820.8 mm (0.8208 mm). El área total que se propone para CUSTF 0.1260 ha, está compuesta por dos polígonos. El polígono 1 tiene un área de 0.0238 ha y el polígono 2 de 0.1022 ha.

El cálculo del coeficiente de escurrimiento se determinó en función del tipo y uso del suelo y el volumen de precipitación anual.

Con apoyo de la carta edafológica G13-11 escala 1:250000 (INEGI, 2007) y los recorridos de campo, realizados mediante el levantamiento del inventario, se determinó que el tipo de suelo de los polígonos de CUSTF corresponde a suelo mediamente permeables. De la misma manera la carta de uso de suelo y vegetación serie VI INEGI, menciona que el tipo de vegetación corresponde a bosque en ambos polígonos, para validar esta información con el levantamiento de los datos de inventario se concluyó que por usos identificados la vegetación del área de CUSTF en la superficie del AP si corresponde al uso de bosque con esto se obtiene el valor de K.

Tabla 12 Permeabilidad y uso del suelo MIA superficie de CUSTF

Polígono	**Permeabilidad**	**Tipo de vegetación**	**Superficie ha**
Polígono 1	Mediamente permeable	Bosque	0.0238
Polígono 2	Mediamente permeable	Bosque	0.1022
Total superficie			**0.1260**

Debido a que en el área sujeta a CUSTF existe un solo tipo de suelo y que corresponde al tipo B, con las condiciones actuales de densidades de vegetación del 50 al 75 % para ambos polígonos, se tiene que el valor de K corresponde a 0.22. Con el cambio de uso de suelo se realizará la remoción de la vegetación y el uso del suelo será barbecho, áreas incultas y desnudas y el valor de K en estas condiciones corresponde a 0.28, eso en relación al cuadro "valores de K" antes mencionado en el numeral 6.3.

Tabla 13 Resultados de K MIA

Polígono	K Sin CUSTF	K Sin CUSTF
Polígono 1	0.22	0.28
Polígono 2	0.22	0.28

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

K: Parámetro que depende del tipo y uso de suelo	Coeficiente de escurrimiento anual (Ce)
Si K resulta menor o igual que 0.15	Ce = K (P-250) / 2000
Si K es mayor que 0.15	Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5

Como el valor de K en el área de CUSTF de la MIA es mayor a 0.15 precedemos a calcular el coeficiente con la siguiente formula:

$$Ce = K\ (P - 250)\ /\ 2000\ +\ (K - 0.15)\ /\ 1.5$$

Polígono	Ce actual	Ce potencial
Polígono 1	$Ce = 0.22 \times (820.8 - 250)/2000 + (0.22 - 0.15)\ /\ 1.5$ $Ce = 0.11$	$Ce = 0.28 \times (820.8 - 250)/2000 + (0.28 - 0.15)\ /\ 1.5$ $Ce = 0.17$
Polígono 2	$Ce = 0.22 \times (820.8 - 250)/2000 + (0.22 - 0.15)\ /\ 1.5$ $Ce = 0.11$	$Ce = 0.22 \times (820.8 - 250)/2000 + (0.22 - 0.15)\ /\ 1.5$ $Ce = 0.17$

Una vez que se obtuvo el coeficiente de escurrimiento procedemos a calcular el volumen medio anual que escurre en el área del proyecto, en la superficie sujeta a CUSTF quedando de la siguiente manera:

$$Ve = P \times At \times Ce$$

Polígono	Ve m^3/año actual	Ve m^3/año potencial
Polígono 1	$Ve = 0.8208 * 0.0238 \times 0.11$ $Ve =\ 21.38$	$Ve = 0.8208 * 0.0238 \times 0.17$ $Ve = 32.54$
Polígono 2	$Ve = 0.8208 * 0.1022 \times 0.11$ $Ve =\ 91.82$	$Ve = 0.8208 * 0.0238 \times 0.17$ $Ve = 139.74$

Actualmente dentro del área propuesta para cambio de usos de suelo se tiene que el polígono 1 escurre **21.38 m^3/año**, mientras que en el polígono 2 escurren **91.82 m^3/año**, la suma del volumen de agua que escurre actualmente en los dos polígono con cobertura vegetal es de **113.20 m^3/año**. Una vez que se remueva la vegetación con el cambio de uso

de suelo en el polígono 1 escurrirá un volumen de **32.54 m^3/año** y en el polígono 2 escurrirán **139.74 m^3/año**, esto suma un total de **172.28 m^3/año**, que escurrirán cuando se realice el CUSTF, de tal forma que en condiciones actuales escurren **113.20 m^3/año** en total y con cambio de uso de suelo el escurrimiento aumentara a **172.28 m^3/año**.

Tabla 14 Resultado de volumen medio (Ve) de escurrimiento MIA

Polígono	**Ve m^3/año Sin CUSTF**	**Ve m^3/año Con CUSTF**
Polígono 1	21.38	32.54
Polígono 2	91.82	139.74
Total escurrimiento	**113.20**	**172.28**

Infiltración en el AP.

La metodología para el cálculo del balance hídrico fue tomada de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015 en su forma reducida:

$$Infiltración = P - ETR - Ve$$

Sustituyendo los valores de la fórmula de la infiltración se tiene lo siguiente para cada uno de los polígonos de CUSTF del área de MIA en los diferentes escenarios:

Polígono	**Infiltración m^3/año actual**	**Infiltración m^3/año potencial**
Polígono 1	$Infiltración = 195.35 - 151.61 - 21.38$ $Infiltración = 22.36$	$Infiltración = 195.35 - 151.61 - 32.54$ $Infiltración = 11.20$
Polígono 2	$Infiltración = 838.86 - 651.01 - 91.82$ $Infiltración = 96.03$	$Infiltración = 195.35 - 151.61 - 39.74$ $Infiltración = 48.11$

En las condiciones actuales de la cobertura vegetal en el polígono 1 se infiltran **22.36 m^3/año** mientras que en el polígono 2 se infiltra un volumen de **96.03 m^3/año**, sumando estos dos valores en total en la superficie de CUSTF se infiltran **118.39 m^3/año**. Una vez que se realice el cambio de uso de suelo y se remueva la cobertura vegetal, en el área del polígono 1 se infiltraran **11.20 m^3/año,** en el polígono 2 la infiltración será **de 48.11 m^3/año**, la suma de estos valores es de **59.31 m^3/año** que se infiltraran en la superficie total del área sujeta a CUSTF. Con esto se tiene que en estado actual en toda la superficie se infiltran **118.39 m^3/año** una vez que se realice el cambio de uso de suelo la infiltración total será de **59.31 m^3/año**.

Tabla 15 Resultado de la infiltración MIA

Polígono	Infiltración m^3/año actual	Infiltración m^3/año potencial
Polígono 1	22.36	11.20
Polígono 2	96.03	48.11
Total escurrimiento	**118.39**	**59.31**

Tasa de escurrimiento e infiltración en el AP.

La tasa de escurrimiento se obtuvo de la operación de restar el escurrimiento actual (sin CUSTF) menos el escurrimiento con CUSTF, al igual que la infiltración actual y con CUSTF, el resultado de esto es la cantidad de **m^3/año** que escurrieran el área propuesta para cambio de uso de suelo.

Tasa de escurrimiento en el AP.

El resultado de la resta del escurrimiento actual (Sin CUSTF) menos el escurrimiento con CUSTF para el polígono 1 es de **11.16 m^3/año**, en el polígono 2 es de **47.92 m^3/año**, sumando estos dos valores da un total de **59.08 m^3/año** que escurrirán dentro del área sujeta a CUSTF una vez que se realice la remoción de la vegetación.

Tabla 16 Tasa de escurrimiento en el AP.

Polígono	Escurrimiento actual	Escurrimiento potencial	Tasa de escurrimiento
Polígono 1	21.38	32.54	11.16
Polígono 2	91.82	139.74	47.92
Total escurrimiento	**113.20**	**172.28**	**59.08**

Tasa de infiltración en el AP.

El resultado de restar la infiltración actual (Sin CUSTF) menos la infiltración con CUSTF para el polígono 1 corresponde a **11.16 m^3/año**, en el polígono el valor de la tasa de infiltración es de **47.92 m^3/año**, la suma de ambos valores da un total de **59.08 m^3/año**, este volumen de m^3/año es la cantidad de agua que dejara de infiltrarse con la remoción de la vegetación en toda la superficie de CUSTF.

Tabla 17 Tasa de escurrimiento MIA

Polígono	Infiltración actual	Infiltración potencial	Tasa de infiltración
Polígono 1	22.36	11.20	11.16
Polígono 2	96.03	48.11	47.92
Total infiltración	**118.39**	**59.31**	**59.08**

Una vez que se realicen las actividades de CUSTF y estas se concluyan, el suelo permanecerá desnudo durante un año, si se multiplican los resultados obtenidos por el área de la superficie de CUSTF se tiene los resultados no se modifican ya que se multiplican por 1 (un año) que es el lapso de tiempo en el que el suelo permanecerá desprovisto de vegetación.

Considerando el tiempo que el suelo permanecerá desnudo anteriormente mencionado se tiene que en el polígono 1 con el CUSTF el volumen de escurrimiento aumentara 11.16 m^3 adicionales a lo que escurre en condiciones actuales, mientras que en el polígono 2 se aumentaran 47.92 m^3 adicionales al escurrimiento actual, sumado ambos valores el escurrimiento total es de 59.08 m^3 adicionales a lo que escurre actualmente en la superficie total del CUSTF. Esta es la cantidad de m^3 que se escurrirán durante el año en el que el suelo quedara desprovisto de vegetación.

Con base a lo anteriormente descrito se tiene que las cantidades de m^3 que dejaran de infiltrarse en los polígonos de CUSTF son: **11.16 m^3 para el polígono 1 y 47.92 m^3 para el polígono 2, de tal manera que la suma de estos valores es igual a 59.08 m^3** que se perderán de infiltración con el cambio de usos de suelo, lo cual se tiene que este permanecerá desprovisto de vegetación por el lapso de un año, mientras se revegeta de manera espontánea.

Como conclusión se tiene que las cantidades en m^3 en que aumentara el escurrimiento serán las mismas en que disminuirá la infiltración, de tal manera que la cantidad total de escurrimiento a controlar e infiltración a compensar es de **59.08 m^3**.

b) Geología y geomorfología.

El aspecto físico de la superficie de la entidad está definido por cuatro provincias fisiográficas; Sierra Madre Occidental; Sierras y Llanuras del Norte; Sierra Madre Oriental; y Mesa del Centro. Esta división se realizó con base en la forma y estructura de las topoformas (geomorfología), por el grado de integración de red hidrológica y por el clima, todos agentes modeladores del relieve.

En el contexto estatal, el sistema ambiental del Proyecto se ubica en la parte central del estado de Durango, dentro de la Provincia Fisiográfica III. Sierra Madre Occidental, Subprovincia 15. Gran Meseta y Cañadas Duranguenses.

La superficie del Proyecto se localiza en la Provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, al igual que la totalidad de la superficie del SA, la cual se encuentra localizada así mismo en la Subprovincia fisiográfica Gran Meseta y Cañadas Duranguenses (Ilustración 7).

El proyecto se ubica en la Provincia Fisiográfica III. "Sierra Madre Occidental, Subprovincia 15: "Gran Meseta y Cañadas Duranguenses", con sistema de Topoformas de "Sierra".

Provincia Fisiográfica III. Sierra Madre Occidental.

La Provincia de la Sierra Madre Occidental se inicia prácticamente en la frontera con los Estados Unidos, dentro de los cuales tiene una muy pequeña penetración, y se extiende de noroeste a sureste hasta sus límites en el sur con la Provincia del Eje Neovolcánico. Hacia el oeste limita con la Provincia de la Llanura Sonorense y de la Llanura Costera del Pacífico, y hacia el este con la Provincia de Sierras y Llanuras del Norte, la extensión occidental de la Sierra Madre Oriental y la Mesa del Centro. Abarca partes de los Estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit, Aguascalientes y Jalisco.

Este gran sistema montañoso tiene sus orígenes en el Terciario inferior o medio, cuando se habría iniciado la extrusión en escala colosal de los materiales volcánicos que lo integran, cuyos espesores se calculan en 1 500 a 1 800 m, y que sepultan rocas sedimentarias más antiguas. Predominan rocas "ácidas" (altas en sílice). La sierra, que se levanta hasta los 2,500 a 3,000 msnm presenta, hacia el occidente, una importante escarpa, en tanto que

hacia el oriente va bajando más gradualmente a las regiones llanas del centro. En esta franja oriental se tienen cadenas montañosas y valles de orientación NO-SE, productos de los afallamientos que acompañaron a los procesos de levantamiento del Pleistoceno. Sobre el dorso central de la sierra, los materiales volcánicos se encuentran depositados en amplios mantos tendidos que dan su conformación a las elevadas mesetas que son típicas de la provincia. Una particular conjunción de actividad tectónica, rasgos litológicos, distribución de fracturas y procesos erosivos hídricos, propició la excavación de profundísimos cañones, cuyos ejemplos más espectaculares se dan sobre las vertientes occidentales de la sierra.

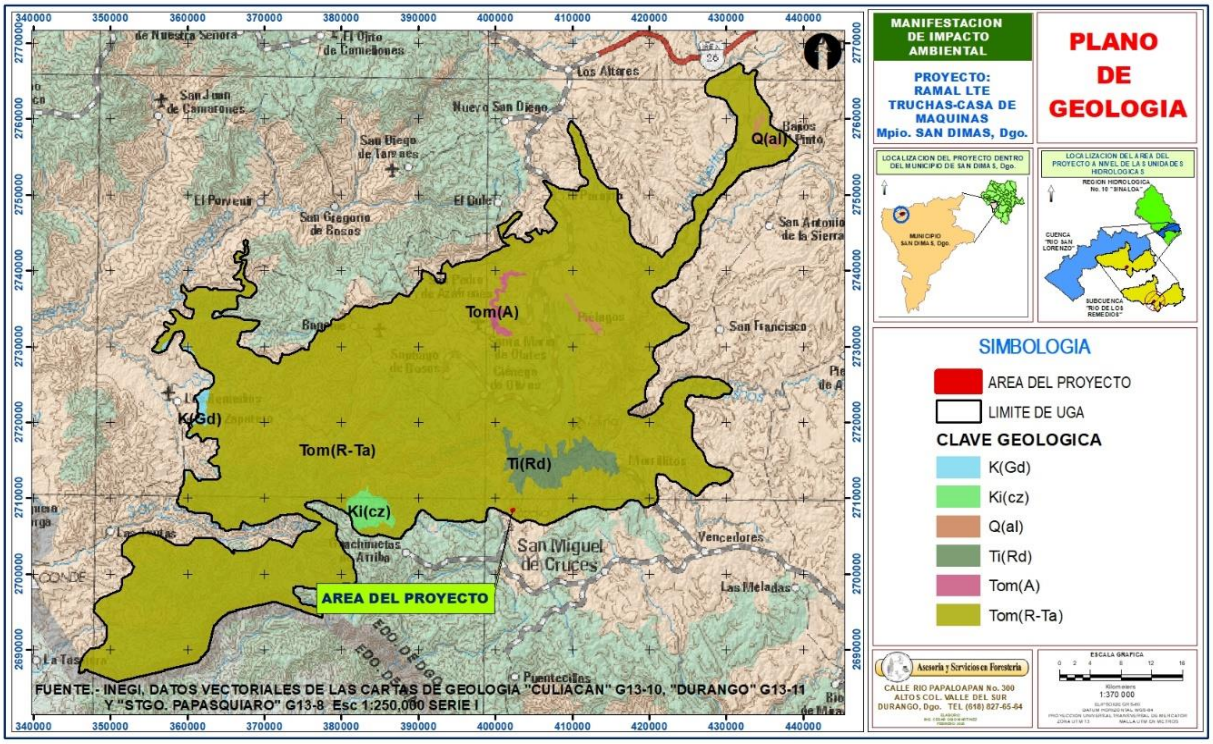


Ilustración 6 Origen Geológico en la superficie del Proyecto y en el resto del SA.

En las alturas del extremo norte de la provincia imperan climas secos y semisecos que van, según la elevación, de cálidos y semicálidos a templados y semifríos que pasan, en el sur, a subhúmedos cálidos y semicálidos, propios estos últimos de los profundos cañones. Los flancos de la sierra presentan condiciones semisecas cálidas y semicálidas en el noroeste y subhúmedas cálidas y semicálidas en el centro y suroeste. Sobre los declives occidentales, el clima gradúa de subhúmedo a semiseco cálido y semicálido. En términos generales

dominan los bosques de encinos y coníferas en las partes altas de la sierra. Sobre las vertientes occidentales se extienden las selvas caducifolias, en tanto que los declives orientales presentan matorrales y pastizales. Un parteaguas notablemente desplazado hacia el oriente separa a los numerosos ríos que, a través de los profundos cañones, drenan la vertiente occidental de la provincia, de los que bajan a las llanuras del norte y centro. De norte a sur se tienen en la Vertiente Occidental los ríos Magdalena, Sonora, Yaqui, Mayo, Fuerte, Sinaloa y Culiacán, todos con presas de almacenamiento para alimentar a los distritos de riego de las provincias vecinas. Siguen hacia el sur otros menos largos y caudalosos hasta el Río San Pedro, único que nace del lado de la vertiente oriental (alrededores de la ciudad de Durango) y que drena al oeste. Nuevamente de norte a sur, se tienen sobre la vertiente oriental de la provincia los ríos Casas Grandes, Santa María y del Carmen, con sus respectivas presas, de las cuencas cerradas del norte de Chihuahua; el Río Florido y otros importantes afluentes del Conchos, nuevamente con sus presas de almacenamiento, que integran la cuenca alta del Bravo de México; los afluentes del Nazas y los orígenes del Aguanaval. En el sur, el conjunto de los ríos Huaynamota y de Bolaños fluyen N-S hasta unirse al Río Grande de Santiago, en tanto que el Juchipila también baja desde el norte hacia Guadalajara.

Subprovincia Fisiográfica 15. Gran Meseta Y Cañadas Duranguenses.

La morfología de meseta, pese a la considerable disección por ríos encañonados, es bastante destacada en esta subprovincia, en la que hay una gran dominancia de rocas volcánicas ácidas con pocos afloramientos de básicas e intermedias. La altitud general de las mesetas es de 2,200 msnm, subiendo a 2,400 en el parteaguas entre la vertiente del Pacífico y la interior. Desde el oriente por cañones de más de mil metros de hondo baja el Río Humaya, principal afluente del Culiacán, hasta la Presa Adolfo López Mateos en la costa. Más al sur, en cañones grandes pero menos espectaculares, fluyen el Tamazula, que confluye con el Culiacán en esa ciudad, y el San Lorenzo, cuyos afluentes más remotos atraviesan quebradas asociadas con grandes fracturas. En el extremo noreste, donde la morfología de meseta se conserva muy íntegra, se originan el Sixtín y el Tepehuanes de la vertiente interior. En el sureste, también de esta vertiente, nacen el Río Santiago, afluente del Nazas y el Mezquital,

que a través de modesto cañón se dirige al sur para unirse al San Pedro, que baja a la costa al norte de Santiago Iscuintla.

La provincia de la Sierra Madre Occidental es un gran sistema montañoso que tiene sus orígenes en el terciario inferior o medio, cuando se inició la extrusión en escala colosal de los materiales volcánicos que lo integran cuyos espesores oscilan entre 1,500 y 1,800 m. En esta provincia predominan rocas ácidas (altas con sílice) e intermedias (medias en sílice).

La subprovincia Gran Meseta y Cañadas Duranguenses comprende los municipios de Canatlán, Canelas, Durango, El Oro, Guanaceví, Mezquital, Nombre de Dios, Nuevo Ideal, Otáez, Pueblo Nuevo, Súchil, San Bernardo, San Dimas, Santiago Papasquiaro, Tamazula, Tepehuanes, Topia y Vicente Guerrero.

Los Sistemas de Topoformas presentes en el Sistema Ambiental y Área del proyecto se pueden observar en la Ilustración 4.

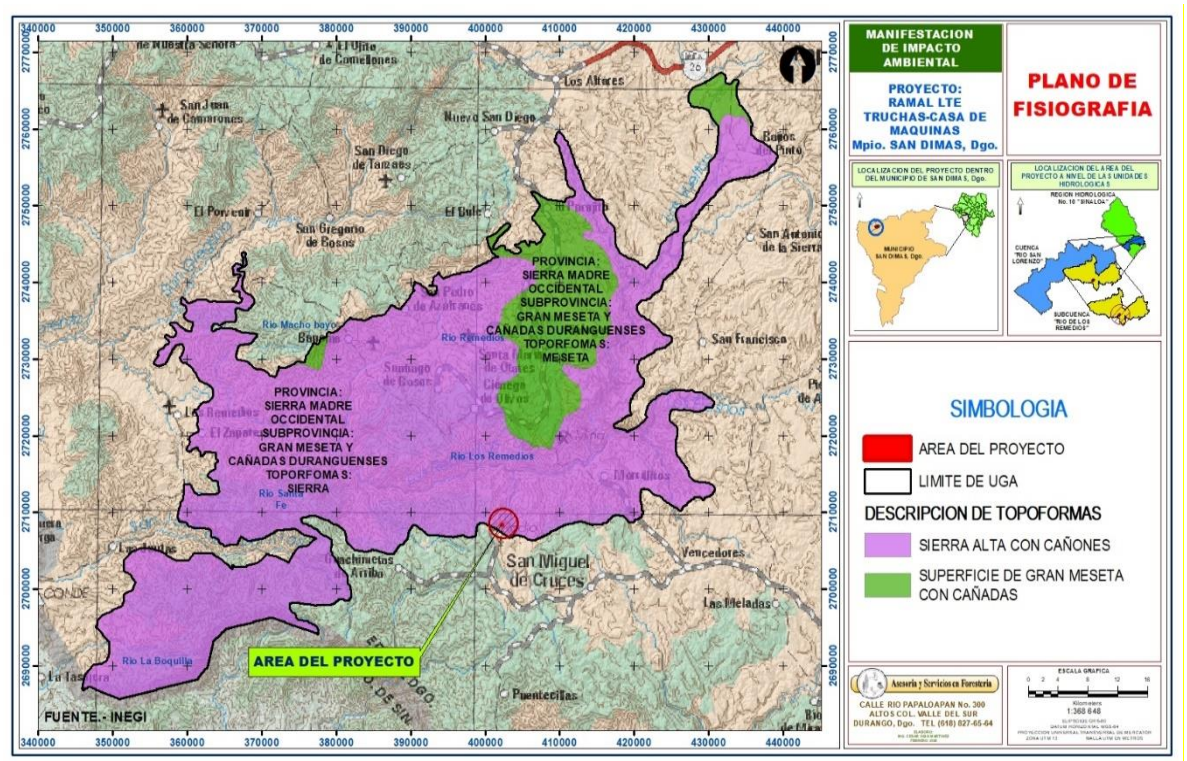


Ilustración 7 Sistemas de Topoformas presentes en el área del proyecto.

- **Características del relieve.**

Dentro de la Sierra Madre Occidental se encuentran las principales elevaciones del estado, las cuales sobrepasan los tres mil metros de altura. La mayor elevación se encuentra en Cerro Gordo con 3,340 metros de altura, seguido por el Cerro Barajas y del cerro Sierra El Epazote con 3,300 y 3,200 metros de altura respectivamente.

La zona donde se localiza el Proyecto cuenta con un rango altitudinal que va de los 1,940 a 2,230 msnm y de los 2,230 a los 2,520 msnm, con un terreno mayoritariamente montañoso (Ilustración 5).

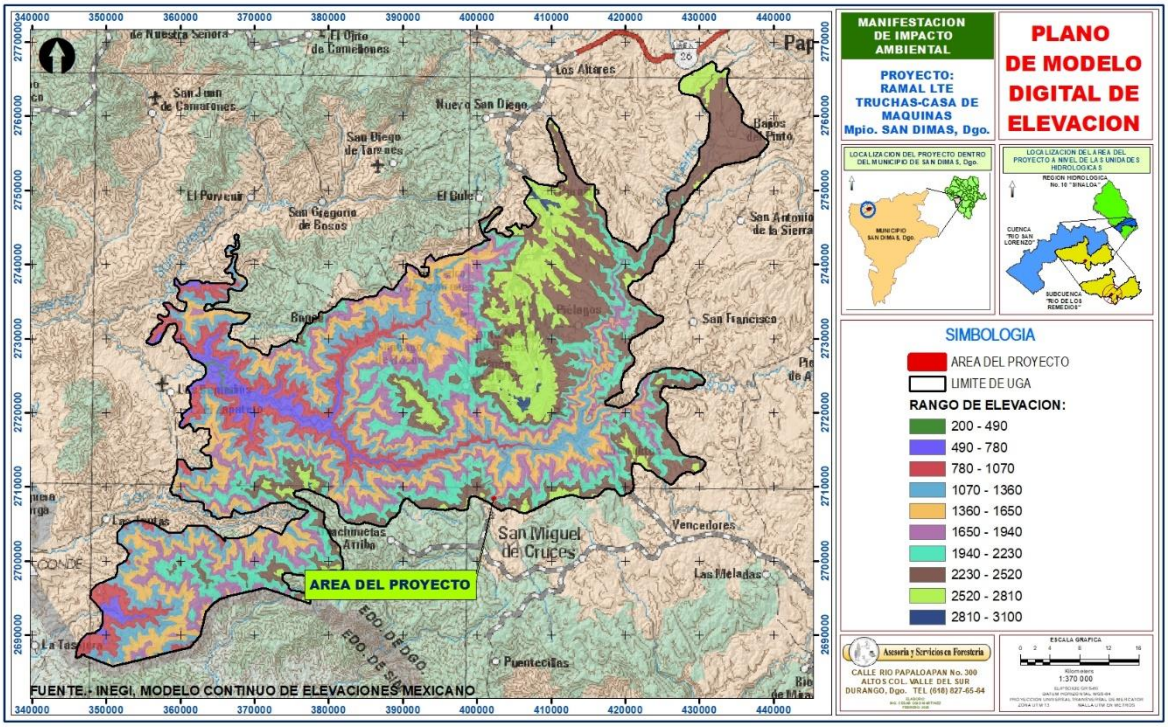


Ilustración 8 Perfil de elevación en el SA y AP.

De acuerdo al estudio de la Composición y estructura de las comunidades vegetales, en la Sierra Madre Occidental, Durango, México, la fisiografía del SA es muy variable, encontrándose rangos de pendiente del 0 al 10% hasta rangos de 60 a 65% (Ilustración 6).

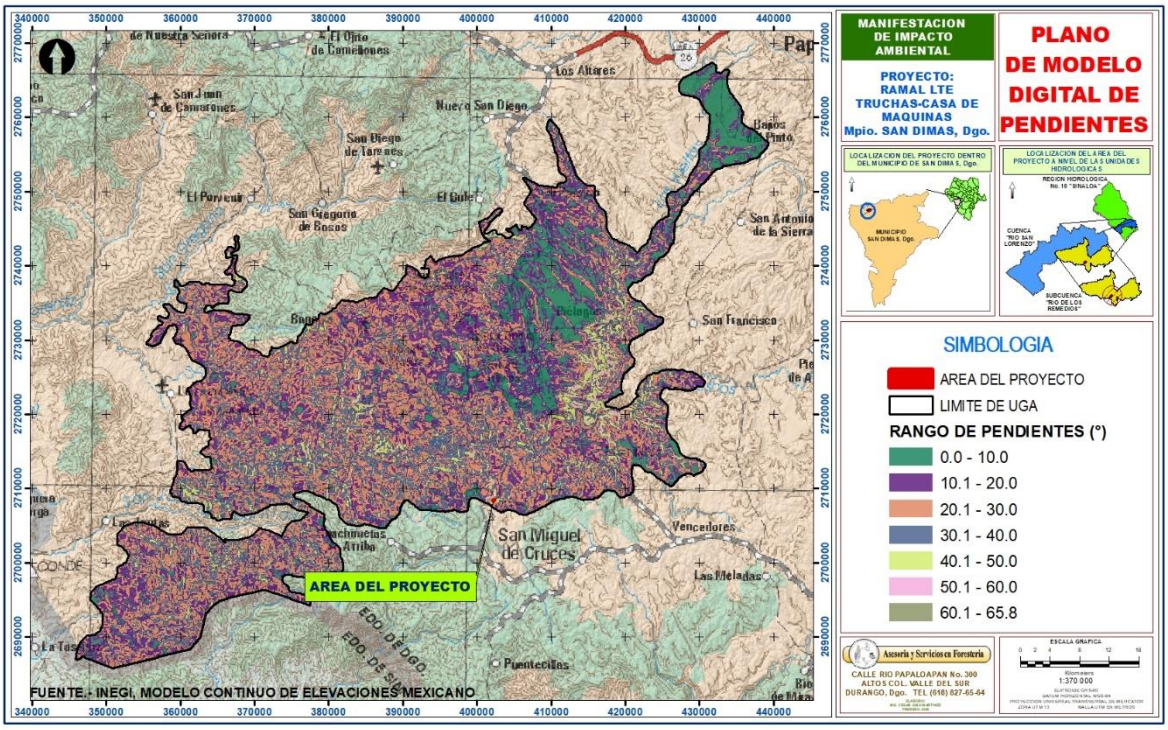


Ilustración 9 Modelo Digital de Pendientes en el SA y AP.

El Área de influencia del proyecto está conformada principalmente por lomeríos con pendientes complejas que oscilan entre el 25% y el 35%, así como mesetas altas con pendientes uniformes de 0 a 10% (terrenos ondulados) y en menor proporción se encuentran áreas con pendientes pronunciadas, alcanzando un 45% las consideradas como escarpadas y que representan un 10% de la superficie del Sistema Ambiental (Aragón et al.).

c) Suelos.

El suelo es resultado del intemperismo de la roca a través de un largo período de tiempo. Los suelos constan de cuatro grandes componentes: materia mineral, materia orgánica, agua y aire; la composición volumétrica aproximada es de 45, 5, 25 y 25%, respectivamente. Los constituyentes minerales (inorgánicos) de los suelos normalmente están compuestos de pequeños fragmentos de roca y minerales de varias clases. Las cuatro clases más importantes de partículas inorgánicas son: grava, arena, limo y arcilla. El desarrollo de los suelos en la región es controlado en gran medida, además del clima, por la pendiente

principalmente. Con base en el Esquema de la clasificación de suelos FAO/UNESCO-INEGI, se tiene el siguiente criterio para la asignación de los niveles de suelo.

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.

Conforme al nivel de suelo descrito en este Esquema de clasificación, los tipos de suelos dominantes en el Sistema Ambiental y la superficie del Proyecto corresponden en su mayoria a:

Feozem. Su principal distintivo es una capa superficial obscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes. Muchos son profundos y están situados en terrenos planos, que se utilizan para agricultura de riego o de temporal, con altos rendimientos. Los menos profundos, o los que se presentan en laderas y pendientes, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con mucha facilidad. Se pueden utilizar para ganadería.

Regosol. Suelos de textura media predominando la pedregosidad, su espesor es mayor de 10 cm. Se caracterizan por no presentar capas distintas. En general son de tono claro. Su fertilidad es variable, y su uso agrícola está condicionado principalmente a su profundidad y a la pedregosidad que presenten. Se pueden desarrollar diferentes tipos de vegetación.

Cambisol. Suelos con un subsuelo muy diferente a simple vista en color y textura a la capa superficial. La capa superficial puede ser oscura, con más de 25 cm de espesor, pero pobre en nutrientes y en ocasiones no existe.

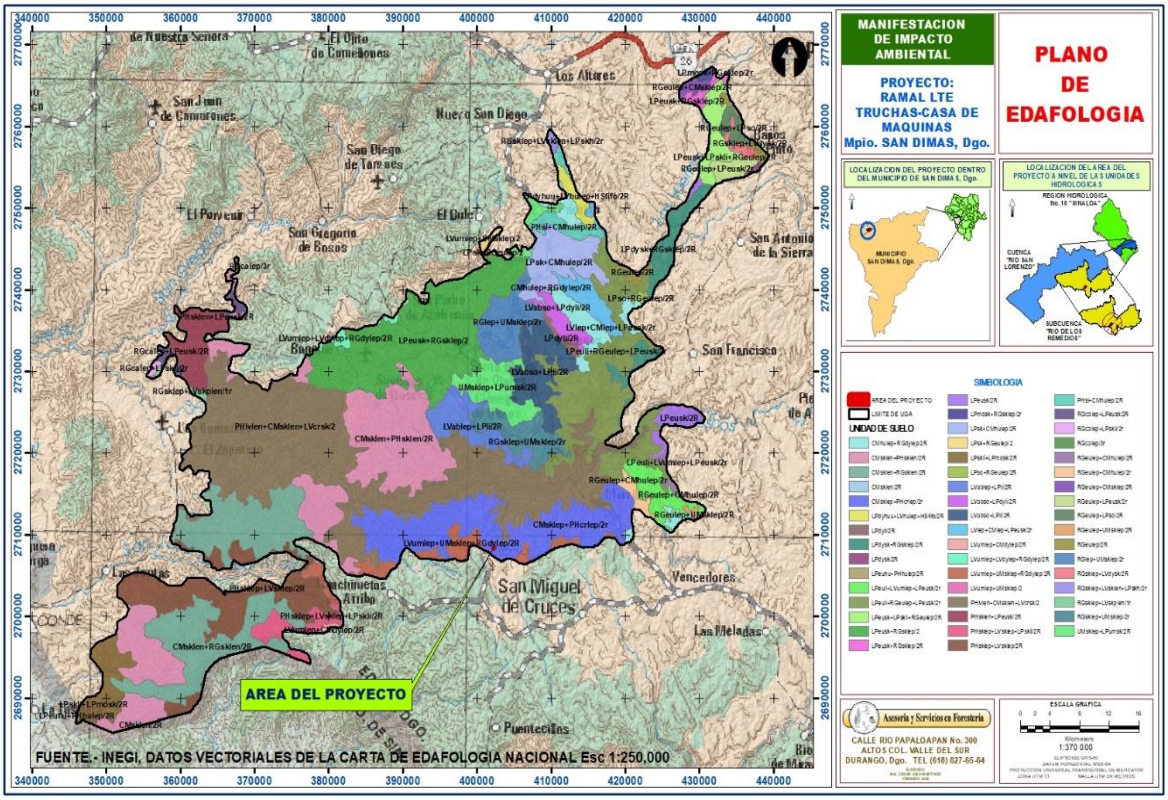


Ilustración 10 Tipos de suelos principales presentes en la superficie del Proyecto y en su Sistema Ambiental

Las claves utilizadas para representar los grupos y calificadores principales y suplementarios encontrados dentro del área de estudio del proyecto, se presenta en la tabla 17.

Tabla 18. Unidades de Suelo presentes en el Área de Estudio del proyecto.

CLAVE DE LA UNIDAD EDAFOLÓGICA	SUELO DOMINANTE	CALIFICADOR		SUELO SECUNDARIO	CALIFICADOR		SUELO TERCIARIO	CALIFICADOR	
		SECUNDARIO	TERCIARIO		SECUNDARIO	TERCIARIO		SECUNDARIO	TERCIARIO
LPeu+LPeuli+RGeule/1	LP	-	eu	LP	eu	li	RG	eu	le
PHlep+RGeulep+LPeu/2	PH	-	lep	RG	eu	lep	LP	-	eu
LPeu+LPmo+LPeuli/2	LP	-	eu	LP	-	mo	LP	eu	li
FLeu/1	FL	-	eu	-	-	-	-	-	-
FLeu+PHha/2	FL	-	eu	PH	-	ha	-	-	-
LPeu+LPeuli/2	LP	-	eu	LP	eu	li	-	-	-
FLmo+FLeu/2	FL	-	mo	FL	-	eu	-	-	-
PHha+FLeu/2	PH	-	ha	FL	-	eu	-	-	-
LPmo+RGarlen/1	LP	-	mo	RG	ar	len	-	-	-
PHsk/2R	PH	-	sk	-	-	-	-	-	-
PHle+RGeulep/2	PH	-	le	RG	eu	lep	-	-	-

CLAVE DE LA UNIDAD EDAFOLÓGICA	SUELO DOMINANTE	CALIFICADOR		SUELO SECUNDARIO	CALIFICADOR		SUELO TERCIARIO	CALIFICADOR	
		SECUNDARIO	TERCIARIO		SECUNDARIO	TERCIARIO		SECUNDARIO	TERCIARIO
PHlep+PHlvlep/3	PH	-	lep	PH	lv	lep	-	-	-
CMeulep+PHlep/2	CM	eu	lep	PH	-	lep	-	-	-
PHhulep+RGeulep+LPhum/2	PH	hu	lep	RG	eu	lep	LP	-	hum
PHlen+CMeulep/2	PH	-	len	CM	eu	lep	-	-	-
PHlep+PHlvle/3	PH	-	lep	PH	lv	le	-	-	-
LPdy+LPdyli+RGdylep/1	LP	-	dy	LP	dy	li	RG	dy	lep
CMeulep+RGeulep+LPeu/2	CM	eu	lep	RG	eu	lep	LP	-	eu
PHlvlep/3	PH	lv	lep	-	-	-	-	-	-
PHlep/2	PH	-	lep	-	-	-	-	-	-
RGdylep+CMdylep+LPdy/2	RG	dy	lep	CM	dy	lep	LP	-	dy
LVlen+CMeulep/2	LV	-	len	CM	eu	lep	-	-	-
LPdy+RGdylep/1	LP	-	dy	RG	dy	lep	-	-	-
PHsklv+PHlen/2R	PH	sk	lv	PH	-	len	-	-	-
LPdy+LPdyli/1	LP	-	dy	LP	dy	li	-	-	-
CMcrlen+PHlen/2	CM	cr	len	PH	-	len	-	-	-
RGeulep+PHlep+LPeu/2	RG	eu	lep	PH	-	lep	LP	-	eu
PHlvlep/2	PH	lv	lep	-	-	-	-	-	-
LVlen+CMeulen/2	LV	-	len	CM	eu	len	-	-	-
PHlep+LPmo+RGeulep/2	PH	-	lep	LP	-	mo	RG	eu	lep
LPmo+PHlep+LPeu/1	LP	-	mo	PH	-	lep	LP	-	eu
LVdylen+CMdylen/3	LV	dy	len	CM	dy	len	-	-	-
RGdyskp+LVdysk/2r	RG	dy	skp	LV	dy	sk	-	-	-
LVlep+LPeu/2	LV	-	lep	LP	-	eu	-	-	-
RGdylep+LPdy+CMdylep/2	RG	dy	lep	LP	-	dy	CM	dy	lep
CMdylep+LVdylen/3	CM	dy	lep	LV	dy	len	-	-	-
RGdylep+LPdyhu+CMdylep/2	RG	dy	lep	LP	dy	hu	CM	dy	lep
LVdylep+CMdylen/3	LV	dy	lep	CM	dy	len	-	-	-
LVdy+LVum/3	LV	-	dy	LV	-	um	-	-	-
LVaplen+CMdylen+RGdylen/2	LV	ap	len	CM	dy	len	RG	dy	len
LVdylen+LVumlen/3	LV	dy	len	LV	um	len	-	-	-
LPeu+RGeulep+CMeulep/2	LP	-	eu	RG	eu	lep	CM	eu	lep
LPeu+LPmo+RGeulep/1	LP	-	eu	LP	-	mo	RG	eu	lep
CMdylep+LPum/2	CM	dy	lep	LP	-	um	-	-	-
CMdylen+UMsklen+LVcrdy/2	CM	dy	len	UM	sk	len	LV	cr	dy
LVcrdy+LVum/3	LV	cr	dy	LV	-	um	-	-	-
CMdylep+LPum+LVdylen/2	CM	dy	lep	LP	-	um	LV	dy	len
CMdylen+LVcrdy+UMlen/2	CM	dy	len	LV	cr	dy	UM	-	len
CMdylep+LPdy/2	CM	dy	lep	LP	-	dy	-	-	-
LPeu+LPeuli/1	LP	-	eu	LP	eu	li	-	-	-
LPeu+RGeulep/2	LP	-	eu	RG	eu	lep	-	-	-
CMdylep+UMlep+CMdylen/2	CM	dy	lep	UM	-	lep	CM	dy	len

CLAVE DE LA UNIDAD EDAFOLÓGICA	SUELO DOMINANTE	CALIFICADOR		SUELO SECUNDARIO	CALIFICADOR		SUELO TERCIARIO	CALIFICADOR	
		SECUNDARIO	TERCIARIO		SECUNDARIO	TERCIARIO		SECUNDARIO	TERCIARIO
LVdyhskp+CMdysk/2R	LV	dyh	skp	CM	dy	sk	-	-	-

El significado de las claves de suelo y los clarificadores se presentan a continuación.

GRUPO	*CLAVE*
CAMBISOL	**CM**
FLUVISOL	**FL**
LEPTOSOL	**LP**
LUVISOL	**LV**
PHAEOZEM	**PH**
REGOSOL	**RG**
UMBRISOL	**UM**

Principales		**Secundarios**		**Principales**		**Secundarios**	
Abruptico	ap	Districo	dy	Arenico	ar	Eutrico	eu
Cromico	cr	Haplico	ha	Districo	dy	Humico	hu
Hiperdistrico	dyh	Molihumico	hum	Eutrico	eu	Leptico	le
Humico	hu	Endoleptico	len	Luvico	lv	Epileptico	lep
Esquelético	sk	Litico	li	Umbrico	um	Luvico	lv
		Molico	mo			Esquelético	sk
		Epiesqueletico	skp			Umbrico	um

El significado y uso de los horizontes de diagnóstico, propiedades, materiales calificadores, clases texturales y fase física utilizados se discuten a continuación:

CM	**Suelo que tiene un horizonte subsuperficial (Cámbico) que muestra evidencias de alteración y remoción, no tiene consistencia quebradiza y un espesor de por lo menos 15 cm.**
FL	Suelo caracterizado por tener una serie de capas estratificadas de sedimentos recientes de origen fluvial, marino o lacustre, por lo menos hasta una profundidad de 50 cm.
LP	Suelo limitado en profundidad por roca dura continua dentro de los primeros 25 cm desde la superficie hasta límite con el estrato rocoso.
LV	Suelo que tiene un incremento de acumulación de arcilla en el subsuelo (horizonte Árgico) y una capacidad de intercambio catiónico mayor de 24 cmol/kg de arcilla en todo su espesor.
PH	Suelo que presenta una capa superficial de color oscuro (horizonte Mólico) y una saturación con bases del 50% o mayor y una matriz libre de carbonato de calcio por lo menos hasta una profundidad de 100 cm o hasta el límite con una capa contrastante (roca, cementación).
RG	Suelo muy poco desarrollado, muy parecido al material de origen
UM	Suelo que presenta una capa superficial suave de color oscuro, rica en materia orgánica, pero bajo contenido de bases intercambiables.

- **Calificadores principales.**

Abruptico	**ap**	**que tiene un cambio textural abrupto dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.**
Arenico	ar	que tiene una textura de arena franca fina o más gruesa en una capa, 30 cm o más de espesor, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.
Cromico	cr	que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.
Districo	dy	que tiene una saturación con bases (por NH4OAc 1 M) menor de 50 por ciento en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o, en Leptosoles, en una capa, de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua, si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
Hiperdistrico	dyh	que tiene una saturación con bases (por NH4OAc 1 M) menor de 50 por ciento en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o, en Leptosoles, en una capa, de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua, si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
Eutrico	eu	que tiene una saturación con bases (por NH4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
Humico	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.
Luvico	lv	que tiene un horizonte árgico que tiene una CIC (por NH4OAc 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 NH4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 50 and 100 cm de la superficie del suelo.
Esqueletico	sk	que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediados en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad
Umbrico	um	que tiene un horizonte úmbrico. El horizonte úmbrico (del latín umbra, sombra) es un horizonte superficial grueso, de color oscuro, con baja saturación con bases y contenido moderado a alto de materia orgánica.

- **Calificadores secundarios**

Districo	dy	que tiene una saturación con bases (por NH4OAc 1 M) menor de 50 por ciento en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o, en Leptosoles, en una capa, de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua, si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
Eutrico	eu	que tiene una saturación con bases (por NH4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
Haplico	ha	que tiene una expresión típica de ciertos rasgos (típica en el sentido de que no hay una caracterización adicional o significativa) y sólo se usa si no aplica ninguno de los calificadores previos.
Humico	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.
Leptico	le	que tiene roca continua que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.
Endoleptico	len	que tiene roca continua que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.
Epileptico	lep	que tiene roca continua que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.
Litico	li	que tiene roca continua que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo (sólo en Leptosoles).
Luvico	lv	que tiene an horizonte árgico que tiene una CIC (por NH4OAc 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 NH4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 50 and 100 cm de la superficie del suelo.
Molico	mo	que tiene un horizonte mólico El horizonte mólico (del latín mollis, blando) es un horizonte superficial grueso, bien estructurado, oscuro, con alta saturación con bases y moderado a alto contenido de materia orgánica.
Esqueletico	sk	que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.
Epiesqueletico	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
Umbrico	um	que tiene un horizonte úmbrico. El horizonte úmbrico (del latín umbra, sombra) es un horizonte superficial grueso, de color oscuro, con baja saturación con bases y contenido moderado a alto de materia orgánica.

- **Clases texturales.**

- **1 (Gruesa):** Se considera de esta manera cuando existe un porcentaje de arcilla menor a 15% y mayor al 70% de arena dentro de los 30 cm superficiales. Dentro del Área de Estudio del proyecto se tiene que el 21.08% presenta esta textura.

- **2 (Media):** Así se denomina cuando el porcentaje de arcilla es del 15% o más, pero sin pasar de 35%, o el porcentaje de arena es de 70% o menos en los 30 cm superficiales del suelo. Dentro del Área de Estudio del proyecto se tiene que el 73.96% presenta esta textura.

- **3 (Fina):** Es textura fina cuando el porcentaje de arcilla es mayor a 35%, en los 30 cm superficiales del suelo. Dentro del Área de Estudio del proyecto se tiene que el 04.96% presenta esta textura.

Específicamente para el área del proyecto, el tipo de suelo identificado corresponde a **CMsklep + PHcrlep/2r**, cuyas características se describen a continuación:

Suelo: **CMsklep**

CM	**Cambisol.** Suelo que tiene un horizonte subsuperficial (Cámbico) que muestra evidencias de alteración y remoción, no tiene consistencia quebradiza y un espesor de por lo menos 15 cm.
Calificadores	
Esquelético (sk)	que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediados en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad
Epileptico (lep)	que tiene roca continua que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.

Suelo: **PHcrlep/2r**

PH	**Phahezom.** Suelo que presenta una capa superficial de color oscuro (horizonte Mólico) y una saturación con bases del 50% o mayor y una matriz libre de carbonato de calcio por lo menos hasta una profundidad de 100 cm o hasta el límite con una capa contrastante (roca, cementación).
Calificadores	
Cromico (cr)	que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.
Leptico (le)	que tiene roca continua que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

Grado de susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica.

Existe la necesidad de mantener y conservar el suelo como recurso natural para salvaguardar su productividad. A través de técnicas agrícolas adecuadas se establece un equilibrio entre la producción alimentaria y el acelerado incremento del índice demográfico que tiene nuestro planeta. El suelo es esencial para la vida; como lo es el aire y el agua, y cuando es utilizado de manera sustentable puede ser considerado como un recurso renovable. Siendo el vínculo perfecto entre los factores bióticos y abióticos y se le considera un hábitat para el desarrollo de las plantas y humanos. Gracias al soporte que constituye el suelo es posible la producción de los recursos naturales, por lo cual es necesario comprender las características físicas y químicas para propiciar la productividad y el equilibrio ambiental.

La susceptibilidad a la erosión hídrica en México es elevada debido a que cerca de la mitad del territorio (42.2%) tiene pendientes mayores a tres grados (INE, 2003). Esta característica topográfica, junto con el manejo inadecuado de las tierras forestales, agrícolas y ganaderas, favorecen las escorrentías que erosionan las capas superficiales del suelo.

De los tipos específicos de erosión hídrica, la pérdida de suelo superficial es el dominante. Este tipo específico de degradación tiene serias consecuencias en las funciones del suelo: remueve los nutrimentos y la materia orgánica, reduce la profundidad de enraizamiento de las plantas, y disminuye la tasa de infiltración y retención de agua. Cuando los sitios afectados por este tipo de erosión se destinan a fines agrícolas, es necesaria la aplicación de fertilizantes, pesticidas o el uso de aguas tratadas para mejorar su productividad, pero en ocasiones esto promueve la eutrofización y la contaminación de los acuíferos o de otros cuerpos de agua donde llegan los escurrimientos. Estos eventos se conocen como efectos "fuera de sitio" de la erosión hídrica.

La erosión eólica afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas, subhúmedas y secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Las causas de la erosión eólica también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a niveles bajos de humedad y a la destrucción de la estructura del suelo.

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) Aquélla 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.

Para la planificación del uso del suelo y desarrollo de estrategias de conservación, es necesario estimar las tasas de erosión e identificar las áreas vulnerables. A partir de que Figueroa *et al*. (1991) adaptaron la EUPS a las condiciones de México, su aplicación para estimar la erosión hídrica en el país se ha generalizado, mediante la técnica de algebra de mapas dentro de un SIG (Melchor-Marroquín y Chagoya-Fuentes, 2016). La integración de estas tecnologías de información geoespacial permite un mejor análisis a la representación de la información georreferenciados (Pastrana, 2014). La EUPS es un modelo en el que la pérdida de suelo está expresada como masa por unidad de área por unidad de tiempo y es una función del efecto combinado de seis factores expresados en la siguiente ecuación (Montes-León et al, 2011).

$$\boldsymbol{A} = \mathbf{R} * \mathbf{K} * \mathbf{LS} * \mathbf{C} * \mathbf{P}$$

Dónde:

A = Promedio anual de pérdida de suelo por hectárea expresado en Mg * ha-1 año-1.

R = Factor de erosividad de la lluvia en MJ * mm-1 / ha-1 hr-1.

K = Factor de erosionabilidad del suelo.

S = Factor del grado de pendiente, es adimensional.

L = Factor del grado de longitud de la pendiente, es adimensional.

C = Factor del manejo de vegetación, es adimensional.

P = Factor de prácticas mecánicas en el manejo de la vegetación agrícola, es adimensional

Tipos de erosión presentes en el Sistema Ambiental (INEGI)

Tanto la erosión hídrica como la eólica incluyen procesos en los cuales hay desplazamiento de material del suelo. Para conocer el grado de erosión se realizó la consulta del conjunto de datos de erosión del suelo, Escala 1:250 000 Serie I (INEGI, 2013), encontrando que el Sistema Ambiental, presenta 6 tipos de erosión, predominando siempre la hídrica en forma laminar leve, en ocasiones con erosión secundaria tipo hídrica y forma de surcos o cárcavas en grado leve. La mayor parte de la superficie no presenta ningún tipo, grado y forma de erosión lo cual se considera como sin erosión evidente (SE), en el presente Tabla se observan los tipos de erosión en el SA.

Tabla 19 Tipos de erosión presentes en el SA (INEGI, 2013)

Clave de la unidad de erosión del suelo	Tipo de erosión dominante	Forma de erosión dominante	Grado de erosión dominante	Tipo de erosión secundaria	Forma de erosión secundaria	Grado de erosión secundaria	Superficie (ha)
HL1	Hídrica	Laminar	Leve	N	N	N	31,484.2657
HL1+HC1	Hídrica	Laminar	Leve	Hídrica	Cárcavas	Leve	2,616.4743
HL1+HS1	Hídrica	Laminar	Leve	Hídrica	Surcos	Leve	13,938.1356
HL2	Hídrica	Laminar	Moderado	N	N	N	23,384.5782
HL2+HC1	Hídrica	Laminar	Moderado	Hídrica	Cárcavas	Leve	2,062.7162

Clave de la unidad de erosión del suelo	Tipo de erosión dominante	Forma de erosión dominante	Grado de erosión dominante	Tipo de erosión secundaria	Forma de erosión secundaria	Grado de erosión secundaria	Superficie (ha)
HL2+HS1	Hídrica	Laminar	Moderado	Hídrica	Surcos	Leve	8,046.1060
HL2+HS2	Hídrica	Laminar	Moderado	Hídrica	Surcos	Moderado	27.1386
HL3	Hídrica	Laminar	Fuerte	N	N	N	1,835.7898
HS1+HL1	Hídrica	Cárcavas	Leve	Hídrica	Laminar	Leve	841.5460
HS2	Hídrica	Laminar	Moderado	N	N	N	152.1743
SE	N	N	N	N	N	N	171,909.3914
Total superficie afectada							**256,298.3159**

En el Tabla siguiente se describen los tipos de erosión que se presentan dentro del SA, donde se indica la clave, el tipo de erosión y la descripción de esta.

Tabla 20 Descripción de los tipos de erosión presentes en El SA (INEGI, 2013)

Clave de la unidad de erosión del suelo	Tipo de erosión	Descripción
HL1	Laminar Grado Leve	La pérdida de suelo es poco apreciable, con alguna de las siguientes evidencias: encostramiento, capas delgadas de partículas de diferentes tamaños (arena, gravas) dispuestas sobre la superficie, pequeños montículos, no existen remontantes o su formación es muy incipiente, manchones sobresalientes de vegetación, indicios de actividad agropecuaria, canalillos y algún grado perceptible de compactación.
HC1	Cárcavas Grado Leve	Cuando el promedio de profundidad o ancho de las cárcavas está entre 50 y 100 cm. La separación entre una cárcava y otra es aproximadamente de 50 m o más por lo que se aprecian sólo de manera aislada, pueden incluir algunas cárcavas que también cumplen la definición de surcos.
HS1	Surcos Grado leve	La profundidad y ancho de los surcos es en promedio menor a 15 cm. Quedan incluidos dentro de este rubro la erosión en forma de canalillos, pueden aparecer alineados o ramificados. La distribución en el área entre un surco y otro es aproximadamente mayor a 50 m.
HL2	Laminar Grado Moderado	Pérdida parcial del suelo con alguna de las siguientes evidencias: remontantes discontinuos con altura promedio menor a 10 cm, presencia de pequeños montículos, algunos surcos aislados incluso con cárcavas dispersas, escasos afloramientos de roca o cementación, manchones de vegetación, canalillos y compactación de suelo.
HL3	Laminar Grado Fuerte	Pérdida del suelo en la mayor parte de la superficie, puede presentar evidencias como presencia de remontantes (más de 10 cm de profundidad), montículos (más de 5 cm de profundidad), fragmentos gruesos, afloramientos de roca o cementación, alternados con zonas menos afectadas.

HS2	Surcos Grado Moderado	Cuando el promedio de la profundidad y ancho de los surcos es entre 15 y 30 cm. Su forma es alineada coincidiendo con el patrón de drenaje, eventualmente confluyen en la parte más baja. La distribución aproximada en el área entre un surco y otro es de 30 - 50 m.
SE	N	Sin erosión evidente

Tipos de degradación presentes en el SA (SEMARNAT).

En la degradación química y física hay procesos que ocasionan el deterioro interno del suelo, para conocer la superficie afectada por estas condiciones en el SA se realizó la consulta a través de SEMARNAT (2004), y la dirección de geomática en la capa de datos vectoriales de degradación suelo, donde se tiene que en el SA el tipo de degradación domínante es erosión hídrica con pérdida de suelo superficial, de grado moderado, causado por deforestación y remoción de la vegetación. También se tiene que la mayor parte de la superficie no presenta ningún tipo de degradación, en la Tabla 10 se muestran los tipos, grados, causas de la degradación, así como la superficie que ocupa cada una de ellas.

Tabla 21 Tipos de degradación presentes en El SA UGA San Dimas (SEMARNAT, 2004)

Tipo	**Grado**	**Causa**	**Superficie (ha)**
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Ligero	Sobrepastoreo	1,770.4396
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Ligero	Deforestación y remoción de la vegetación	4,787.6605
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Moderado	Deforestación y remoción de la vegetación	28,993.0128
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas / Sobrepastoreo / Deforestación y remoción de la vegetación	102.7994
Sin degradación	N/A	N/A	220,644.4036
Total de superficie que presenta degradación			**56,298.3159**

Erosión hídrica actual y potencial en el Sistema Ambiental

Se realizó la estimación de la perdida de suelo causada por la erosión hídrica en los escenarios actual y potencial dentro del Sistema Ambiental, con base en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) desarrollada por Wischmeier and Smith (1965).

La EUPS es un modelo empírico, en el que la pérdida de suelo está expresada como masa por unidad de área por unidad de tiempo y es una función del efecto combinado de seis

factores: Factor de erosividad de la lluvia (R); Factor de erosionabilidad del suelo (K); Factor longitud de pendiente (L); Factor grado de la pendiente (S); Factor manejo del cultivo (C) y Factor prácticas de conservación (P). La EUPS ayuda a predecir las variaciones en la erosión en función de los cambios en el uso y manejo del suelo y vegetación, a la vez que auxilia en la selección de éstos (Castro, 2013).

$$\boldsymbol{A = R \times K \times L \times S \times C \times P}$$

Donde:

A = Promedio anual de pérdida de suelo por hectárea expresado en ton/ha/año

R = Factor de erosividad de la lluvia en MJ.mm/ (ha.hr)

K = Factor de erosionabilidad del suelo en ton.ha.hr/ (MJ.mm.ha)

S = Factor del grado de pendiente, es adimensional

L = Factor del grado de longitud de la pendiente, es adimensional

C = Factor del manejo de vegetación, es adimensional

P = Factor de prácticas mecánicas en el manejo de la vegetación agrícola, es adimensional

Cuando se consideran todos los factores de la EUPS, se dice que se ha calculado la erosión hídrica actual, en cambio cuando no se incluyen los factores C y P, se ha calculado la erosión hídrica potencial, es decir, una estimación de cuánto suelo se perdería si no hubiera ninguna cobertura vegetal y no se realizaran prácticas de conservación (Castro, 2013).

Factor de erosividad de la lluvia SA

El factor de erosividad de la lluvia (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. Normalmente este factor es determinado con los datos de lluvia, es decir, se obtiene la intensidad máxima de lluvia en treinta minutos

consecutivos (I_{30}) y se determina la energía cinética asociada (E_C). El producto de ambas es la erosividad de la lluvia (Montes-León *et al,* 2011)

$EI_{30} = (E) * (I_{30})$

Donde:

EI_{30} = índice de Erosividad para un evento (MJ mm/ha hr)

E = Energía cinética de la lluvia (MJ/ha)

I = Intensidad máxima en 30 minutos continuos de lluvia (mm/hr)

Con la suma de todos los EI_{30} de cada uno de los eventos del año, se obtiene el índice de Erosividad anual (R)

$$R = \sum_{j=i}^{n} \mathrm{EI30}$$

Donde:

R = índice de Erosividad de la lluvia

N = Número de eventos durante el año

EI_{30} = índice de la Erosividad de la lluvia por evento

Para estimar este factor se valoró a partir de la regionalización de precipitación hecha por Cortés (1991), a través del mapa regionalizado de isoerosividad con 14 regiones, los valores de erosividad son variados y van desde 500 a 29 mil MJ.mm/ (ha.hr). El SA queda dentro de la región X (Ilustración 1).

Ilustración 11 Regiones con igual Erosividad en la República Mexicana

Por tal manera se empleó la ecuación correspondiente a dicha zona como se aprecia en la Tabla 11.

Tabla 22 Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia en la República Mexicana según Cortés (1991)

Región	Ecuación	R^2
I	$R=1.2078P+0.002276\ P^2$	0.92
II	$R=3.4555P+0.00647\ P^2$	0.93
III	$R=3.6752P-0.00172\ P^2$	0.94
IV	$R=2.8559P+0.002983\ P^2$	0.92
V	$R=3.4880P-0.00088\ P^2$	0.94
VI	$R=6.6847P+0.001680\ P^2$	0.90
VII	$R=0.0334P+0.006661\ P^2$	0.98
VIII	$R=1.9967P+0.003270\ P^2$	0.98
IX	$R=7.0458P-0.002096\ P^2$	0.97
X	$R=6.8938P+0.000442\ P^2$	0.95
XI	$R=3.7745P+0.004540\ P^2$	0.98
XII	$R=2.4619P+0.006067\ P^2$	0.96
XIII	$R=10.7427P-0.00108\ P^2$	0.97
XIV	$R=1.5005P+0.002640\ P^2$	0.95

Los datos de precipitación de la zona se obtuvieron de la estación meteorológica 10031 Huahuapan, en un rango de datos de observación de 1981 – 2010 y precipitación media anual de 820.8 mm (0.8208 mm), se optó por utilizar esta estación debido a que es la más cercana al área donde se realiza el proyecto y tiene gran influencia sobre el SA.

$$\boldsymbol{R} = 6.8938P + 0.000442P^2$$

$$\boldsymbol{R} = 6.8938(820.8) + 0.000442(820.8)^2$$

$$\boldsymbol{R = 5,956.21\ MJ.mm/(ha.hr)}$$

Factor de erosionabilidad del suelo SA

El término erosionabilidad del suelo se usa para indicar la susceptibilidad de un suelo a la erosión. Entre menor es la resistencia a la acción de los agentes erosivos, mayor es la erosionabilidad. Esta varía en función a la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, presencia de óxidos de fierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado (Figueroa *et al*. 1991).

El factor K del SA fue seleccionado de acuerdo al porcentaje de materia contenida en la textura del tipo de suelo.

Para determinar el valor del factor K, se procedió a estimar el porcentaje de carbono orgánico del suelo (COS). Segura – Castruita *et al.,* (2005) regionalizan diferentes zonas ecológicas en las cuales se estima el contenido de materia orgánica del suelo. El SA está dentro de las regiones ecológicas mayores que corresponde a bosque de coníferas y encinos (Pg C 2.86), bosque mesófilo de montaña (Pg C 0.17), pastizales (Pg C 0.1) y selvas húmedas (Pg C 2.43) según se observa en la siguiente Tabla.

Tabla 23 Contenido de COS promedio de las Regiones Ecológicas Mayores de México

(Segura – Castruita et al., 2005)

Región ecológica mayor	Extensión	CO†	COS‡	Contribución al total
	%	Mg ha^{-1}	Pg C	%
Bosques de coníferas y encinos	22.32	65.5	2.86	27.24
Bosques mesófilos de montaña	0.84	104.9	0.17	1.64

Región ecológica mayor	Extensión	CO†	COS‡	Contribución al total
	%	Mg ha^{-1}	Pg C	%
Chaparrales	0.61	30.6	0.04	0.35
Manglares	1.43	106.1	0.3	2.84
Matorrales espinosos	4.3	30	0.25	2.4
Matorrales submontanos	1.25	55.5	0.14	1.29
Matorrales xerófilos	39.86	24	1.88	17.83
Pantanos	0.32	62	0.04	0.37
Pastizales	0.18	21.4	0.01	0.07
Selvas húmedas	11.21	110.5	2.43	23.07
Selvas secas	17.68	96.6	2.41	22.91
Nacional	**100**	**56.1**	**10.5**	**100**

† CO = carbono orgánica; ‡ COS = carbono orgánico del suelo, 1 Pg = 10^{15} g.

Una vez que se obtuvieron dichos valores de Pg C de cada una de las ecoregiones presentes en el SA, se promediaron dando como resultado 1.37 Pg C.

El contenido de carbono orgánico puede servir como una determinación indirecta de la materia orgánica a través del uso de un factor de corrección aproximada. El "factor de Van Bemmelen" de 1.724 se ha utilizado durante muchos años y se basa en la suposición de que la materia orgánica contiene 58 % de carbono orgánico (Tabatabai, 1996). Existen autores que cuestionan la aplicación discriminada de este factor, (Ponomareva y Plotnikova, 1967; Ranney, 1969), demostrando que tiene alta variabilidad entre tipos de suelos y aún dentro de un mismo perfil. Galantini *et al*. (1994) informaron que se pueden encontrar concentraciones de C del 58% en la MO humificada y hasta del 40-42% en la MO joven o de residuos vegetales. Dado que la proporción de MO lábil o particulada / MO humificada cambia con la textura del suelo. El factor de corrección se aplica de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{M.O.}\ (\%) = 1.724 * COS\ (\%)$$

Donde:

M.O. = Materia orgánica (%)

1.724 = Factor de corrección (Van Bemmelen)

COS = Contenido de carbono del suelo (%)

Sustituyendo el valor en porcentaje de COS por tipo de vegetación presente en el SA se obtiene lo siguiente:

$$\boldsymbol{M.O.}\ (\%) = 1.724 * 1.37$$

$$\boldsymbol{M.O.}\ (\%) = 2.36$$

Según el método EUPS, el porcentaje de materia orgánica oscila entre 0 y 4 % con valores de números enteros. Si el contenido fijado es más que el rango especificado, se asume un 4% (Mancilla, 2008). En este caso si se redondea el valor que se obtuvo se tiene que el resultado es de 2.

Una vez que se obtuvo el porcentaje de materia orgánica se empleó la Tabla de "valores de K" en función de la textura y contenido de materia orgánica para determinar el valor de K del SA, donde se tiene que el factor de erosionabilidad es de textura arcillo arenosa con un contenido de materia orgánica que oscila entre 2.0 – 4.0 %, de esta manera se considera un factor de racionabilidad de **0.012.**

Tabla 24 Valores de K en función de la textura y contenido 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
Migajón	0.038	0.034	0.029
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

Factor longitud (L) y grado de la pendiente (S) SA

El grado de inclinación del terreno (S) entrega el componente de gravedad necesario para comenzar el movimiento del flujo concentrado y otorgar la velocidad, mientras que la longitud de la pendiente (L) es un factor que condiciona el volumen de agua que fluye en la ladera determinada, y por otro lado el esfuerzo de corte que el flujo tiene (Mancilla, 2008).

La pendiente media del terreno es la diferencia de la resta de la cota final (Hf) menos la cota inicial (Hi) dividida por la longitud (L) del terreno multiplicado por 100 como se presenta a continuación:

$$S = \frac{Hf - Hi}{L} * 100$$

Donde:

S = Pendiente

Hf = Altura de la parte alta del terreno (m)

Hi = Altura de la parte baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m)

Despegando la ecuación se tiene lo siguiente:

S *= X*

Hf *= 2,649 (m)*

Hi *= 596 (m)*

L *= 116,295 (m)*

$$S = \frac{2{,}649-596}{116{,}295} * 100 = \mathbf{1.77\ \%}$$

Para calcular el valor de LS se basó en la siguiente formula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965\ S + 0.00138\ S^2)$$

Donde:

LS = *Factor de grado y longitud de la pendiente*

λ = *Longitud de la pendiente*

S = *Pendiente media del terreno*

m = *Parámetro cuyo valor es 0.5*

Despejando la formula se tiene lo siguiente:

LS = *X*

λ = *116,295 (m)*

S = *1.77 %*

m = *0.5*

$$LS = (116{,}295)^{0.5} (0.0138 + 0.00965) (1.77) + 0.00138 (1.77)^2$$

LS = 11.98

Factor de protección de la vegetación (C SA).

La cubierta vegetal de suelo tiene una influencia muy amplia en el control de la pérdida del suelo por erosión hídrica, y está definida por la vegetación natural y cultivada. Esta determina en gran parte la perdida de suelo debido a la protección que brinda al suelo contra la acción de los agentes erosivos. La abundante densidad de vegetación reduce la erosión en límites aceptables. La eficiencia de esta depende de la altura y continuidad de la cubierta vegetal aérea, de la densidad de la cobertura en el suelo y la densidad de raíces

(Figueroa *et al*., 1191); Los bosques son los más efectivos, aunque un pastizal en buenas condiciones puede tener la misma eficiencia (Laredo, 1994.)

El factor ***C*** es la capacidad de la vegetación para amortiguar el efecto de desprendimiento de partículas de suelo por las gotas de lluvia e impedir el arrastre de sedimentos con el escurrimiento superficial. Su valor es una función de las combinaciones entre cobertura, secuencia de cultivos, prácticas de manejo y del estado de crecimiento y desarrollo de la cobertura vegetal al momento en que actúa el agente erosivo (Wischmeier y Smith, 1978). A medida que la cobertura vegetal sea mayor, el valor de *C* es cada vez menor, por lo que el rango para este parámetro va de 0 (correspondiente a un terreno totalmente protegido) a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección). Además de la vegetación activa, en el valor de *C* se toma en cuenta la presencia de residuos de plantas muertas, las raíces, los sistemas radiculares de los pastos y árboles, ya que todos estos elementos contribuyen a mantener al suelo en su sitio e incrementan la infiltración (Montes-León *et al*, 2011).

Considerando que la vegetación dominante en el SA corresponde a bosque natural, con un nivel de productividad de moderado, el valor de C es **0.01.**

Tabla 25 Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo

Cultivo	**Nivel de Productividad.**		
	Alto	**Moderado**	**Bajo**
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz-sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuate	0.4 a 0.8		

Cultivo	Nivel de Productividad.		
	Alto	Moderado	Bajo
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Resultado de erosión hídrica actual en el SA.

El resultado de la erosión hídrica actual del SA está determinada por la multiplicación de los factores R*K*LS*C, en esta condición se contempla la conservación en el estado actual del terreno con la cobertura vegetal y nivel de productividad. La cantidad de suelo que se está perdiendo actualmente en el SA es de **8.56 ton/ha/año**.

$$\boldsymbol{A} = R * K * LS * C$$

$$\boldsymbol{A} = 5{,}956.21 * 0.012 * 11.98 * 0.01$$

$$\boldsymbol{A = 8.56\ ton/ha/año}$$

Resultado de erosión hídrica potencial en el SA.

El resultado de la erosión hídrica potencial en el SA está determinada por la multiplicación de los factores R*K*LS, en esta condición no se contempla la cobertura vegetal y es el grado de erosión máximo que puede sufrir el área en caso de que se realizara la remoción total de la cobertura vegetal, caso que no sucederá. La cantidad de suelo que se podría perder en el SA si se perdiese la cobertura vegetal es de **856.42 ton/ha/año**.

$$\boldsymbol{A} = R * K * LS$$

$$\boldsymbol{A} = 5{,}956.21 * 0.012 * 11.98$$

$$\boldsymbol{A = 856.42\ ton/ha/año}$$

Tasa de erosión hídrica SA

La tasa de erosión correspondiente al SA se basó en las condiciones actuales de la cobertura vegetal (erosión actual), y el máximo posible de erosión que se podría presentar si se removiera la cobertura vegetal en su totalidad.

La erosión actual presente es de **8.56 ton/ha/año,** por tal se puede concluir que con las condiciones actuales de vegetación el grado de erosión es nula a ligera menor de 10 ton/ha/año, que es el máximo permisible para que se considere como erosión natural como se presenta en el Tabla "grado de la erosión hídrica en rangos (ton/ha/año)". Multiplicando la perdida de suelo actual en ton/ha/año por la superficie del SA se tiene que en ton/año se están perdiendo **2'194,987.76 ton/año**.

$$\boldsymbol{A\ ton/año = 8.56\ ton/ha/año\ * 256,298.3159\ ha}$$

$$\boldsymbol{A = 2'194,987.76\ ton/año}$$

La pérdida de suelo que se podría ocasionar si se removiera el total de la cobertura vegetal en el SA sería de **856.42 ton/ha/año**, la erosión potencial se consideraría de grado muy alta, ya que el rango se encuentra por encima de las 200 ton/ha/año, como se pude observar en la Tabla "grado de la erosión hídrica en rangos (ton/ha/año)". Si se multiplica la superficie total del SA por la erosión en ton/ha/año, en dado caso que se eliminara la cubierta vegetal se perderían **5'716,031.76 ton/año**.

$$\boldsymbol{A\ ton/año = 856.42\ ton/ha/año\ * 256,298.3159}$$

$$\boldsymbol{A = 219'498,775.5588\ ton/año}$$

Tabla 26 Grado de la erosión hídrica en rangos (ton/ha/año

Grado de erosión	Rango de erosión (ton/ha/año)
Nula a ligera	0 - 10
Moderada	10 - 50
Alta	50 - 200
Muy alta	> 200

La tasa de erosión es la diferencia de restar la erosión actual menos la erosión potencial y el resultado es la cantidad de perdida de suelo que se erosionaría si se removiera la cobertura vegetal del SA.

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosion = 2'194,987.76\ ton/año - 219'498,775.5588\ ton/año}$$

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosión\ (ton/año) = 217'303,787.80\ ton/año}$$

Erosión eólica actual y potencial Sistema Ambiental

La erosión eólica es la remoción del suelo por acción del viento la cual es mayor a medida que disminuye la cubierta vegetal, por haber menor resistencia para que se inicie el movimiento. La erosión eólica, en comparación con la erosión hídrica, es uno de los principales problemas de la degradación del suelo en zonas áridas y semiáridas. Sin embargo, son muy pocas las investigaciones que existen acerca de los procesos de erosión eólica en estos entornos. La metodología empleada para el desarrollo de la estimación de este cálculo fue el de la SEDUE (1988), esto debido a la falta de más documentación sobre el tema del desarrollo de este tipo de cálculos.

Para el cálculo de la capa erosión eólica laminar (Ee) expresada en toneladas por hectárea por año (ton/ha/año) se aplica la siguiente fórmula:

$$Ee = IAVIE \times CATEX \times CAUSO$$

Donde:

Ee = erosión eólica

IAVIE = índice de agresividad del viento

CATEX = calificación de textura y fase

CAUSO = calificación por uso del suelo.

Índice de agresividad del viento (IAVIE) en el SA.

Primeramente, se calculó el índice de agresividad del viento mediante la siguiente expresión:

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

Donde: PECRE = el período de crecimiento (número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo), y se obtiene con el cálculo siguiente:

$$PECRE = 0.2408 \times (PREC) - 0.0000372 \times \ (PREC)^2 \ - 33.1019$$

Despejando la ecuación queda de la siguiente manera:

$$PECRE = 0.2408 \times (820.8) - 0.0000372 \times \ (820.80)^2 \ - 33.1019$$

PRCRE = 139.48

Una vez que se obtiene el valor de PECRE se procede a calcular el valor de IAVIE:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 \ \times (139.48)$$

Sustituyendo el valor que resulta de calcular el PECRE en la fórmula para calcular el índice de agresividad del viento se obtiene que IAVIE = 53.98. Si el resultado de IAVIE es mayor de 20, se considera como área de influencia para el estudio de la erosión eólica.

IAVIE = 53.98

Clasificación de textura y fase (CATEX) en el SA.

Para el cálculo de la capa de calificación de textura y la fase del área del SA se toman los valores de las siguientes Tablas, según sea el caso de aplicación, si se trata de suelos no calcáreos (SUECALC = 0) o de suelos calcáreos (SUECALC = 1).

Tabla 27 Valores de suelos no calcáreos para el cálculo de la capa de calificación y textura

CATEX	Textura y fase de suelos no calcáreos
3.5	1
1.25	2
1.85	3
1.75	1 y fase gravosa o pedregosa
0.62	2 y fase gravosa o pedregosa
0.92	3 y fase gravosa o pedregosa

Tabla 28 Valores de suelos calcáreos para el cálculo de la capa de calificación y textura

CATEX	Textura y fase de suelos calcáreos
3.5	1
1.75	2
1.85	3
0.87	Fase pedregosa gravosa

Para el caso en específico del área del SA y de acuerdo con las cartas de edafología Serie II del INEGI (2007); G13-11, G13-10 y G13-8 se determinó que dentro de esta se encuentran 75,793.9093 ha de suelos no calcáreas de textura media sin fase, 307.8377 ha corresponden a suelos no calcáreos de textura gruesa con fase gravosa o pedregosa, 179,031.4888 ha son de suelos no calcáreos de textura media con fase gravosa o pedregosa, en total se cuenta con 255,133.2358 ha de suelos no calcáreos. También presenta 1,165.0802 ha de suelos calcáreos de fase pedregosa gravosa. Para obtener el valor de CATEX se realizó un promedio ponderado como se muestra a continuación.

$$CATEX = \frac{(75{,}793.9093 * 1.25) + (307.8377 * 1.75) + (179{,}031.4888 * 0.62) + (1{,}165.0802 * 0.87)}{256{,}298.3159}$$

CATEX = 0.81

Calificación por uso de suelo y vegetación en el SA.

Continuando con el procedimiento, se calificó el uso del suelo (CAUSO) del SA a partir de la capa de Uso de Suelo y Vegetación serie VI del INEGI. Los valores de cada tipo de vegetación se obtuvieron de la clasificación de la vegetación como se presenta en la Tabla 18.

Tabla 29 Valores de uso de suelo y vegetación para el cálculo de (CAUSO)

CAUSO	Vegetación
0.70	Agricultura de temporal
0.20	Agricultura de riego
0.15	Monte o matorral
0.30	Pastizal
0.20	Bosque

En relación con la Tabla anterior la clasificación del uso de suelo del SA es la siguiente: 2,041.7007 ha corresponden a agricultura de temporal, 252,861.8489 ha son de bosque, 1,314.7599 ha corresponden a pastizal y 80.0064 ha corresponde a suelos desnudos (sin vegetación), estas superficies suman un total de 256,298.3159 ha. Si se removiera la vegetación total de la superficie del SA el valor de causo sería de 1.00 y se consideraría sin vegetación. El valor de CATEX se obtuvo mediante una ponderación, como se presenta a continuación:

$$CAUSO = \frac{(2{,}041.7007 * 0.70) + (252{,}861.8489 * 0.20) + (1{,}314.7599 * 0.30) + (80.0064 * 1.00)}{256{,}298.3159}$$

CAUSO actual = 0.20

CAUSO potencial = 1.00

Resultado de la erosión eólica actual en el SA.

Una vez que se obtuvieron los resultados de cada uno de los factores que integran la ecuación de la perdida de suelo por erosión eólica, se procede a la estimación del cálculo de suelo que se está perdiendo actualmente en el SA. Para ello se tomaron en cuenta las condiciones actuales en las que se encuentra la vegetación del área. El resultado de la perdida de suelo por erosión eólica es de **8.93 ton/ha/año**, esto se obtuvo de la multiplicación de los factores mediante la siguiente expresión matemática.

$$\boldsymbol{Ee} = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

$$\boldsymbol{Ee} = 53.98 * 0.81 * 0.20$$

$$\boldsymbol{Ee = 8.93\ ton/ha/año}$$

Resultado de la erosión eólica potencial en el SA.

La erosión potencial se estima considerando la remoción de la vegetación de una superficie, para ello se tiene que el valor de CUASO es de 1, esto en relación que entre más se acerca el valor a 0 existe mayor cobertura vegetal y entre más cercano a 1 existe menor cobertura vegetal.

Una vez que se obtuvieron los resultados de cada uno de los factores que integran la ecuación de la perdida de suelo por erosión eólica, se procede a la estimación del cálculo de suelo que se perdería si se realizara la remoción total de la vegetación en el SA (la cobertura vegetal total de la superficie del SA no se va eliminar). La cantidad de suelo que se perdería por remoción de la vegetación en el SA es de **43.61 ton/ha/año**. El valor del factor de CUASO para la erosión potencial es de 1 ya que se considera como si no existiera

la cobertura vegetal. El cálculo se hace mediante la multiplicación de los factores que integran dicha ecuación y queda de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{Ee} = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

$$\boldsymbol{Ee} = 53.98 * 0.81 * 1$$

$$\boldsymbol{Ee = 43.61\ ton/ha/año}$$

De acuerdo al Tabla "clase de la degradación por erosión eólica", el cual indica la clasificación de la erosión según el rango en diversas categorías de esta. Con base a los resultados que se obtuvieron de los cálculos de erosión eólica actual y potencial se concluye lo siguiente: respecto al resultado de la erosión eólica actual dentro del Sistema Ambiental, se considera de categoría sin erosión, debido a que se encuentra en un rango por debajo de las 12 ton/ha/año. El resultado de la multiplicación de los factores es de **8.93 ton/ha/año**. En el caso de que se removiera el total de la vegetación, la perdida de suelo por erosión eólica sería de **43.61 ton/ha/año**, encontrándose en una categoría ligera ya que el rango de clasificación de esta categoría va de las 12 a 50 ton/ha/año.

Tabla 30 Clase de la degradación por erosión eólica

Rango de la erosión	Categoría de degradación	Valor
Menor de 12 ton/ha/año	Sin erosión	1
De 12 a 50 ton/ha/año	Ligera	2
De 50 a 100 ton/ha/año	Moderada	3
De 100 a 200 ton/ha/año	Alta	4
Mayor de 200 ton/ha/año	Muy alta	5

Tasa de erosión eólica en el SA

La tasa de erosión correspondiente al SA se basó en las condiciones actuales de la cobertura vegetal (erosión actual), y el máximo posible de erosión que se podría presentar si se removiera la cobertura vegetal en su totalidad (erosión potencial).

La erosión actual presente es de **8.93 ton/ha/año,** multiplicando la perdida de suelo actual por la superficie del Sistema Ambiental se tiene que en ton/año se están perdiendo **2'288,519.72 ton/año**. Si se removiera la vegetación por completo, se perderían **43.61**

ton/ha/año, multiplicando la pérdida de suelo potencial en ton/ha/año por el área total del SA se tiene que se perderían **11'177,372.72 ton/año**.

La tasa de erosión es el resultado de restar la erosión actual menos la erosión potencial, de esta forma se tiene que la tasa de perdida de suelo por erosión eólica dentro del SA en ton/año sería de **8'888,853.00 ton/año**, esto se daría solo si se removiera la cobertura vegetal de la superficie del SA.

$$\boldsymbol{Ee = \text{Erosión actual } ton/\text{año} - Erosión\ potencial\ ton/\text{año}}$$

$$\boldsymbol{Ee = 2'288,519.72\ \text{ton/año} - \ 11'177,372.72\ ton/\text{año}}$$

$$\boldsymbol{Ee = 8'888,853.00\ \ ton/\text{año}}$$

Tipos de erosión y degradación presentes en el Área del proyecto (INEGI)

Tanto la erosión hídrica y eólica incluyen procesos en los cuales hay desplazamiento de material del suelo. Se realizó la consulta del conjunto de datos de erosión del suelo, Escala 1:250,000 Serie I (INEGI, 2013), encontrando que en el AP el total de la superficie es sin erosión evidente (SE).

Erosión hídrica actual y potencial en el AP.

Se realizó la estimación de la perdida de suelo causada por la erosión hídrica actual y potencial dentro del AP, en relación a la superficie que llevara cambio de uso de suelo, esto con base en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) desarrollada por Wischmeier and Smith (1965).

Cuando se consideran todos los factores de la EUPS, se dice que se ha calculado la erosión hídrica actual, en cambio cuando no se incluyen los factores C y P, se ha calculado la erosión hídrica potencial, es decir, una estimación de cuánto suelo se perdería si no hubiera ninguna cobertura vegetal y no se realizaran prácticas de conservación (Castro, 2013).

Para el AP se contemplaron dos polígonos que llevaran cambio de uso de suelo: polígono 1 de 0.0238 ha (238.00 m^2) y el polígono 2 de 0.1022 ha (1022.00 m^2) que en total suman 0.1260 ha (1260.00 m^2).

Factor de erosividad de la lluvia en el AP.

Este factor se estimó a partir de la regionalización de precipitación hecha por Cortés (1991), a través del mapa regionalizado de isoerosividad con 14 regiones, los valores de erosividad son variados y van desde 500 a 29 mil MJ.mm/ (ha.hr). El AP que será sometida a CUSTF queda dentro de la región X por tal manera se empleó la ecuación correspondiente a dicha zona, para ello se empleó el Tabla "ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en la República Mexicana" descrito anteriormente en el numeral 4.1.

Los datos de precipitación de la zona se obtuvieron de la estación meteorológica 10031 Huahuapan, con un rango de años de observación de 1981 – 2010 y precipitación media anual de 820.8 mm (0.8208 mm).

$$\boldsymbol{R} = 6.8938P + 0.000442P^2$$

$$\boldsymbol{R} = 6.8938(820.8) + 0.000442(820.8)^2$$

$$\boldsymbol{R = 5,956.21\ MJ.mm/(ha.hr)}$$

Factor de erosionabilidad del suelo en el AP.

El factor K en el AP y para la superficie que ocupara CUSTF fue seleccionado de acuerdo al porcentaje de materia orgánica contenida en la textura del tipo de suelo.

Para determinar el valor del factor K, se procedió a estimar el porcentaje de carbono orgánico del suelo (COS). Segura – Castruita *et al.,* (2005) regionalizan diferentes zonas ecológicas en las cuales se estima el contenido de materia orgánica del suelo. El AP que comprende el CUSTF está dentro de región ecológica mayor que corresponde a bosque de coníferas y encinos donde el COS para esta región ecologica es de **2.86 Pg C**, según la Tabla "contenido de COS promedio de las Regiones Ecológicas Mayoras de México (Segura – Castruita *et al.,* (2005)" que se describe en el numeral 4.2.

El contenido de carbono orgánico puede servir como una determinación indirecta de la materia orgánica a través del uso de un factor de corrección aproximada. El "factor de Van Bemmelen" de 1.724 se ha utilizado durante muchos años y se basa en la suposición de que la materia orgánica contiene 58 % de carbono orgánico (Tabatabai, 1996). Existen autores que cuestionan la aplicación discriminada de este factor, (Ponomareva & Plotnikova, 1967; Ranney, 1969), demostrando que tiene alta variabilidad entre tipos de suelos y aún dentro de un mismo perfil. Galantini et al. (1994) informaron que se pueden encontrar concentraciones de C del 58% en la Materia Orgánica (MO) humificada y hasta del 40-42% en la MO joven o de residuos vegetales. Dado que la proporción de MO lábil o particulada/ MO humificada cambia con la textura del suelo. El factor de corrección se aplica de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{M.O.}\ (\%) = 1.724 * COS\ (\%)$$

Sustituyendo el valor en porcentaje de COS por tipo de vegetación presente en el área del proyecto se obtiene lo siguiente:

$$\boldsymbol{M.O.}\ (\%) = 1.724 * 2.86$$

$$\boldsymbol{M.O.}\ (\%) = 4.931$$

Según el método EUPS, el porcentaje de materia orgánica oscila entre 0 y 4 % con valores de números enteros. Si el contenido fijado es más que el rango especificado, se asume un 4% (Mancilla, 2008).

Una vez que se obtuvo el porcentaje de materia orgánica y con relación en la Tabla "valores de K en función de la textura y contenido de materia orgánica" se describe en el numeral 3.2., para determinar el valor de erosionabilidad del AP y la superficie que se sementera al CUSTF, se tiene que el factor K es de textura arcillo arenosa con un contenido de materia orgánica que oscila entre 2.0 – 4.0 %, de esta manera se considera un factor de erosionabilidad de **0.012.**

Factor longitud (L) y grado de la pendiente (S) MIA

El grado de inclinación del terreno (S) entrega el componente de gravedad necesario para comenzar el movimiento del flujo concentrado y otorga la velocidad, mientras que la longitud de la pendiente (L) es un factor que condiciona el volumen de agua que fluye en la ladera determinada, y por otro lado el esfuerzo de corte que el flujo tiene (Mancilla, 2008).

La pendiente media del terreno es la diferencia de la resta de la cota final (Hf) menos la cota inicial (Hi) dividida por la longitud (L) del terreno multiplicado por 100 como se presenta a continuación:

$$S = \frac{Hf - Hi}{L} * 100$$

Despegando la ecuación se tiene lo siguiente:

Polígono 1

S *= X*

Hf *= 2053 (m)*

Hi *= 2049 (m)*

L *= 17 (m)*

$$S = \frac{2053 - 2049}{17} * 100$$

S = 23.52 %

Polígono 2

S *= X*

Hf *= 2102 (m)*

Hi *= 2091 (m)*

L *= 73 (m)*

$$S = \frac{2102 - 2091}{73} * 100$$

S = 15.07 %

Para calcular el valor de LS se basó en la siguiente formula:

$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965\ S + 0.00138\ S^2)$

Despejando la formula se tiene lo siguiente:

Polígono 1	Polígono 2
LS = *X*	**LS** = *X*
λ = *17 (m)*	**λ** = *73 (m)*
S = *23.52 %*	**S** = *15.07 %*
m = *0.5*	**m** = *0.5*
$LS = (17)^{0.5}\ (0.0138 + 0.00965)\ (1.33) + 0.00138\ (23.52)^2$	$LS = (73)^{0.5}\ (0.0138 + 0.00965)\ (1.33) + 0.00138\ (15.07)^2$
LS = 4.14	**LS = 4.04**

Los resultados del factor LS del AP en la superficie que se someterá a CUSTF son: S para el polígono 1 igual a 23.52 % y LS igual a 4.14; para el polígono 2 el valor de S es de 15.07 y LS de 4.04. Estos valores se mantienen en el estado actual y con la remoción de la vegetación.

Factor de protección de la vegetación (C AP).

La cubierta vegetal del suelo tiene una influencia muy amplia en el control de la pérdida del suelo por erosión hídrica, y está definida por la vegetación natural y cultivada. Esta determina en gran parte la perdida de suelo debido a la protección que brinda al mismo contra la acción de los agentes erosivos. La abundante densidad de vegetación reduce la erosión en límites aceptables. La eficiencia de esta depende de la altura y continuidad de la cubierta vegetal aérea, de la densidad de la cobertura en el suelo y la densidad de raíces (Figueroa *et al*., 1191); Los bosques son los más efectivos, aunque un pastizal en buenas condiciones puede tener la misma eficiencia (Laredo, 1994.)

El factor *C* es la capacidad de la vegetación para amortiguar el efecto de desprendimiento de partículas de suelo por las gotas de lluvia e impedir el arrastre de sedimentos con el escurrimiento superficial. Su valor es una función de las combinaciones entre cobertura, secuencia de cultivos, prácticas de manejo y del estado de crecimiento y desarrollo de la cobertura vegetal al momento en que actúa el agente erosivo (Wischmeier y Smith, 1978). A medida que la cobertura vegetal sea mayor, el valor de *C* es cada vez menor, por lo que el rango para este parámetro va de 0 (correspondiente a un terreno totalmente protegido) a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección). Además de la vegetación activa, en el valor de *C* se toma en cuenta la presencia de residuos de plantas muertas, las raíces, los sistemas radiculares de los pastos y árboles, ya que todos estos elementos contribuyen a mantener al suelo en su sitio e incrementan la infiltración (Montes-León et al, 2011).

El valor de C el AP sobre la superficie que se someterá a CUSTF (polígono 1 y polígono 2) es de **0.01**, el cual corresponde a bosque natural, con un nivel de productividad en relación a la Tabla "valores de C que se pueden utilizar para estimar perdida de suelo" descrito en el numeral 4.4.

Resultado de erosión hídrica actual en el AP.

El resultado de la erosión hídrica actual, está determinada por la multiplicación de los factores R*K*LS*C, en esta condición se contempla el estado actual del terreno con la cobertura vegetal y nivel de productividad de la misma. La pérdida actual de suelo por acción del viento es la siguiente para cada uno de los polígonos en los que se realizara el CUSTF.

La erosión actual en el polígono 1 es de **2.96 ton/ha/año**, mientras que en el polígono 2 es de **2.89 ton/ha/año**, la suma del resultado de los dos valores da un total de **5.85 ton/ha/año**, que es la perdida de suelo neta que actualmente se pierde en el AP en la superficie que se someterá a CUSTF como se aprecia en la Tabla 20.

Tabla 31 Erosión hídrica actual (ton/ha/año) MIA superficie de CUSTF

Polígono	Erosión actual (ton/ha/año)
Polígono 1	2.96

Polígono 2	2.89
Total	**5.85**

Resultado de erosión hídrica potencial en el AP.

El resultado de la erosión hídrica potencial de la MIA en la superficie de CUSTF, está determinada por la multiplicación de los factores R*K*LS, en esta condición no se contempla la cobertura vegetal y es el grado de erosión máximo que puede sufrir el área que se someterá a cambio de uso de suelo. En el polígono 1 una vez que se realice la remoción de la vegetación se perderán **296.13 ton/ha/año** mientras que en el polígono 2 la perdida de suelo será **288.58 ton/ha/año**, sumando estos dos valores en toda la superficie del cambio de uso de suelo, la erosión hídrica potencial es de **584.71 ton/ha/año**.

Tabla 32 Erosión hídrica potencial (ton/ha/año) MIA superficie de CUSTF

Polígono	**Erosión potencial (ton/ha/año)**
Polígono 1	296.13
Polígono 2	288.58
Total	**584.71**

Como conclusión se tiene que la perdida de suelo en estado actual en el AP sobre la superficie en la que se realizara el CUSTF es de **5.85 ton/ha/año**, este grado de erosión se considera como nula a ligera o erosión natural que es de 0 – 10 ton/ha/año. Una vez que se realice la remoción de la vegetación, la erosión total de la superficie que se someterá a CUSTF dentro del AP será de **584.71 ton/ha/año**, en relación con el Tabla antes mencionado el grado de erosión será muy alta.

Tabla 33 Grado de erosión hídrica en rangos (ton/ha/año)

Grado de erosión	**Rango de erosión (ton/ha/año)**
Nula a ligera	0 - 10
Moderada	10 - 50
Alta	50 - 200
Muy alta	> 200

Tasa de erosión hídrica en el AP.

Para obtener la tasa de erosión que se perderá por el cambio de uso de suelo dentro del AP, se multiplica el resultado que se obtuvo en cada uno de los escenarios (erosión actual y erosión potencial) por la superficie del área sujeta a cambio de uso de suelo, para obtener la erosión en tonelada/año (ton/año). Una vez realizada esta operación, la tasa de erosión se obtiene de la resta de la erosión actual menos la erosión potencial, la diferencia de estas dos es la cantidad de suelo que se estará perdiendo en ton/año.

La pérdida de suelo en ton/ha/año en el escenario actual es de **2.96 ton/ha/año** para el polígono 1 y de **2.89 ton/ha/año** para el polígono 2 ambos polígonos darán como resultado un total de **5.85 ton/ha/año**, una vez que el suelo se encuentre desprovisto de vegetación con el cambio de uso de la erosión potencial será de **296.13 ton/ha/año** para el polígono 1 para el polígono 2 será de **288.58 ton/ha/año**, es dos valores en total suman **548.71 ton/ha/año**.

Una vez que se tienen los resultados de la pérdida de suelo en ambos escenarios y en ton/ha/año para cada uno de los polígonos de CUSTF, estos se multiplican por la superficie de los polígonos para obtener la perdida de suelo por acción del agua por superficie en ton/año. En el polígono uno se tiene que se pierden actualmente **0.07 ton/año** y en el polígono 2 se están perdiendo **0.29 ton/año**, estos dos valores suman **0.37 ton/año**. Con la remoción de la vegetación por el CUSTF en el polígono 1 se perderán **7.05 ton/año** mientras que en el polígono 2 la perdida será de **29.49 ton/año**, ambos valores suman **36.54 ton/año**. **Con el resultado de la resta de la erosión actual menos la erosión potencial se obtiene como diferencia 6.98 ton/año para el polígono 1 y 29.20 ton/año para el polígono 2, sumando ambos valores dan un total de 36.18 ton/año que se perderán en la superficie que se someterá a CUSTF** dentro del AP. En el siguiente Tabla se presenta la tasa de erosión hídrica en ton/año.

Tabla 34 Tasa de perdida de suelo por erosión eólica MIA superficie de CUSTF

Polígono	Superficie (ha)	Erosión actual (ton/ha/año)	Erosión potencial (ton/ha/año)	Erosión actual por Sup. (ton/año)	Erosión potencial por Sup. (ton/año)	Tasa de erosión por Sup. (ton/año)
Polígono 1	0.0238	2.96	296.13	0.07	7.05	6.98
Polígono 2	0.1022	2.89	288.58	0.29	29.49	29.20
Total	**0.1260**	**5.85**	**584.71**	**0.37**	**36.54**	**36.18**

Una vez que se realice el CUSTF en el AP, el suelo permanecerá desnudo durante un año, si se realiza la operación de multiplicar el resultado de la perdida de suelo en los dos escenarios el resultado es el mismo ya que se multiplica por 1. **De esta manera se considera que durante el tiempo en el que el suelo permanecerá desprovisto de cobertura vegetal se perderán 6.89 ton/año en el polígono 1 y 29.20 en el polígono 2 sumando un total de 36.18 ton/año que contempla la superficie del CUSTF**.

Erosión eólica actual y potencial en el AP.

Considerando la falta de documentación sobre la perdida de suelo por acción del viento, se realiza la estimación del cálculo de erosión eólica en la superficie de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), dentro del AP. Para eso se empleó la metodología anteriormente descrita que corresponde a la SEDUE (1988). Se estimó la perdida de suelo por erosión eólica actual contemplando las condiciones actuales de vegetación de la superficie, de la misma manera se obtuvo la estimación de la perdida suelo una vez que se realice la remoción de la vegetación.

Para el cálculo de la capa erosión laminar eólica expresada en toneladas por hectárea por año (Ee) se aplica la siguiente fórmula:

$$Ee = IAVIE \times CATEX \times CAUSO$$

Donde

Ee = erosión eólica

IAVIE = índice de agresividad del viento

CATEX = calificación de textura y fase

CAUSO = calificación por uso del suelo

Para ello se procedió a desarrollar el cálculo de cada uno de los factores que integran dicha ecuación.

Índice de agresividad del viento MIA

Primeramente, se calculó el índice de agresividad del viento mediante la siguiente formula:

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

Para conocer el valor de IAVIE primeramente se obtuvo el valor de PECRE, como se describe continuación:

$$PECRE = 0.2408 \times PREC - 0.0000372 \times (PREC)^2 - 33.1019$$

Para estimar el valor de PECRE se consideró la precipitación media anual de la estación meteorológica 10031 Huahuapan, con precipitación de 820.8 mm (0.8208 m) durante un periodo de observación de 1981 a 2010.

$$PECRE = 0.2408 \times 820.8 - 0.0000372 \times (820.8)^2 - 33.1019$$

PRCRE = 139.48

Sustituyendo el valor que resulta de calcular el PECRE en la fórmula para conocer el índice de agresividad del viento se obtiene que IAVIE = 53.98. Si el resultado de IAVIE es mayor de 20, se considera como área de influencia para el estudio de la erosión eólica.

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 \times (139.48)$$

IAVIE = 53.98

Los resultados tanto de IAVIE como de PECRE son el mismo para ambos polígonos así en estado actual como para el cambio de uso de suelo una vez removida la vegetación. El resultado de IAVIE, indica que con las condiciones de precipitación del área el suelo no

permanece con humedad por vario tiempo de tal manera que es necesario la aplicación del estudio de perdida de suelo por erosión eólica, ya que el resultado de IAVIE es mayor de 20.

Clasificación de textura y clase en el AP.

Para el cálculo de la capa de calificación de textura y la fase en el área de CUSTF, se empleó la carta edafológica Serie II escala 1:250,000 G13D11 (INEGI, 2027) y los recorridos de campo mediante el levantamiento de la información del inventario, por usos identificados se determinó que el suelo es de textura media y fase pedregosa o gravosa para los dos polígonos de cambio de uso de suelo.

El polígono 1 cuenta con 0.0238 ha de textura media y fase pedregosa o gravosa con valor de CATEX de 0.62. En el polígono 2 se tiene las mismas condiciones, 0.1022 ha de suelo de textura media y clase pedregosa y gravosa. Con esto se concluye que el valor de CATEX para toda la superficie (0.1260 ha) es de 0.62, como se presenta en el siguiente Tabla.

Tabla 35 Valores de suelos no calcáreos para el cálculo de la capa de clasificación y textura MIA

CATEX	Textura y fase de suelos no calcáreos	Superficie (ha)
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**	**0.1260**
0.92	3 y fase gravosa o pedregosa	

CATEX = 0.62

Calificación por uso de suelo (CAUSO) en el AP.

Continuando con el procedimiento se calificó el uso del suelo (CAUSO) de la superficie que se someterá a CUSTF en el AP, dicha calificación se realizó por usos identificados, donde se tiene que el uso actual del suelo corresponde a bosque (polígono 1 = bosque 0.023 ha y polígono 2 = bosque 0.1022 ha), el valor de causo en ambos áreas es de 0.20 según esta clasificación.

Tabla 36 Valores de CAUSO para el AP.

Vegetación	CAUSO	Superficie (ha)
Agricultura de temporal	0.70	
Agricultura de riego	0.20	
Monte o matorral	0.15	
Pastizal	0.30	
Bosque	**0.20**	**0.1260**

Considerando que con el cambio de uso de suelo se va a remover la cubierta vegetal de los dos polígonos, se tiene que el valor de CAUSO será de 1, ya que el área se encontrará desprovisto de cobertura vegetal. Entre mayor es la cobertura vegetal el valor es más cercano a 0, y cuando la cobertura de vegetación es menor el valor es más cercano a 1.

CAUSO actual = 0.20

CAUSO potencial = 1

Resultados de erosión eólica actual en el AP.

Una vez que se realizaron los cálculos y se obtuvieron los valores de todos los factores de la fórmula de la erosión eólica, se tiene que actualmente en la superficie que se someterá a CUSTF se están perdiendo las siguientes cantidades de suelo expresado en ton/ha/año las cuales se presentan en el siguiente Tabla:

$$Ee = 53.98 * 0.62 * 0.20$$

$$\boldsymbol{Ee = 6.69}$$

Tabla 37 Erosión eólica actual (ton/ha/año)

AP	Erosión actual (ton/ha/año)
Polígono 1	6.69
Polígono 2	6.69

La pérdida de suelo por erosión eólica actual de los polígonos de CUSTF dentro del AP es la misma, debido a que las condiciones de los factores son las mismas en los dos casos, actualmente la perdida de suelo en el CUSTF se clasifica en la categoría de sin erosión ya que el rango de perdida de suelo actual se encuentra por debajo de 12 ton/ha/año, el

resultados es de **6.69 ton/ha/año**, según el Tabla clase de la erosión por degradación eólica descrita anteriormente.

Resultado de erosión eólica potencial en el AP.

Una vez que se realizaron los cálculos y se obtuvieron los valores de todos los factores de la fórmula de la erosión eólica se tiene que una vez que se realicen las actividades de remoción de la vegetción se perderán las siguientes cantidades de suelo por erosión eólica expresada en ton/ha/año.

$$Ee = 53.98 * 0.62 * 1$$

$$\boldsymbol{Ee = 6.69}$$

Tabla 38 Erosión eólica potencial (ton/ha/año)

AP	Erosión actual (ton/ha/año)
Polígono 1	33.47
Polígono 2	33.47

La pérdida de suelo por erosión eólica potencial de los polígonos que se someterán a CUSTF en el AP es la misma, debido a que las condiciones de los factores son similares en los dos casos. Una vez que se remueva la vegetación, la categoría de erosión potencial que se presentara en el área será ligera. El rango de esta categoría va de 12 a 50 ton/ha/año y la que se provocara por el cambio de uso de suelo es de **33.47 ton/ha/año**, según la Tabla clase de la erosión por degradación eólica descrita anteriormente.

Tasa de erosión eólica en el AP.

Para obtener la tasa de erosión que se perderá por el cambio de uso de suelo, se multiplica el resultado que se obtuvo en cada uno de los escenarios (erosión actual y erosión potencial) por la superficie del área sujeta a cambio de uso de suelo, para obtener la erosión en tonelada/año (ton/año). Una vez realizada esta operación, la tasa de erosión que se obtiene de la resta de la erosión actual menos la erosión potencial es la diferencia de ambas y lo cual será la cantidad de suelo que se estará perdiendo en ton/año.

La pérdida de suelo en ton/ha/año en el escenario actual es de **6.69 ton/ha/año** para los dos polígonos, un vez que se realice el CUSTF y que el suelo se encuentre desprovisto de

vegetación, se tiene que la erosión potencial será de **33.47 ton/ha/año** para los dos polígonos. Una vez que se tiene estos resultado se multiplican por la superficie que ocupa cada polígono y se obtiene que en ton/año en el **polígono 1** actualmente se están perdiendo **0.16 ton/año** y en el **polígono 2** se pierden **0.68 ton/año, ambas cantidades suman un total de 0.84 ton/año**. Multiplicando el valor de erosión potencial en ton/ha/año por la incidencia de la superficie de cada polígono se obtiene lo siguiente: en el **polígono 1** se perderán **0.80 ton/año** y el en **polígono 2 se perderán 3.42 ton/año, sumando las cantidades de perdida de suelo de ambos polígonos se tendrían 4.22 ton/año.** Obteniendo el resultado de la operación de restar la erosión actual menos la erosión potencial en ton/año, se tiene una tasa de erosión para **polígono 1 de 0.64 ton/año** y para el **polígono 2 es de 2.74 ton/año**, sumando ambos resultados se tiene un total de **3.37 ton/año** de perdida de suelo en los dos polígonos.

Tabla 39 Tasa de perdida de suelo por erosión eólica MIA superficie de CUSTF

Polígono	Superficie (ha)	Erosión actual (ton/ha/año)	Erosión potencial (ton/ha/año)	Erosión actual por Sup. (ton/año)	Erosión potencial por Sup. (ton/año)	Tasa de erosión (ton/año)
Polígono 1	0.0238	6.69	33.47	0.16	0.80	0.64
Polígono 2	0.1022	6.69	33.47	0.68	3.42	2.74
Total erosión				**0.84**	**4.22**	**3.37**

Una vez que se realicen las actividades de CUSTF y estas se concluyan, el suelo permanecerá desnudo durante un año, de esta manera es que los resultados de la perdída de suelo se mantienen iguales, ya que se multiplican por 1 que corresponde al año en que no habrá cobertura vegetal. **Por tal es que se considera que durante el tiempo en el que el suelo permanecerá desprovisto de cobertura vegetal se perderán 0.64 ton/año en el polígono 1 y 2.74 en el polígono 2 sumando un total 3.37 ton/año que contempla la superficie del CUSTF**.

d) Hidrología superficial y subterránea.

La unidad básica para el manejo del agua es la cuenca hidrológica, en la cual se considera la forma en la que escurre el agua en la superficie (cuencas hidrográficas) y en el subsuelo (acuíferos). Con esta base, La Comisión Nacional del Agua, (CNA), integro las treinta y cuatro

Regiones Hidrológicas en las que se divide el país, Una región hidrológica es la agrupación de varias cuencas hidrológicas con niveles de escurrimiento superficial muy similares.

Ilustración 12 Ubicación de las Regiones Hidrológicas a nivel País.

FUENTE: CONAGUA

Para el caso particular del Estado de Durango, se tiene contemplado el registro de 7 Regiones Hidrológicas que se enlistan a continuación: la No. 10 "SINALOA", No. 11 "Presidio-San Pedro", No. 12 "Lerma Santiago", No. 24 "Bravo Conchos", No. 35 "MAPIMI", No. 36 "Nazas Aguanaval" y la No. 37 "El Salado". (Programa Nacional Hídrico 2007–2012, CNA).

Según el Ordenamiento Ecológico del estado de Durango, el territorio de Durango presenta tres vertientes principales: la del Golfo de México en una extensión relativamente pequeña del extremo norte; la del Océano Pacífico en la parte occidental y la del Bolsón de Mapimí en el resto del Estado (Rouaix, 1929). Las principales vertientes constituyen la base de la

división del territorio del país en Regiones hidrológico-administrativas (RHA) reconocidas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INE). Se han identificado 1,471 cuencas hidrográficas en el país, las cuáles se han agrupado y/o subdividido en cuencas hidrológicas para fines de publicación de la disponibilidad de aguas superficiales. Las cuencas del país se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas, que a su vez se agrupan en las 13 regiones hidrológico-administrativas.

De acuerdo a esta división el territorio de Durango forma parte de tres: III Pacífico Norte (46.2%); VI Río Bravo (4.7%); y VII Cuencas Centrales del Norte (49.1%). De esta manera, el territorio del estado de Durango también forma parte de siete regiones hidrológicas: El Salado (RH37), Nazas-Aguanaval (RH36), Mapimí (RH35), Bravo-Conchos (RH24), Lerma-Santiago (RH12) Presidio-San Pedro (RH11) y Sinaloa (RH10). Estas siete regiones incluyen 19 cuencas hidrológicas

- Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio.

El Proyecto, se ubica en la Región Hidrológica No. 30 "**SINALOA**". que se localiza en la porción noroeste de la República Mexicana, en el Estado de Sinaloa.

Región Hidrológica 10 "Sinaloa".

Esta región abarca una superficie de 102,922.18 km2, por lo que se sitúa en el sexto lugar, atendiendo a la extensión de las demás regiones hidrológicas del país. En el estado de Sinaloa se encuentra su porcentaje mayoritario y corresponde al 46.17% (48079.15 km2), comprendiendo parte de todas sus cuencas.

El área de la región comprende parcialmente las subprovincias fisiográficas Pie de la Sierra, Gran Meseta y Cañones Duranguenses, Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses, Gran Meseta y Cañones Duranguenses, y Mesetas y Cañadas del Sur, que pertenecen a la provincia Sierra Madre Occidental; Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa, y Llanura Costera de Mazatlán, de la provincia Llanura Costera del Pacífico.

Los principales sistemas de topoformas son: llanura deltaica, llanura costera con ciénegas, llanura costera, lomerío con valles, sierra alta con cañones, y meseta con cañadas.

Las elevaciones que destacan por su altitud (msnm) son los cerros Mohinora (3 300), Guirichique (2 740), El Divisadero (2 300), Abrahamona (2 100) y Cerocahui (2 000), así como la Sierra Madre Occidental (2 700), y la Sierra Monteverde (2; 000).

Existen extensos afloramientos de roca volcánica, principalmente lo que forman la Sierra Madre Occidental; destacan en orden de extensión riolitas, tobas y andesitas. Las rocas de tipo sedimentario son conglomerados y calizas, las de tipo metamórfico están representadas por afloramiento de filitas.

La llanura costera y los valles intermontanos se caracterizan por tener suelos aluviales y residuales; aquí se formaron extensos valles donde se desarrolla una intensa actividad agrícola hoy en día, como ocurre en el Valle del Mayo.

La distribución del clima se da en franjas paralelas a la línea de costa; cerca del mar predominan los climas seco-seco, seco-semiseco, cálido subhúmedo, templado-subhúmedo y templado semifrío.

La precitación total anual máxima se registra en las partes altas de la Sierra Madre Occidental, en la zona sureste, y disminuye hacia el norte hasta los 700 mm; y en la costa, en el extremo oeste, se registran hasta 300 mm.

La temperatura media anual mínima se registra en la misma zona donde ocurre la mayor precipitación y es de 10 °C, que se incrementa hacia las partes bajas, en la planicie costera, donde alcanza los 24°C.

La vegetación dominante es bosque de encino, de pino y sus asociaciones, selva baja caducifolia y selva baja espinosa caducifolia, matorral sarcocrasicaule y sarcocaule, pastizales, naturales e inducidos con algunos manchones de mezquital. La vegetación a lo largo de la costa es manglar, halófila y de dunas costeras.

La red hidrográfica tiene un patrón de drenaje de tipo dendrítico, principalmente, y en menor grado de enrejado. El cauce de muchas corrientes intermitentes desaparece al llegar a la planicie costera; algunas de las principales son los ríos Fuerte, Sinaloa, Mocorito, Piaxtla, Elota, San Lorenzo, Humaya y Tamazula.

Los cuerpos de agua más importantes corresponden a los vasos de las presas Miguel Hidalgo, López Mateos, Sanalona, Gustavo Díaz Ordaz, Josefa Ortiz y José López Portillo.

Esta región descarga sus aguas en el Océano Pacífico. El agua se utiliza principalmente en actividades agrícolas y domésticas.

La región se subdivide en ocho cuencas hidrográficas:

a) R. Piaxtla - R. Elota - R. Quelite.

b) **R. San Lorenzo.**

c) R. Culiacán.

d) R. Mocorito.

e) R. Sinaloa.

f) Bahía Lechuguilla - Chuira – Navachiste.

g) R. Fuerte.

h) Estero de Bacorehuis.

Según la cartografía del tema consultada y del Diccionario de Datos Hidrológicos de Aguas Superficiales editado por el INEGI, se localiza en la Cuenca Hidrológica "**Rio San Lorenzo**", clave asignada **(B)**, esta cuenca a la vez presenta una división interna de cuatro subcuencas hidrológicas, el Proyecto se ubica dentro de la subcuenca hidrológica "**Rio De Los Remedios"**, clave asignada **(b)**, dentro de dos SAs Hidrológicas. Se describe a continuación el marco hidrológico del Proyecto.

Tabla 40 Marco hidrológico del Proyecto

CUENCA HIDROLOGICA	SUBCUENCA HIDROLOGICA	SA	CLAVE	SUPERFICIE Has
RIO SAN LORENZO (B)	RIO DE LOS REMEDIOS (b)	CUEVECILLAS	10-028-01-087	21,903.657

FUENTE: Cartas de Topográfica G13-11 "DURANGO" y DATOS VECTORIALES INEGI " Esc. 1:250,000 INEGI Diccionario de Datos Hidrológicos de Aguas Superficiales, INEGI, 2000

En el siguiente plano, se indica la SA hidrológica involucrada en el proyecto.

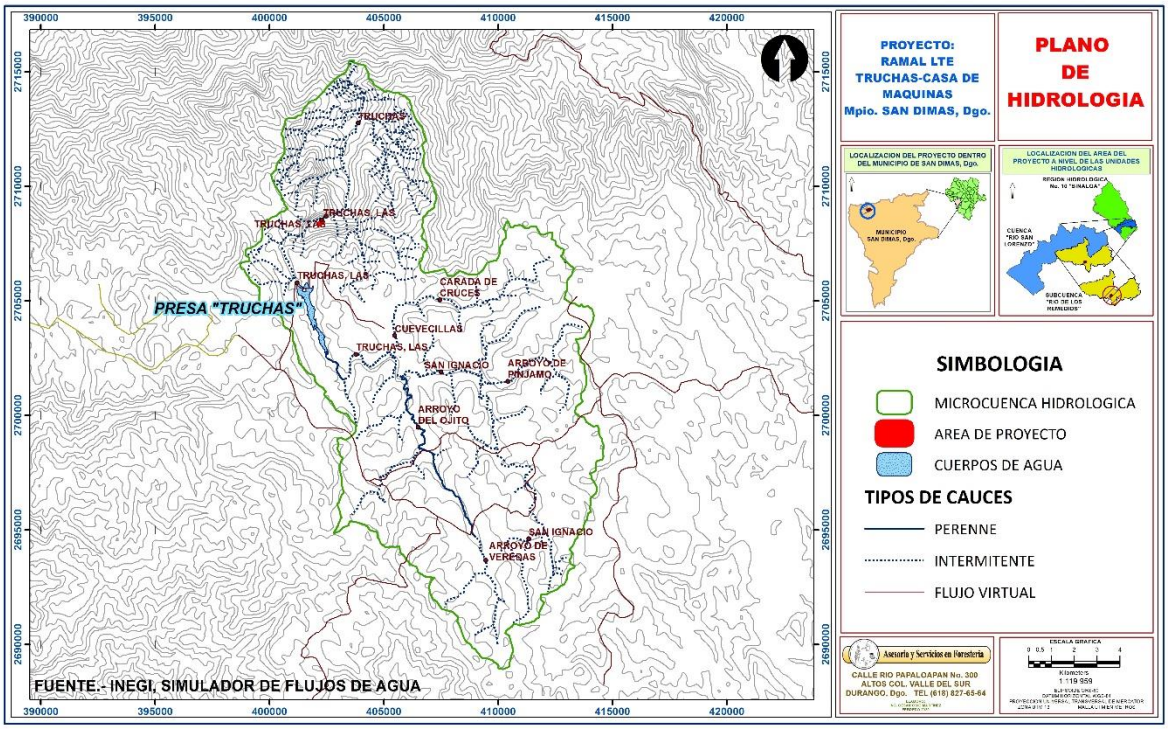


Ilustración 13 ***Imagen del Marco hidrológico del Proyecto***

FUENTE. - INEGI Simulador de flujos de agua, 2000

Cuenca Río San Lorenzo (B).

Con una superficie de 12,012.84 km2, de los cuales 4121.25 km2 . Pertenece al estado de Sinaloa; esta parte de la cuenca posee una precipitación media anual de 636.20 mm. y una pendiente general de media a baja. Su forma es alargada, y se encuentra limitado en la

parte norte por la cuenca del Río Culiacán; al sur por los Ríos Elota y Piaxtla; en el noreste-este por la cuenca del río Nazas y hacia el oeste por el Océano Pacífico, la corriente principal es el río San Lorenzo, que tiene su origen en la unión de los ríos remedios y San Juan de Camarones, misma que se lleva a cabo entre los cerros Espinazo del Diablo y el cordón El Bledal a 5 km., aguas arriba del rancho Igualamo en el estado de Durango, presenta una dirección al suroeste a lo largo de un cauce sinuoso haciendo un recorrido total de 158 km., hasta desembocar en el Océano Pacífico con una pendiente general de 0.25%. Durante su recorrido tanto por la margen izquierda como derecha son de poca importancia, antes de su desembocadura en el Océano Pacífico sus aguas retenidas en la presa José López Portillo a 46 km., después de su inicio. En la cuenca existe sólo una estación de aforo denominada Santa Cruz; ubicada sobre el río San Lorenzo bajo la presa José López Portillo, misma que reportó un volumen medio anual de 1621.37 millones de m 3 ., en el período 1944-1980. La porción suroeste del distrito de riego 010 Culiacán-Humaya-San Lorenzo, se incluye en esta cuenca, los cultivos principales son: trigo, maíz, frijol, hortalizas, sorgo y frutales.

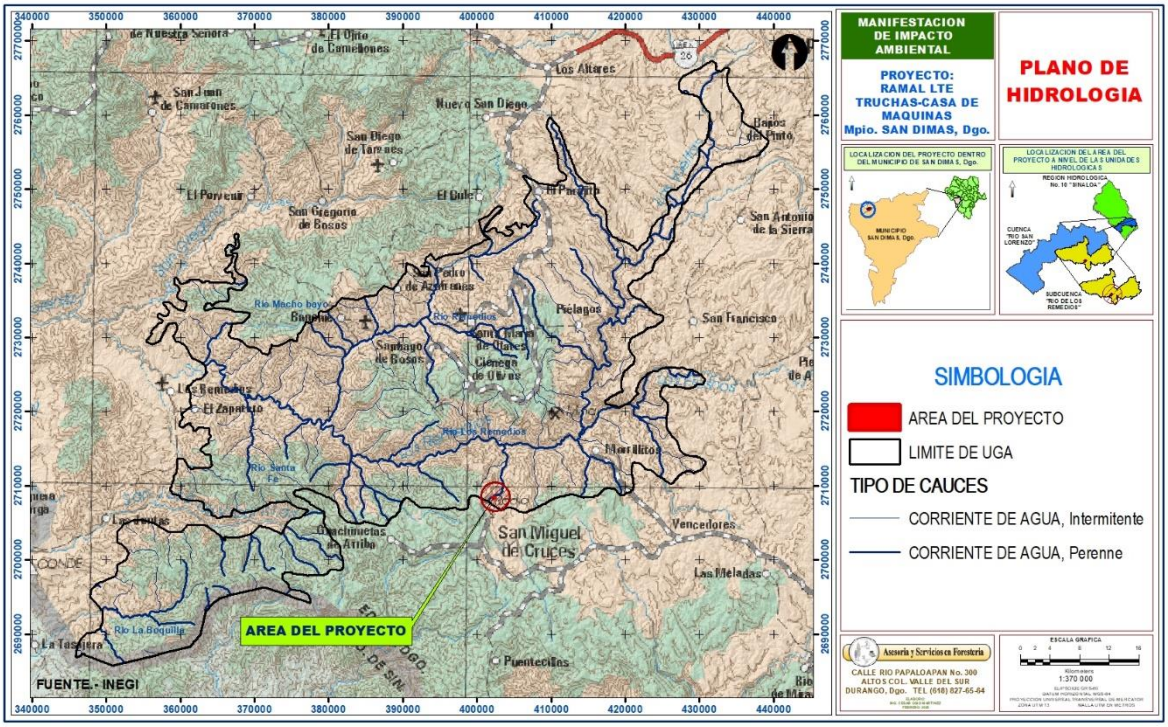


Ilustración 14 Corrientes de agua presentes en el Sisstema Ambiental de proyecto.

El uso del agua superficial en la sierra es agrícola, siguiendo en importancia el pecuario y posteriormente el doméstico; considerando las características hidrológicas de la cuenca se evaluó un coeficiente de escurrimiento de 12.59% que relacionado con los 2621.96 millones de m3, anuales precipitados determinan un escurrimiento anual de 330.25 millones de m3, dentro del estado.

Hidrología subterránea.

Acuíferos Zona Río Culiacán - Río San Lorenzo

Comprende una superficie de 2,233 km2, se localiza en la parte central del estado y hacia el sur - suroeste de la región hidrológica 10, Sinaloa. De forma irregular, y sus límites al norte y este son las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, al sur el Golfo de California y al oeste el cauce del rio Culiacán.

Los acuíferos de este valle se localizan sobre materiales granulares depositados sobre rocas ígneas y sedimentarlas generalmente impermeables, que a su vez sirven de barrera lateral, la edad de los depósitos va del Paleozoico al Reciente. Las unidades permeables, localizadas en la llanura costera y en las proximidades de los cauces de los ríos Culiacán y San Lorenzo, están formados por materiales clásticos continentales de permeabilidad variable dependiendo de su textura y grado de compactación. En la planicie costera los acuíferos corresponden a materiales granulares, formados por depósitos de talud y abanicos aluviales, se ubican en general en la parte alta del valle y están constituidos por conglomerados, gravas, arenas y arcillas; las gravas y conglomerados que constituyen a los abanicos aluviales, presentan una matriz arenosa o tobácea ocasionalmente bien cementadas, formando una unidad poco permeable. Los depósitos deltaicos formados por el aporte de los sedimentos acarreado por los ríos, se localizan en una amplia porción del valle, los materiales van desde conglomerados de guijarros y boleos, hasta sedimentos arenosos, areno-limosos, arcillo-arenosos y arcillosos, con muy buena permeabilidad. Hacia la línea de costa; los depósitos están formados principalmente de arenas, que presentan alta permeabilidad, pero su posición respecto a la cercanía del mar, no permiten la explotación de agua dulce; regionalmente el funcionamiento del acuífero es de tipo libre;

el coeficiente de transmisibilidad media es de 4 X 10-3 y 7.5 X 10-3 m 3 /seg., para el valle del río Culiacán y San Lorenzo respectivamente.

En la zona existen 556 obras de captación; para el valle del río Culiacán se tienen 389 (152 pozos y 237 norias), y para la margen izquierda del río San Lorenzo existen 167 (144 pozos y 23 norias). La profundidad de las obras varía en un rango muy amplio, desde norias de poca profundidad, hasta pozos de más de 250 m. predominando un promedio de 60 a 70 m. Los diámetros en la tubería de descarga varían de 2.5 a 25.4 cm. (1 a 10"), con un caudal promedio de 70 a 80 l.p.s. La extracción media anual del acuífero estimada por la C.N.A. en 1991 en los valles de los ríos Culiacán y San Lorenzo, se estimó de 90 y 30 millones de m3, respectivamente; mientras que la recarga media anual estimada para ambos valles fue de 150 y 130 millones de m3. La recarga natural del acuífero es esencialmente por infiltración en los cauces de los arroyos, ríos, canales artificiales construidos con fines agrícolas, aunque parte de ella regresa a la superficie a través del sistema de drenaje, por lo que no se le considera una recarga efectiva. De acuerdo al funcionamiento de la recarga y descarga, el acuífero para el valle río Culiacán se haya en estado de equilibrio y solo es alterado localmente por efectos del desarrollo agrícola. La condición hidrológica para el acuífero del valle río San Lorenzo es de sub explotado.

Esta zona se beneficia también con el agua superficial que se almacena en las presas Adolfo López Mateos, Sanalona y José López Portillo (Comedero). En la evolución del nivel estático para el período 1978 a 1982 se observa recuperaciones de 5 m. hasta descensos de 5.70 m, para un segundo período de 1980 a 1983 se tienen recuperaciones de 2.65 m. y descensos hasta 2.55m.; lo que ubica a los niveles estáticos a profundidades que oscilan de 2 a 38 m. (todo lo anterior de piezometría es para el valle de Culiacán) y para la margen izquierda del río San Lorenzo la profundidad fluctúa entre los valores de 5 a 35 m. La calidad del agua varía de dulce a salada, en función de los sólidos totales disueltos que van desde 300 a 3000 mg/l para la zona río Culiacán mientras que para el área río San Lorenzo se presentan valores de 500 a 2000 mg/l.; los valores más altos están cercanos a la costa, existe posible intrusión salina. En general el catión más sobresaliente es el calcio, mientras en los aniones sobresalen el bicarbonato y el cloro. El flujo regional del agua subterránea es de oriente a

poniente. El agua en esta porción de estado se emplea esencialmente en el uso agrícola, después en el doméstico, industrial y pecuario.

De acuerdo a la información proporcionada por el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGAPU) de CONAGUA, el proyecto de Exploración Minera "Huahuapan" se encuentra dentro del Acuífero Río San Lorenzo en la Región Hidrologico-Administrativa Pacifico-Norte que intersecta con el Estado de Sinaloa (Ilustración 12)., cuyos datos son:

Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica d 49,905 008 Mm3/año, Descarga natural 188 Mm3, Recarga total media anual de 335 Mm3/año, Sobreexplotación 0, Indice de disponibilidad .33949, Disponibilidad a febrero de 2014 54,392751 con fecha de publicación en el DOF 27/08/2009.

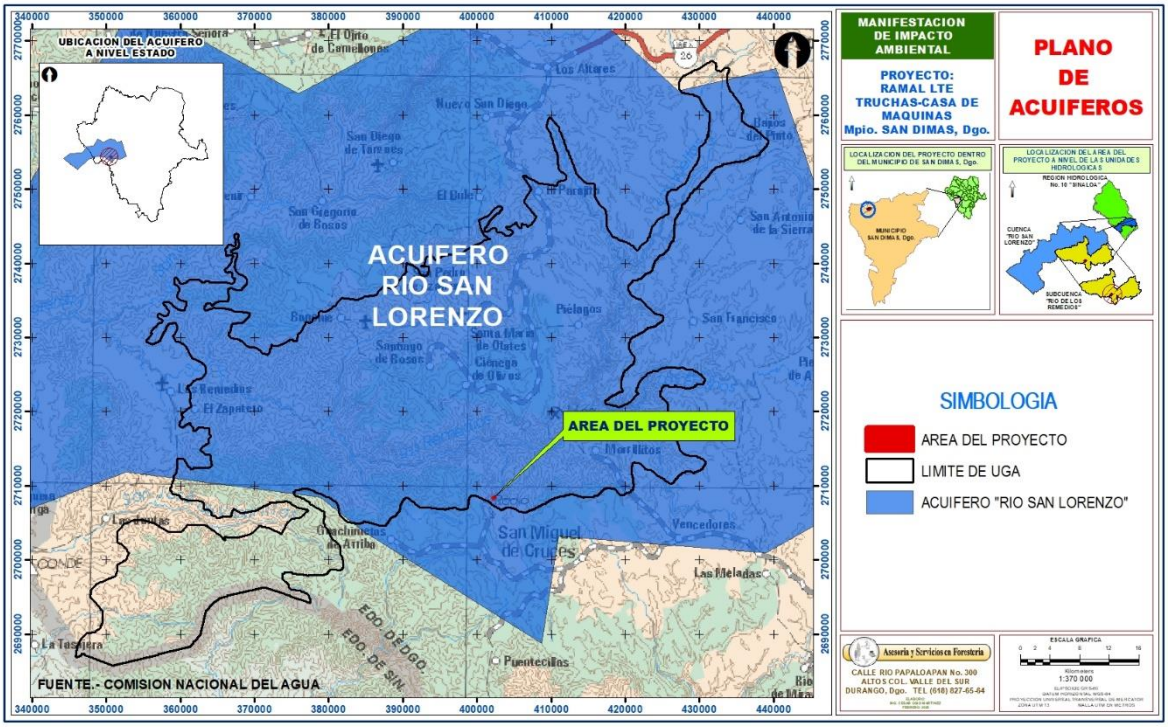


Ilustración 15 Acuíferos existentes en la superficie del Proyecto y su SA.

Según los datos del DOF El acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, es un acuífero costero que se localiza en la porción centro del Estado de Sinaloa, cubre una superficie de 11,822

kilómetros cuadrados y comprende parcialmente a los municipios de Cosalá, Culiacán y Elota, del Estado de Sinaloa, así como a los municipios de Santiago Papasquiaro, Canatlán, San Dimas, Tepehuanes, Canelas, Tamazula y Otaez, del Estado de Durango. Administrativamente el acuífero corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Norte.

El acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, se localiza en la Región Hidrológica 10 Sinaloa y está dentro de la Cuenca del Río San Lorenzo, subcuencas del Río de los Remedios, Río de las Vueltas, Río San Gregorio, Río de San Juan, Río San Lorenzo y la Subcuenca del Arroyo de Tacuichamona, en la zona de costa y Cuenca del Río Culiacán, Subcuenca del Río Culiacán, hacia la zona de costa.

Una gran cantidad de escurrimientos torrenciales nacen en la Sierra Madre Occidental, dentro del Estado de Durango, presentan trayectorias de oriente a poniente, como el Arroyo Quebrada de San Juan, el Río de Los Remedios, que a medida que avanza hacia el oeste, se convierte en el Río La Sidra y posteriormente, en el Río Presidio, el Río de las Vueltas, El Río de San Gregorio y el Río de San Juan; los cuales convergen en el Río San Lorenzo y en el Estado de Sinaloa, se incrementa su caudal, con la aportación de arroyos importantes como el de Mesillas, Tecolotes y Tabaco, descargando finalmente en el Golfo de California en la Bahía de Quevedo y hacia el sureste del acuífero, se observan algunos escurrimientos menores, que descargan en la Bahía El Conchal o también denominado Estero Agua Amarga y hacia el suroeste, se encuentra la Bahía Reforma, así como el Estero Las Morenas.

El régimen de escurrimiento natural en esta corriente, se presentaba a través de avenidas de gran magnitud durante la temporada de lluvias, en los meses de junio a octubre y en la época de ciclones que se presentan con una regularidad de una y media veces por año en el Estado de Sinaloa y de cada 5 años en la Cuenca del Río San Lorenzo.

El Río San Lorenzo, es una de las corrientes principales del Estado de Sinaloa, la extensión aproximada de su cuenca es de 9,000 kilómetros cuadrados, con régimen de escurrimiento

torrencial y avenidas considerables. Estos escurrimientos antes de la construcción de la Presa Lic. José López Portillo, se aprovechaban para el riego de 29,000 hectáreas.

La fuente principal de agua que sustenta la agricultura, es el aprovechamiento de los escurrimientos de agua superficial almacenada en el vaso de la Presa Lic. José López Portillo, de la que depende el suministro de la infraestructura hidroagrícola del Distrito de Riego número 109. Esta presa se localiza a 100 kilómetros hacia el sureste de la Ciudad de Culiacán y riega una superficie de 69,219 hectáreas.

El acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, es considerado de tipo libre heterogéneo y anisótropo; este se encuentra alojado en una cuenca hidrológica abierta, que está constituida por diferentes unidades cuaternarias que forman el relleno del valle, las cuales se acumularon en diversos tipos de depósito, como los ambientes mixtos que actuaron conjuntamente con ambientes fluviales, pudiendo observar en la conIlustracióónción longitudinal subterránea del valle, la disposición clásica de capas formadoras de deltas.

El acuífero, descansa sobre un basamento impermeable, el cual es cubierto por rocas poco permeables, que a su vez subyacen a conglomerados del Terciario y en proceso de compactación de baja permeabilidad. Estos materiales están parcialmente cubiertos por materiales aluviales y depósitos fluviales del Cuaternario, que ocupan el subsuelo de toda la planicie con espesores variables, aunque son muy heterogéneos en cuanto a su litología, grado de cementación y características hidráulicas, siendo esta la unidad que se explota principalmente para satisfacer las necesidades de agua de la región.

Su espesor es mayor a los 500 metros, en las porciones centrales de la planicie. Sin embargo, han sido detectadas estructuras de derrames volcánicos, observando que los materiales aluviales normalmente se acuñan en dirección de la sierra y de los cerros aislados existentes dentro de la zona de estudio.

Los límites subterráneos del acuífero colindan al norte y oriente con rocas ígneas extrusivas e intrusivas, sedimentarias y metamórficas de la Sierra Madre Occidental, que actúan como fronteras laterales y de fondo, mientras que al sur y oeste limita con el Golfo de California.

Niveles del agua subterránea

El nivel de saturación del agua subterránea es aquel a partir del cual el agua satura todos los poros y oquedades del subsuelo. Para el año 2014, las profundidades al nivel de saturación o estático, variaban de 1.82 a 13.6 metros, aumentando conforme se asciende topográficamente desde la zona de costa hasta las estribaciones de las sierras.

El agua subterránea se encuentra muy somera en las porciones media y baja del valle; los niveles estáticos se presentan a profundidades menores de 5 metros y afloran prácticamente en las proximidades del litoral, así como en los cauces del Río San Lorenzo. En la zona de explotación, en forma general la profundidad al nivel estático varía entre 1.82 y 4.87 metros; en las localidades El Dorado y San Rafael el nivel estático se encuentra a una profundidad de 2 metros.

Los máximos valores de elevación del nivel estático con respecto al nivel medio del mar se presentan en la porción norte de la zona de explotación, con cargas hidráulicas superiores a los 45 metros sobre el nivel del mar, identificadas en la zona definida por las localidades La Papalota y La Quinta. Dichas cargas hidráulicas disminuyen en dirección suroeste, de forma paralela al trazo del Río San Lorenzo.

A la altura de la localidad San Rafael se presentan elevaciones del nivel estático del orden de 30 metros sobre el nivel del mar, mismas que se extienden al oriente, hasta llegar a la comunidad Río Florido. Al norte de la comunidad El Dorado se presenta una carga hidráulica de 10 metros sobre el nivel del mar, siguiendo una dirección semi-paralela a la línea de la costa, mientras que hacia la porción sur de esta comunidad, se presenta la elevación del nivel estático de 2 metros sobre el nivel del mar.

Regionalmente la elevación de los niveles estáticos decrece desde valores de 45 metros sobre el nivel del mar en las estribaciones de la sierra, hasta valores aproximados a los 2.25 metros sobre el nivel el mar, en las proximidades del litoral. Localmente, en la margen izquierda del Río San Lorenzo, se han registrado elevaciones negativas hasta de 4 metros bajo el nivel del mar a causa del bombeo intensivo de los pozos.

Los datos piezométricos históricos muestran que para el periodo de evolución de 5 años en la zona existen abatimientos máximos de 4 metros y mínimos de 0.04; sin embargo, para el periodo del año 2013 al 2014 se obtuvieron valores de recuperación entre 0.16 y 0.87 metros.

Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

El volumen de extracción total se calculó por diferentes métodos, tomando en cuenta la lámina bruta de riego, por el número total de hectáreas sembradas, realizando además una revisión en forma conjunta del padrón de usuarios e inspecciones físicas al acuífero, lo cual permitió determinar un volumen de extracción variable, debido a que éste depende de la disponibilidad de agua superficial en las presas. Conforme a lo anterior, se estimó que el volumen de extracción actualmente asciende a 125.6 millones de metros cúbicos anuales.

Calidad del agua subterránea

Del acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, se obtuvieron muestras de 5 aprovechamientos, en las que se determinó que los tipos de aguas existentes son variables y éstas se diferencian de acuerdo con la zona en la que se realizó el muestreo de las aguas del subsuelo. En la parte norte del acuífero el agua subterránea es de tipo bicarbonatada-cálcica, debido a que circula a través de sedimentos derivados de rocas ígneas que contienen feldespatos sódicos y cálcicos.

Tanto el agua del río como el agua subterránea en sus proximidades, es del tipo bicarbonatada-cálcica. En la zona de explotación acuífera, que se localiza en la localidad de Jacola, las muestras cercanas a la línea de costa son de tipo cloruradas-cálcicas, por efecto de la intrusión marina; mientras que aguas arriba, son de la familia bicarbonatada-cálcica, debido a la interacción del agua subterránea con rocas ígneas o de sus productos de erosión que en forma de materiales sedimentarios conforman el valle.

La calidad del agua es variable, su salinidad total en la zona de explotación, oscila de 500 a 4,000 miligramos por litro de sólidos totales disueltos en promedio, predominando las concentraciones menores de 500 miligramos por litro cerca del río, mientras que los valores

de 1,000 a 4,100 miligramos por litro y con valores mayores en algunos casos, se encuentran principalmente en la margen izquierda y en menor proporción en la margen derecha, en la parte intermedia entre los acuíferos Culiacán-San Lorenzo.

Los tipos de contaminación más comunes son los producidos por la actividad urbana, industrial y agrícola, las principales causas son generadas por las descargas de aguas residuales producidas por los centros urbanos y en menor proporción la industrial, así como la más importante derivada de la aplicación de agroquímicos producida por la actividad agrícola.

Existen otros factores que afectan la calidad del agua, como son la carga contaminante en los drenes agrícolas y en los retornos de riego, pudiendo mencionar entre otros, la pecuaria, la ocasionada de forma puntual por la utilización de fosas sépticas domiciliarias y la generada por incremento en la salinidad.

La contaminación producida por las descargas de aguas residuales sin tratamiento alguno, vierten su caudal directamente a drenes agrícolas y éstos en algunos casos descargan sobre el Río San Lorenzo. Los poblados Quila y El Dorado, descargan aguas residuales a drenes agrícolas, que vierten su caudal directamente a las Bahías Ensenada Pabellón y Península Lucernilla, sin tratamiento alguno, aunque en la actualidad se encuentra en proceso de construcción un sistema de tratamiento primario avanzado para la población de Quila.

Modelo Conceptual del acuífero

La dinámica geohidrológica del acuífero, está determinada básicamente por sus límites naturales, al norte y al oriente con las sierras constituidas por rocas ígneas extrusivas, intrusivas, metamórficas y sedimentarias, mientras que al sur y al oriente limita con las zonas de marismas, esteros y con la línea de costa.

Las rocas volcánicas están parcialmente cubiertas por materiales aluviales y depósitos fluviales del Cuaternario, que ocupan el subsuelo de toda la planicie con espesores variables, aunque son muy heterogéneos en cuanto a su litología, grado de cementación y

características hidráulicas, constituyendo la unidad con mejores posibilidades acuíferas y se caracterizan por contar con una buena permeabilidad.

De acuerdo con las condiciones geohidrológicas existentes dentro de la zona, se considera al acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, como un acuífero libre, que se localiza dentro de una cuenca hidrológica abierta, donde se puede apreciar que la circulación del agua en el subsuelo tiene lugar de la Sierra Madre Occidental, que comprende la zona de recarga, hacia el Golfo de California, con una dirección principal perpendicular a la línea de la costa, que es hacia donde descarga el acuífero.

En cuanto a la recarga natural del acuífero, es ocasionada principalmente, por la infiltración directa de la lluvia y por aportaciones de las corrientes que bajan de las partes altas de la sierra.

También la recarga del acuífero en la zona de estudio, se produce por infiltración de los cauces del Río San Lorenzo y arroyos, la red de canales hidroagrícolas y los retornos de riego, así como el flujo horizontal subterráneo y la infiltración producida por la Presa José López Portillo, denominada también como Comedero.

La descarga del acuífero ocurre por flujo horizontal subterráneo, la extracción por bombeo, la evapotranspiración en las zonas en que los niveles del agua se encuentran a profundidades menores a 5 metros, así como el caudal base que aporta el Río San Lorenzo, que actúa como dren del acuífero y presenta un escurrimiento perenne, manantiales de la región y a través de los drenes del Distrito de Riego 109.

Balance de Agua Subterránea

De acuerdo al balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, es de 335.0 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 58.29 millones de metros cúbicos, por entradas de flujo subterráneo, la recarga vertical de 276.71 millones de metros cúbicos anuales, a partir de agua de lluvia en las zonas montañosas, así como la recarga inducida por retornos de riego en la

red hidroagrícola de canales de distribución de agua, en los cultivos distribuidos en la superficie del acuífero.

La descarga del acuífero ocurre a través de salida por flujo subterráneo de 68.3 millones de metros cúbicos, salida mediante extracción de agua subterránea a través de las captaciones de 125.6 millones de metros cúbicos anuales, descarga por flujo base que va hacia el mar de 31.5 millones de metros cúbicos y un volumen por evapotranspiración en zonas de niveles someros de 111.72 millones de metros cúbicos. El cambio de almacenamiento negativo considera un volumen de 2.12 millones de metros cúbicos.

Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea

La disponibilidad media anual de agua subterránea, fue determinada conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002, aplicando la expresión:

La disponibilidad media anual en el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, se calculó considerando una recarga media anual de 335.0 millones de metros cúbicos anuales, una descarga natural comprometida de 188.0 millones de metros cúbicos y el volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 103.787146 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 43.252854 millones de metros cúbicos anuales.

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA PACÍFICO NORTE

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		(Cifras en millones de metros cúbicos anuales)					
2505	RÍO SAN LORENZO	335.0	188.0	103.787146	125.6	43.252854	0.000000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea 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-CONAGUA-2000.

Esta cifra indica que existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 147.0 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida.

PROBLEMÁTICA

Escasez natural de agua

En la superficie del acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, la precipitación media anual es de 916 milímetros y la evaporación potencial es de 1,573 milímetros, por lo que un volumen importante del agua precipitada se evapora, lo que implica que el escurrimiento y la infiltración sean reducidos.

Dichas circunstancias, además de la creciente demanda del recurso hídrico en la región, para cubrir las necesidades básicas de sus habitantes y seguir impulsando las actividades económicas de la misma, y la limitada disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero, podría generar competencia por el recurso entre los diferentes usos, implicando el riesgo de que se presenten efectos negativos de la explotación intensiva del agua subterránea, tanto en el ambiente como a los usuarios del recurso.

Riesgo de sobreexplotación

En el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, la extracción total es de 125.6 millones de metros cúbicos anuales, mientras que la recarga que recibe el acuífero, está cuantificada en 335.0 millones de metros cúbicos anuales y la descarga natural comprometida es de 188.0 millones de metros cúbicos anuales.

Aun con la existencia de los instrumentos referidos en el Considerando Octavo del presente, en el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, existe el riesgo de que el incremento de la demanda de agua subterránea genere los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como la profundización de los niveles de extracción, la inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición de los manantiales y del caudal base y de la descarga hacia el mar y la zona de estuarios, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea y una posible intrusión salina, por lo que es necesario prevenir la sobreexplotación, proteger al acuífero de un desequilibrio hídrico y deterioro ambiental que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

La extracción de agua subterránea para satisfacer el incremento de la demanda, puede originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar la sobreexplotación, impidiendo el impulso de las actividades productivas y poniendo en riesgo el ambiente y el abastecimiento de agua para los habitantes de la región que dependen de este recurso.

Riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua

En el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, existe riesgo de contaminación, debido a la falta de tratamiento de las aguas residuales y a la gran cantidad de fosas sépticas en zonas donde no se cuenta con drenaje sanitario, así como el uso de agroquímicos, además de la ocasionada por la actividad pecuaria, que representan fuentes potenciales de contaminación del agua subterránea.

Adicionalmente, el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, es un acuífero costero y los aprovechamientos próximos a la línea de la costa tienen un factor que limita la extracción de agua subterránea, ya que el espesor del agua dulce es reducido, por lo que existe el riesgo potencial de que la intrusión marina incremente la salinidad del agua subterránea en la zona actual de explotación, que se concentra en la zona cercana al litoral y próxima a la interface salina, en caso de que la extracción intensiva del agua subterránea provoque abatimientos tales, que ocasionen la modificación e inversión de la dirección del flujo de agua subterránea, y consecuentemente el agua marina pudiera migrar hacia las

zonas de agua dulce, provocaría que la calidad del agua subterránea se deteriore, hasta imposibilitar su utilización sin previa desalación; lo que implicaría elevados costos y restringiría el uso del agua, que sin duda afectaría al ambiente, a la población, a las actividades que dependen del agua subterránea y al desarrollo económico de la región.

Como se puede observar en la información anterior el Acuífero Rio San Lorenzo es un acuífero costero, por lo que considera que el proyecto de exploración minera "Huahuapan" no impactara a el acuífero ya que se localiza en la parte alta de la sierra madre occidental.

IV.2.2 Aspectos bióticos.

a) Vegetación terrestre.

En México convergen floras de dos reinos: el Holártico y Neotropical, ambas integradas por dos regiones en las que se agrupan 17 provincias florísticas (Rzedowski, 1978); localizándose el área de estudio en el primero.

El SA se encuentra localizado en la Región ecológica Sierra Madre Occidental, la cuál es una Sierra con bosques de coníferas, encinos y mixtos; comprende las partes altas de la Sierra Madre Occidental, con altitudes promedio de 2,600 msnm, aunque sobresalen algunas elevaciones mayores de 3,000 msnm. Los climas son templado subhúmedo con lluvias en verano y semifrío subhúmedo con lluvias en verano.

El tipo de vegetación en esta región está constituido por mezclas en diferentes proporciones de pinos (Pinus) y encinos (Quercus). En altitudes de 2,300 a 2,700 msnm aproximadamente, se encuentran especies de Pinus durangensis (Pino alazán), P engelmannii (pino real), P. cooperii (Pino amarillo o pino prieto), P. cembroides (Pino piñonero), P. teocote (Pino chino), P. leiophylla (Pino prieto), y P. lumholtzii (Pino triste). Las especies de encinos que más se destacan son: Quercus sideroxyla, Q. Grisea, Q. crasifolia, Q. microphylla y Quercus spp. Entre las especies arbustivas se encuentran principalmente: Alnus spp. (Aile), Arbutus spp. (Madroño), Arctostaphilos (manzanilla) y Juniperus spp. (Táscate). Las gramíneas mas comunes son: Bouteloua gracilis (Zacate

navajita), Bouteloua curtipendula (Zacate banderilla), Bouteloua hirsuta (Zacate navajita velluda), Sporobolus tiroides (Zacatón) y Aristida spp. (Zacate tres barbas).

Según el Ordenamiento Ecológico del estado de Durango (publicado en abril del 2008), nueve de los diez tipos de vegetación de México están representados: matorrales xerófilos en la zona oriental; pastizales en la franja de valles al oriente de la Sierra Madre; bosques templados de coníferas y de encinos, así como pequeños enclaves de bosque mesófilo en la Sierra; bosques tropicales caducifolios, subcaducifolios y espinosos en las cañadas al oeste; y vegetación acuática y subacuática en cuerpos de agua en todos los ecosistemas de la entidad. Las unidades de vegetación reconocidas se organizan en cuatro categorías: Vegetación de zonas áridas y semiáridas; Vegetación de clima semiseco templado; Vegetación de clima templado o semifrío subhúmedo y Vegetación de clima cálido.

La flora de Durango incluye 4450 especies de plantas vasculares, 1123 géneros y 183 familias, cifras que equivalen a casi un 20% de las especies y 44.6% de los géneros calculados para México. Alrededor de 1,100 especies de plantas silvestres de Durango son utilizadas por el hombre para diversos usos. Se estima que alrededor de 100 de estas especies son de importancia comercial. De la flora de Durango, solamente 88 especies están incluidas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) que determina las especies de flora y fauna nativas de México en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial. Esta cifra representa aproximadamente el 1.7 % de la flora total.

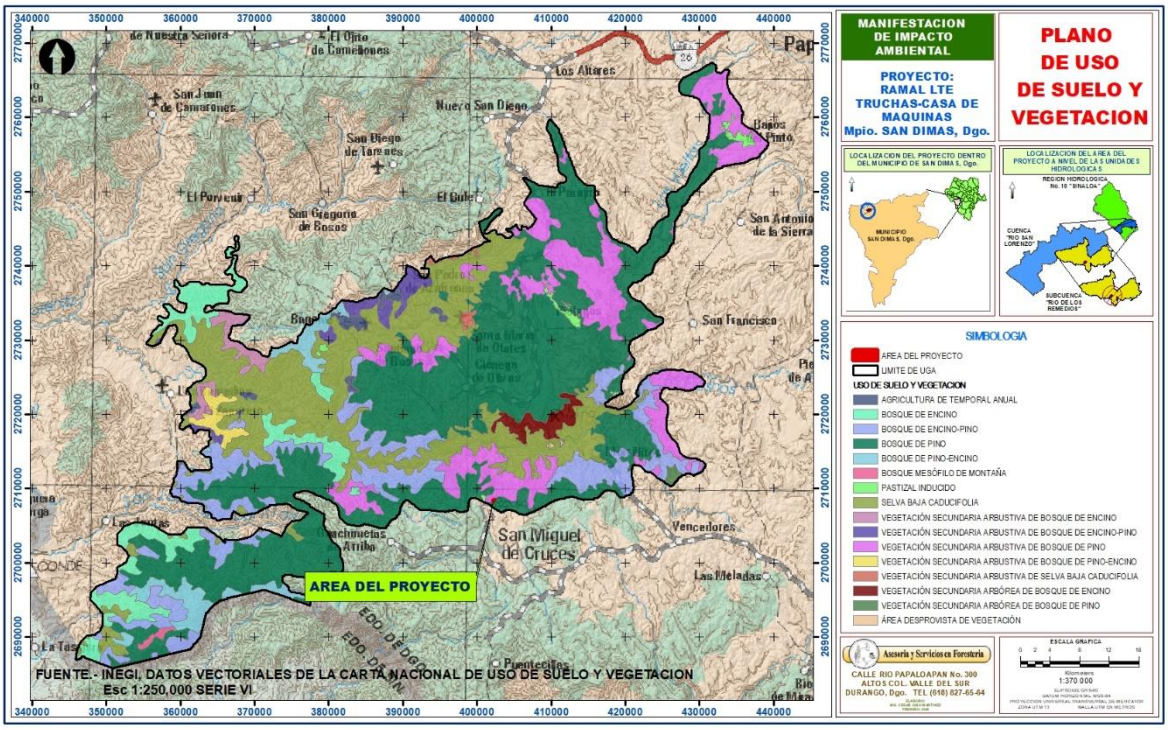


Ilustración 16 Tipos de vegetación existentes en la superficie del Proyecto y en su SA.

Una vez realizado el muestreo de vegetación, se ratificaron los tipos de vegetación presentes en el área del proyecto y el SA dando como resultado los siguientes:

Bosque de pino. Es una comunidad siempre verde constituida por árboles del género Pinus, 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. Las especies más comunes son pino chino (Pinus leiophylla), pino (P. hartwegi), ocote blanco (P. montezumae), pino lacio (P. pseudostrobus), pino (P. rudis), pino escobetón (P. michoacana), pino chino (P. teocote), ocote trompillo (P. oocarpa), pino

ayacahuite (P. ayacahuite), pino (P. pringlel), P duranguensis, P. chihuahuana, P. engelmannii, P. lawsoni, P. oaxacana, entre otros.

Bosque mixto (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 (Pinus spp.) y encino (Quercus spp); dependiendo del dominio de uno y otro, se le denomina pino-encino si predominan las coníferas y es llamado encino-pino si dominan los encinares. La transición del bosque de encino al de pino esta determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal. Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de ditribución. Algunas de las especies mas comunes son pino chino (Pinus leiophylla), pino (P. hartwegii), ocote blanco (P. montezumae), pino lacio (P. psedoustrobus), pino (P. rudis), pino escobetón (P michoacana), pino chino (P. teocate) ocote trompillo (P. aacarpa), pino ayacahuite (P. ayacahuite), pino (P. pringlel), P. duranguensis, P. chihuahuana, P engelmannii, P lawsani, P. oaxacana, encino laurelillo (Ouercus laurina), encino (Q. magnaliifalia), encino blanco (Q. candicans), roble (Q. crassifalia), encino quebracho (Q. rugosa), encino tesmilillo (Q. crassipes) , encino cucharo (Q. urbanil), charrasquillo (Q. microphylla), encino colorado (Q. castanea), encino prieto (Q. laeta), laurelillo (Q. mexicana), Q. glaucaides, y Q. scytaphylla.

Bosque de encino. Comunidad vegetal formada por diferentes especies aproximadamente (más de 200 especies) de encinos o robles del género Ouercus; estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, pueden alcanzar desde los 4 hasta los 30 m de altura más o menos abiertos o muy densos; se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas desde casi el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud, salvo en las condiciones más áridas, y se les puede encontrar en casi todo el país. En general este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos difíciles de cartografiar dependiendo de la escala que se esté trabajando; con respecto a las características de distribución, tanto de encinos como de pinos, son muy similares. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (Quercus laurina), encino nopis (Q. magnoliifolia), encino blanco (Q. candicans),

roble (Q. crassifolia), encino quebracho (Q. rugosa), encino tesmilillo (Q. crassipes), encino cuchara (Q. urbanil), charrasquillo (Q. microphylla), encino colorado (Q. castanea), encino

prieto (Q. laeta), laurelillo (Q. mexicana), Q. glaucoides, Q. scytophylla y en zonas tropicales Quercus oleoides.

Bosque de Táscate (BJ). Son bosques formados por árboles escuamifolios (hojas en forma de escama) del género Juniperus a los que se les conoce como táscate, enebro o cedro, con una altura promedio de 8 a 15 m de regiones subcálidas templadas y semifrías, siempre en contacto con los bosques de encino, pino- encino, selva baja caducifolia y matorrales de zonas áridas. Las especies más comunes y de mayor distribución son Juniperus flaccida, J. deppeana, J. monosperma y algunas especies del género Quercus y Pinus.

Estas comunidades por lo regular se encuentran abiertas como consecuencia de las actividades forestales, agrícolas y pecuarias principalmente en el norte del país.

Pastizal inducido. Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar. Aun haciendo abstracción de los pastos cultivados, pueden reconocerse muchas áreas cubiertas por el pastizal inducido, que sin duda alguna sostenían otro tipo de vegetación antes de la intervención del hombre y de sus animales domésticos.

Como ya se señaló con anterioridad, los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio,

ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal. De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de Pinus y de Quercus, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2,800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares al Pastizal de Alta Montaña, formado por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros Festuca, Muhlenbergia, Stipa y Calamagrostis son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de Muhlenbergia macroura. Por debajo de los 3,000 m de altitud, los pastizales inducidos derivados de los Bosques de Quercus y Pinus, son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios. Muchas veces son análogos en su aspecto a los pastizales clímax de las regiones semiáridas, pudiendo variar de bajos a bastante altos, a menudo en función del clima. Entre los géneros a que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: Andropogon, Aristida, Bouteloua, Bromus, Oeschampsia, Hilaria, Muhlenbergia, Stipa, Trachypogon y Trisetum. Menos frecuentes o quizá fáciles de identificar parecen ser los pastizales originados a expensas de Matorrales Xerófilos y aun de otros pastizales. Del Valle de México se describen comunidades de este tipo, que en general son bajas y muchas veces abiertas a menudo incluyen un gran número de gramíneas anuales. Los géneros Buchloe, Erioneuron, Aristida, Lycurus y Bouteloua contienen con frecuencia las especies dominantes. Otro grupo de pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la Selva baja caducifolia, sobre todo en la vertiente pacífica, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbácea no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los prinéipales factores de su existencia.

Pastizal natural. Es considerado principalmente como un producto natural de la interacción del clima, suelo y biota de una región. Es una comunidad dominada por especies de

gramíneas, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etc. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y la zona de bosques; en sus límites con los bosques de encino forma una comunidad denominada Bosque Bajo y Abierto por la apariencia de los primeros árboles de los Encinares de las partes elevadas propiamente dichos. La extensa zona de pastizales naturales penetra en el territorio mexicano en forma de una angosta cuña que corre sobre el Altiplano a lo largo de la base de la Sierra Madre Occidental desde el noroeste de Chihuahua hasta el noreste de Jalisco y zonas vecinas de Guanajuato e incluye también el extremo noreste de Sonora. Esta franja continua consiste de comunidades vegetales dominadas por gramíneas que constituyen clímax climático y representa en México la zona más importante de pastizales naturales. Como la mayoría de los pastizales del mundo, esta franja ocupa una porción de transición entre los Bosques por un lado y los Matorrales Xerófilos por el otro. El pastizal natural se desarrolla de preferencia en suelos medianamente profundos de mesetas, fondos de valles y laderas poco inclinadas, casi siempre de naturaleza ígnea, en altitudes entre 1,100 y 2,500 m, aunque en Sonora pueden descender hasta los 450 m. Las temperaturas medias anuales varían en la mayor parte de su extensión de 12 a 20ºC. Las fluctuaciones estacionales y diurnas son relativamente pronunciadas, todos los años hay heladas y en las partes altas de Chihuahua y Sonora ocurren nevadas con cierta frecuencia. La precipitación media anual es del orden de los 300 a 600 mm, con 6 a 9 meses secos y la humedad atmosférica se mantiene baja durante la mayor parte del año. Este tipo de clima corresponde, sobre todo, a la categoría BS de la clasificación de Köppen, aunque las más secas pertenecen, al parecer, a la categoría BW. Los suelos propios de estos pastizales son en general de reacción cercana a la neutralidad (pH 6 a 8), con textura que varía de migajón arcilloso a migajón arenoso y coloración rojiza a café, frecuentemente con un horizonte de concentración calimosa o ferruginosa más o menos continua. Por lo común son suelos fértiles y medianamente ricos en materia orgánica. Se erosionan con facilidad cuando se encuentran en declive y carecen de suficiente protección por parte de la vegetación. Los pastizales en cuestión son generalmente de altura media, de 20 a 70 cm, aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre más abajo. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad sólo reverdece en la época más húmeda. La

cobertura varía notoriamente de un lugar a otro y mucho tiene que ver con la utilización del pastizal, pero rara vez supera el 80% y frecuentemente es menor de 50 por ciento. Su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, incluyendo a veces algas, hay un solo estrato herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies de otras familias. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes, cuando existen, sólo juegan un papel secundario por el disturbio, y a veces forman uno a dos estratos. Las trepadoras son escasas y las epífitas de tipo xerófilo sólo se presentan en ocasiones sobre las ramas de arbustos y árboles aislados.

Bosque de Encino-Pino (BQP)

Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país, concentrándose la mayor parte en: Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur y en menor proporción Sierra Madre Oriental, Cordillera Centroamericana, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Norte, Mesa del Centro y Península de Baja California.

Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28°C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2 500mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 2 800m.

La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. El sustrato donde se desarrolla esta comunidad es de origen ígneo como tobas y riolitas y sedimentarias como las calizas principalmente, se establecen en suelos como leptosoles, luvisoles, regosoles, phaeozem y en menor proporción los durisoles y umbrisoles.

Estas comunidades están conformadas por encinos (Quercus spp.), y en proporción algo menor de pinos (Pinus spp.). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino. Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el

encino con una altura de 8 a 35m. Son árboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año.

Las especies más representativas en estas comunidades son encino laurelillo (Quercus laurina), encino nopis (Q. magnoliifolia), encino blanco (Q. candicans), roble (Q. crassifolia), encino quebracho (Q. rugosa), encino tesmolillo (Q. crassipes), encino cucharo (Q. urbanii), Charrasquillo (Q. microphylla), encino colorado (Q. castanea), encino prieto (Q. laeta), laurelillo (Q. mexicana), Q. glaucoides, Q. scytophylla, pino chino (Pinus leiophylla), ocote blanco (P. montezumae), pino lacio (P. pseudostrobus), pino (P. rudis), pino escobetón (P. devoniana (P. michoacana)), pino chino (P. teocote), ocote trompillo (P. oocarpa), pino ayacahuite (P. ayacahuite), pino (P. pringlei), P. duranguensis, P. chihuahuana, P. engelmanni, P. lawsonii, y P. oaxacana.

Selva Baja Caducifolia (SBC):

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa.

Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900m, rara vez hasta 2 000m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacifico.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10m (eventualmente hasta 15m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave, Opuntia, Stenocereus y Cephalocereus*. En este tipo de selva son comunes: *Bursera simaruba (chaka, palo mulato); Bursera sp. (cuajiote, papelillo, copal, chupandia); Lysiloma sp. (tsalam, tepeguaje); Jacaratia mexicana (bonete); Ceiba sp.*

(yaaxche, pochote); Bromelia penguin (chom); Pithecellobium keyense (chukum); Ipomoea sp. (cazahuate); Pseudobombax sp. (amapola, clavellina); Cordia sp. (ciricote, cuéramo); Havardia acatlensis (barbas de chivo); Amphipterygium adstringens (cuachalalá); Leucaena leucocephala (waxim, guaje); Erythrina sp. (colorín), Lysiloma divaricatum, Ocotea tampicensis, Acacia coulteri, Beaucarnea inermis, Lysiloma acapulcense, Zuelania guidonia, Pseudophoenix sargentii (kuká), Beaucarnea pliabilis, Guaiacum sancturm, Plumeria obtusa, Caesalpinia vesicaria, Ceiba aesculifolia, Diospyros cuneata, Hampea trilobata, Maclura tinctoria, Metopium brownei, Parmenteria aculeata, Piscidia piscipula, Alvaradoa amorphoides (camarón o plumajillo), Heliocarpus terebinthinaceus (namo), Fraxinus purpusii (aciquité o saucillo), Lysiloma acapulcense (tepeguaje), Haematoxylum campechianum, Ceiba acuminata (mosmot o lanita), Cochlospermum vitifolium, Pistacia mexicana (achín), Bursera bipinnata (copalillo), Sideroxylon celastrinum (rompezapote), Gyrocarpus jatrophifolius (tincui, San Felipe), Swietenia humilis (caoba), Bucida machrostachya (cacho de toro), Euphorbia pseudofulva (cojambomó de montaña), Lonchocarpus longipedicellatus, Hauya microcerata (yoá), Colubrina arborescens (cascarillo) Lonchocarpus minimiflorus (ashicana), Ficus aurea (higo), Gymnopodium floribundum (aguana), Leucanea collinsii (guaje), Leucanea esculenta (guaje blanco), Lysiloma microphyllum, Jatropha cinerea, Cyrtocarpa edulis, Bursera laxiflora, Lysiloma candidum, Cercidium peninsulare, Leucaena lanceolata, Senna atomaria, Prosopis palmeri, Esenbeckia flava, Sebastiania bilocularis, Bursera microphylla, Plumeria rubra, Bursera odorata, Bursera excelsa var. Favonialis (copal), Bursera fagaroides var. elongata y Bursera fagaroides var. purpusii, Comocladia engleriana, Cyrtorcarpa procera, Lonchocarpus eriocarinalis, Pseudosmodingium perniciosum, Spondias purpurea, Trichilia americana, Bursera longipes, B. morelensis, B. fagaroides, B. lancifolia, B. copallifera, B. vejarvazquesii, B. submoniliformis, B. bipinnata, B. bicolor, Ceiba aesculifolia subsp. parvifolia, Ipomoea murucoides, Merremia aegyptia, I. wolcottiana, I. arborescens, Brahea dulcis (palma de sombrero), Thevetia ovata, Indigofera platycarpa, Calliandra grandiflora, Celtis iguanaea, Diphysa floribunda, Bonelllia macrocarpa, Malpighia mexicana Pseudobombax ellipticum, Crateva palmeri. C. tapia, Guazuma ulmifolia, Cordia dentata, Parkinsonia florida, Acacia farnesiana, Prosopis laevigata, Licania arborea, Prosopis juliflora, Pithecellobium dulce, Zygia conzattii, Achatocarpus nigricans (limoncillo), Coccoloba caracasana (papaturro), C.

floribundia (carnero), Randia armata (crucecita), Rauvolfia tetraphylla (coralillo), Trichilia hirta, T. trifolia (mapahuite); además, de cactáceas como Pereskia lychnidiflora, Pachycereus sp. (cardón); Stenocereus sp., Cephalocereus spp, Pilosocereus gaumeri, Stenocereus griseus, Acanthocereus tetragonus, Pachycereus pecten-aboriginum y Pterocereus gaumeri. Los bejucos son abundantes y las plantas epífitas se reducen principalmente a pequeñas bromeliáceas como Tillandsia sp., cactáceas y algunas orquídeas. Es una de las selvas de mayor distribución en México, cubre grandes extensiones desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas en la vertiente del Pacifico. Hasta la altura del estado de Sinaloa esta comunidad se restringe a la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental sin penetrar a la planicie costera. Más al sur se extiende desde el litoral hasta las serranías próximas con penetraciones a lo largo de algunos ríos como el Balsas y sus afluentes (Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla). En el istmo de Tehuantepec la selva traspasa el parteaguas y ocupa una gran parte de la depresión central de Chiapas. La península de Baja California en su parte sur presenta un área aislada que se localiza en las partes inferiores y medias de las sierras de La Laguna. En la vertiente del golfo esta selva se localiza en tres áreas Sur del estado de Tamaulipas, sureste del estado de San Luis Potosí y extremo norte de Veracruz y noreste de Querétaro. En el centro de Veracruz en un área situada entre Nautla, Alvarado, Jalapa y Tierra Blanca pero sin abarcar estas localidades pero si las inmediaciones de puerto de Veracruz. En la parte norte de la península de Yucatán ocupando la mayor parte del estado de Yucatán y una parte de estado de Campeche.

Caracterización de la vegetación en el SA.

Metodología del muestreo.

En la planeación de la metodología para el registro de información, se consideró obtener una representatividad de biodiversidad de los elementos de la vegetación, considerando los ecosistemas presentes en el SA; apoyándose en imágenes satelitales de la zona y realizando recorridos previos, se identificaron los tipos de vegetación, distribuyéndose el SA.

Considerando estos elementos y dado que la superficie a impactar es de 1,260 m^2, a fin de localizar el total de las especies a afectar, se determinó realizar en el SA un muestreo selectivo para el estrato arbóreo, arbustivo y suculentas, así como para el estrato herbáceo, con un total de 2 sitios de 1000 m^2 para el estrato arbóreo de el SA, para los estratos arbustivo y suculentas se tomaron asimismo datos en 4 sitios de 100 m^2, mientras para el estrato herbáceo se tomaron cuatro sitios de 1 m^2; con esta información se estimó en forma cuantitativa y cualitativa la vegetación, teniendo como principal objetivo definir los tipos de vegetación que existen en la zona, su distribución y la composición a nivel género/especie de los mismos a fin de realizar los análisis de biodiversidad (IVI, SHANNON). Para lo cual se registró la información de la vegetación comprendida dentro del radio del sitio una vez ubicado este en el SA con ayuda del GPS, enseguida se delimitó el área a trabajar en el sitio correspondiente, con un radio de 17.84 m (1000 m^2) para el estrato arbóreo; cuatro sitios (dos de ellos fuera de la superficie del sitio de 1000 m^2) de 5.64 m, de radio, para cubrir un área de 100 m^2 para los estratos arbustivos y suculentas, así como cuatro sitios con dimensiones de 1 x 1 m para las herbáceas; una vez hecho esto se procede a registrar en primer lugar la información de la vegetación presente comenzando siempre con el árbol elegido como centro y que consiste en registrar las diferentes variables de cada individuo, como son: especie, diámetro, altura y cobertura de copa; para continuar con la toma de la información del árbol que se encuentre más cercano al Norte magnético y a la vez al centro del sitio y así sucesivamente y en sentido de las manecillas del reloj hasta llegar al punto de inicio teniendo especial cuidado en no registrar dos veces un mismo individuo.

Para la evaluación de hierbas y pastos dada la inviabilidad de contar el total de individuos , se tomó información en subsitios de 1 m^2, para lo cual se ubica el centro de este subsitios a 1 m de distancia con rumbo Norte del punto o árbol central del sitio de 1000 m^2 o 100 m^2 según sea el caso y a partir de ahí se delimita una superficie de 1x1 m, que es donde se muestrea la vegetación comprendida dentro de este perímetro, esto en base a lo dispuesto en el "Manual y procedimientos para el muestreo de campo" del inventario Nacional Forestal.

En el subsitio de 1m^2, se midieron y consignaron las plantas herbáceas y dado que la vegetación evaluada en este subsitio es la más frágil y puede verse afectada por el pisoteo al estar levantando los datos del apartado correspondiente, se recomienda que los datos de estos sitios sean los tomados en primer lugar y con el debido cuidado de no remover o alterar la superficie evaluada.

Diseño del muestreo. Muestreo selectivo

La ubicación de los sitios de muestreo se realiza según el criterio del examinador, el cual pretende que la muestra sea representativa, al elegir los sitios en los que se debe de tomar la información (Chávez, 2007). Tiene la ventaja de disminuir tiempos y costos en el levantamiento de la muestra.

Sin embargo es poco recomendable ya que presenta como inconveniente principal que los resultados dependen en gran medida de la habilidad, experiencia y conocimiento del área por parte del examinador, lo cual hace difícil evaluar los resultados, además que el uso de técnicas estadísticas pierde su sentido (Chávez, 2007).

Un error muy común cuando se usa este sistema es el buscar captar todas las condiciones existentes olvidándose de la proporción en que se encuentran, sin embargo se realizó de esta forma con el fin de localizar la totalidad de las especies que se puedan ver afectadas en el proyecto y estar en condiciones de demostrar su representatividad en el SA.

Para la determinación de la intensidad de muestreo, en el área de estudio se realizó un análisis general de la variabilidad, constancia y superficie de las comunidades vegetales presentes en la zona del proyecto, así como de las características dasometricas del arbolado.

En el SA se realizó muestreo selectivo con un total de 2 sitios de 1000 m^2 para las especies arbóreas, cuatro de 100 m^2 para las arbustivas y suculentas, dos de ellos fuera de la superficie de 1000 m^2 y cuatro subsitios de 1 m^2 para las especies herbáceas.

Tamaño de muestra

A la parte proporcional del tamaño de muestra que le corresponde respecto al total de la población se le llama intensidad de muestreo. Ejemplo: si se tiene una población de 200,000 ha y se desea muestrear solamente 1,000 ha se estará aplicando una intensidad de muestreo del 0.5%.

Formula:

$$I.M = \frac{n}{N} X100$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

N = Superficie total de la población

I.M. = Intensidad de muestreo en porciento

(Lara, 1993).

En el SA los datos son:

Datos:

n = 0.22 ha.

N = 18,529.9517 ha.

Formula:

$$I.M = \frac{n}{N} X100$$

Sustitución de valores:

$$I.M-=\frac{0.22}{18529.9517}X100=0.001187\%$$

Número de sitios

Una consideración importante en el inventario es el tamaño de la muestra o intensidad de muestreo y esta puede decidirse de dos maneras: la primera consiste en calcular el número de sitios necesarios para un error de muestreo predeterminado; **la segunda; como es el caso del presente estudio, es fijar una determinada intensidad de muestreo o número de sitios de muestreo, antes de iniciar los trabajos de campo, por lo que se decidió la ubicación de dos sitios con superficie de 1000 m^2** (Chávez,2007).

Intensidad de muestreo

Carrillo (2008), señala que de acuerdo con experiencias, son aceptables intensidades que van del 1 al 10%, siendo la más notable en el rango del 2-4% y para el caso del presente estudio el tamaño de muestra levantada corresponde a 0.22 ha, la cual referida a la superficie total de la SA 18,529.9517 ha, nos arroja una intensidad de muestreo del 0.001187%.

Análisis de curvas de acumulación de especies

El método utilizado para determinar que los sitios de muestreo levantados en el SA fueron suficientes para demostrar que se logró representar el total de especies, se basa en el estimador No paramétrico Chao2 mediante acumulación de especies y sus respectivas curvas; los que arrojaron los resultados que corroboran que se realizó un esfuerzo de muestreo completo obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

Para el caso específico del **estrato arbóreo** no se realizó este calculo debido a que solo se levantaron dos sitios cuya finalidad fue localizar la totalidad de especies por afectar, lo cual se puede comprobar con la información registrada en estos.

Listados de flora presente en el SA, conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y su distribución.

Especie	Nombre común	Distribución	Categoría
Estrato Arbóreo			
Acacia pennatula	Tepame		

Especie	Nombre común	Distribución	Categoría
Prunus serotina	Capulín		
Erythrina coralloides	Colorín	No endémica	A
Sapindus saponaria	Jaboncillo		
Comarostaphylis polifolia	Macuate		
Arbutus xalapensis	Madroño		
Conzattia multiflora	Navío		
Ipomoea arborescens	Palo Blanco		
Bocconia arborea	Palo diablo		
Ceiba aesculifolia	Pochote		
Quercus candicans	Encino ancho		
Quercus castanea	Capulincillo		
Quercus laurina	Encino laurelillo		
Quercus tuberculata	Encino		
Quercus resinosa	Encino amarillo		
Pinus tenuifolia	Pinus tenuifolia		
Bursera bipinnata	Torote		
Estrato Arbustivo			
Piqueria trinervia	Vara blanca		
Baccharis salicifolia	Jarilla		
Calliandra calothyrsus	Pelo de ángel		
Cordia curassavica	Vara prieta		
Montanoa grandiflora	Tacote		
Estrato Suculentas			
Mammillaria standleyi	Biznaga chilitos		
Agave inaecudens	Maguey		
Estrato Herbáceo			
Árnica montana	Árnica		
Lobelia cardinalis	Cardenal		
Adiantum capillus-veneris	Culantrillo		
Loeselia mexicana	Espinosilla		
Conyza coronopifolia	Gordolobo		
Achillea millefolium	Milenrama		
Sporobolus indicus	Pasto liendrilla		
Aegopogon cenchroides	Pasto pajon		
Roldana sessilifolia	Peyote		
Amaranthus hybridus	Quelite		

Especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el SA solo se registró a *Erythrina coralloides* como especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo esta no se verá afectada con la implementación del proyecto.

Especie	Nombre común	Distribución	Categoría
Estrato Arbóreo			
Erythrina coralloides	Colorín	No endémica	A

Estado de conservación y degradación de la vegetación y los factores que lo originan.

La vegetación existente en el SA de acuerdo con sus características pertenece a Bosque de encino-pino y elementos de selva baja caducifolia, donde los árboles varían en alturas de 4 a 15 metros en las especies de bosque de encino y en selva baja caducifolia; hasta alturas de 20 mts en el género *Pinus*. La mayoría de las especies de selva baja caducifolia pierden sus hojas en algún periodo del año, en ambos tipos de ecosistema la vegetación se agrupa en manchones que varían su densidad de acuerdo a la exposición del terreno y la topografía localizándose mayor densidad en las partes húmedas.

Se puede afirmar que los tipos de vegetación que se presenta en las áreas objeto de estudio son irregulares mayormente en lo que respecta a la zona de selva baja caducifolia, aunque esta no se localiza en la zona que se verá afectada por el proyecto; observando en ambos ecosistemas "parches" o grupos de especies arbóreas y arbustivas características de este tipo de ecosistemas en la zona y dado que no existen factores graves de disturbio se puede afirmar que la tendencia es que las especies que lo habitan sigan presentes ya que como se mencionó anteriormente, la implementación del proyecto no atenta contra la biodiversidad de la zona, ni pone en peligro ninguna especie.

Características de la Masa Forestal.

La vegetación presente en la zona de selva baja caducifolia, se caracteriza por presentar densidades medias sin un piso herbáceo definido, cuya caracterización se realiza en base a las alturas medias del arbolado que la conforman y caducidad del follaje; cuya característica es que las ramas de los individuos en ocasiones se tocan, pero no penetran en las copas de otro, es decir, en la proyección horizontal está superficie está medianamente cubierta en el sitio (más de 50%), esto debido a la cantidad de individuos de las diferentes especies que se presentan dentro de la mezcla vegetativa.

Algo similar ocurre en el bosque de encino-pino, en que las ramas de los individuos pertenecientes al género *Quercus* se tocan siendo mínima la penetración en la copa de los otros individuos, sin embargo los individuos del genero *Pinus* sobrepasan en altura a las demás especies presentes por lo que estas no se tocan pero si favorecen que exista una cobertura alta.

Analizando cada uno de los tipos de vegetación, así como la evaluación de daños y los monitoreos de especies de flora registradas en el inventario, se determinó que no se afectará ninguna especie con categoría de riesgo o estatus de conservación de acuerdo con el catálogo de la NOM-059-SEMARNAT-2010*;* dado que en esta zona no se removerá la vegetación, esto nos da la pauta para determinar que no se ponen en riego especies vegetales de sumo interés biológico y ecológico.

La Diversidad se determina por la variedad de especies presentes en una zona determinada, para el caso particular en cada una de las zonas estudiadas se aprecia un número considerable de especies propias de estos estratos y que un indicador de la salud de una zona determinada.

En lo que respecta a las especies de flora, se cuenta con una diversidad de especies en todas sus etapas de desarrollo, lo que es un indicador de que estas están en un proceso natural que regula y garantiza su persistencia en cada una de las zonas identificadas.

La vegetación de la zona está compuesta por Bosque de encino-pino y Selva baja caducifolia, heterogéneos de segundo crecimiento, que presentan distintas fases de desarrollo del arbolado, con presencia de especies de valor forestal y comercial en diferentes densidades.

Lara R., M.E., 1993. Medición Forestal, Guía técnica No 4, SARH, Morelia Michoacán, México.

SARH-SF, 1982. Normas mínimas de calidad para la presentación de estudios dasonómicos con el MDS.

Caracterización de la vegetación en el AP.

En la planeación para el registro de información, se consideró obtener una representatividad de biodiversidad de los elementos de la vegetación, considerando la superficie del proyecto, distribución de las obras, los ecosistemas que involucran el **CUSTF** y el SA; apoyándose en imágenes satelitales de la zona que comprende las obras contempladas que se localizan discontinuas y realizando recorridos previos, se identificaron los tipos de vegetación, distribuyéndose en las áreas a impactar y que no mantienen una continuidad, Considerando estos elementos, se determinó realizar censo o conteo total para el área de impacto en los cuales se registró la información de los estratos arbóreo , mientras que para los estratos arbustivo y suculentas se tomaron sitios circulares con radio de 5.64 m y para el estrato herbáceo se tomó la información en sitios cuadrados con dimensiones de 1 x 1 m; con esta información se estimó en forma cuantitativa y cualitativa la vegetación, teniendo como principal objetivo definir los tipos de vegetación que existen en el predio, su distribución y la composición a nivel género/especie de los mismos.

- Diseño e intensidad de muestreo utilizado

Muestreo selectivo

Dada la escasa superficie que se pretende afectar con el proyecto se realizó de esta forma con el fin de caracterizar las especies que se puedan ver afectadas en el proyecto, tomando en consideración que es pretensión del promovente afectar lo menos posible la vegetación y en general solo se realizara podas en aquellos individuos que en un momento dado pudieran interferir en el tendido del cableado.

En la zona de proyecto se realizó conteo total para las especies arbóreas, además de muestreo selectivo con un total de cuatro sitios de 100 m^2 para las especies arbustivas y suculentas, y cuatro subsitios de 1 m^2 para las especies herbáceas.

Para el estrato arbóreo del área del proyecto no se realizó algún diseño de muestreo en particular, ya que la evaluación de este estrato se realizó mediante conteo total; sin embargo para los estratos arbustivos, suculentas y estrato herbáceo se optó por muestreo selectivo dada la escasa superficie del proyecto y ante la imposibilidad de contar cada una de las plantas.

Tamaño de muestra

A la parte proporcional del tamaño de muestra que le corresponde respecto al total de la población se le llama intensidad de muestreo. Ejemplo: si se tiene una población de 200,000 ha y se desea muestrear solamente 1,000 ha se estará aplicando una intensidad de muestreo del 0.5%.

Formula:

$$I.M = \frac{n}{N} X100$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

N = Superficie total de la población

I.M. = Intensidad de muestreo en porciento

(Lara, 1993).

En el área de CUSTF los datos son:

Datos:

n = 0.04 ha.

N = 0.1260 ha.

Sustitución de valores:

$$I.M.=\frac{0.04}{0.1260}X100=31.74\ \%$$

Número de sitios de muestreo y su distribución, en función de las características que presente cada polígono o polígonos de afectación directa.

Una consideración importante en el inventario es el tamaño de la muestra o intensidad de muestreo y esta puede decidirse de dos maneras: la primera consiste en calcular el número de sitios necesarios para un error de muestreo predeterminado; **la segunda; como es el caso del presente estudio,** es fijar una determinada intensidad de muestreo o número de sitios de muestreo, antes de iniciar los trabajos de campo, por lo que se decidió la ubicación de cuatro sitios de 100 m^2 para caracterizar los estratos arbustivos y suculentas y cuatro subsitios de 1 m^2 ya que como se mencionó anteriormente para el estrato arbóreo se realizó censo o conteo total.

Intensidad de muestreo

(Carrillo, 2008) señala que de acuerdo a experiencias son aceptables intensidades que van del 1 al 10%, siendo la más notable en el rango del 2-4% y para el caso del presente estudio el tamaño de muestra levantada corresponde a 0.04 ha, la cual referida a la superficie total del proyecto que son 0.1260 ha, nos arroja una intensidad de muestreo del 31.746%.

Coordenadas de los sitios en el área de influencia (SA)

No progresivo	No Id de sitio	X	Y
1	1	402221	2708307
2	2	403403	2709381
1 arb	3	402221	2708307
2 arb	4	402291	2708333
3 arb	5	402410	2708402
4 arb	6	403407	2709380

Coordenadas que dan forma a los poligonos de CUSTF

No progresivo	Vértice	No polígono	X	Y
1	1	1	402313	2708460
2	2	1	402300	2708448
3	3	1	402291	2708459
4	4	1	402303	2708470
5	1	2	402252	2708402
6	2	2	402199	2708352
7	3	2	402189	2708362
8	4	2	402242	2708412

Coordenadas de los sitios en las áreas de impacto o custf (estratos arbustivo, suculentas y herbáceo)

No progresivo	No Id de sitio	X	Y
1	1	402308	2708465
2	2	402195	2708357
1 arb	3	402300	2708469
2 arb	4	402284	2708465
3 arb	5	402195	2708357
4 arb	6	402206	2708368

Forma de los sitios en el área de CUSTF.

Se recabó información mediante sitios circulares, con radio de 17.84 (1000 m2) para el estrato arbóreo; radio de 5.64 m para cubrir un área de 100 m2 para la vegetación arbustiva y suculentas; mientras que para las herbáceas se levantaron sitios cuadrados con dimensiones de 1 x 1 m dentro del sitio de 100 m2 y **conteo total para las especies arbóreas** que son las que se verán directamente afectadas dadas las necesidades del proyecto en el que se tiene contemplado solo la remoción o poda de una porción del arbolado aquí reportado.

Tamaño de los sitios expresados en m^2

Se determinó implementar censo o conteo total de la vegetación correspondiente al estrato arbóreo, así como 4 sitios con radio de 5.64 m (100 m^2), registrando el estrato arbustivo y suculentas, en el caso de las herbáceas se tomaron cuatro subsitios para el área de CUSTF, mismo que se delimito en 1m^2 a cada uno de los sitios

Variables dasométricas (Diámetro normal, altura total, etc.)

Medición: *Altura total;* sirve para determinar la estructura (estratos, dosel); *altura de fuste limpio*; es necesaria para determinar la distribución de productos, *diámetros*; áreas basales**,** *Altura y diámetros*; volumen.

Lo que se mide: *en hierbas*: altura, cobertura de copa; *arbustos*: altura, diámetro basal, Cobertura de copa (diámetro en la copa); *árboles*: diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro de copa, alturas.

Altura. La altura es uno de los principales parámetros que se miden en una vegetación o una especie. La altura se mide de acuerdo al interés que se tenga y puede ser de forma cualitativa o cuantitativa.

Diámetro. El diámetro normal del fuste de un árbol es uno de los parámetros de mayor uso para estudios de ecología vegetal.

Lo que se cuantifica: número de árboles por especie, número de arbustos, número de hierbas.

Especies localizadas:

Especie	Nombre común	Distribución	Categoría
Estrato Arbóreo			
Quercus laurina	Encino laurelillo		
Quercus resinosa	Encino amarillo		
Arbutus xalapensis	Madroño		
Quercus candicans	Encino ancho		
Comarostaphylis polifolia	Macuate		
Acacia pennatula	Tepame		
Pinus tenuifolia	Pino canis		
Quercus castanea	Capulincillo		
Estrato Arbustivo			
Baccharis salicifolia	Jarilla		
Calliandra calothyrsus	Pelo de ángel		
Cordia curassavica	Vara prieta		
Piqueria trinervia	Vara blanca		
Montanoa grandiflora	Tacote		
Estrato Suculentas			
Agave inaecudens	Maguey		
Estrato Herbáceo			
Lobelia cardinalis	Cardenal		
Conyza coronopifolia	Gordolobo		
Amaranthus hybridus	Quelite		
Roldana sessilifolia	Peyote		
Sporobolus indicus	Liendrilla		
Loeselia mexicana	Espinosilla		
Aegopogon cenchroides	Pasto pajon		

Análisis de biodiversidad.

La superficie del área del proyecto se verá afectada, debido a que se removerá vegetación dentro del área, lo que en un momento dado pudiera traducirse a pérdida de biodiversidad de flora y por ende de fauna que habita en la zona ya que esta acción causa migración

debido a que eliminan las áreas de protección y fuentes de alimentación para determinados grupos de especies, rompiéndose así las cadenas tróficas.

Sin embargo en las áreas aledañas al proyecto existen áreas con características ecológicamente similares y según los estudios realizados para las áreas del proyecto (área de CUSTF) y zonas contiguas (SA) los índices de diversidad (Shannon) , así como de Valor de importancia (IVI) en algunos casos son mayores en las áreas de CUSTF, por lo que el impacto será mínimo. Para mitigar estas acciones se realizará reubicación de especies de fauna de lento desplazamiento como mamíferos y reptiles y se tendrá especial atención en aquellas especies que estén listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estos resultados plantean la importancia de mantener la estructura y composición de la vegetación para la conservación de las especies por lo que se plantean medidas que permitan conservar la densidad y coberturas que presenta la zona propuesta para cambio de uso de suelo.

En algunos casos algunas especies presentan un valor mayor en la zona de CUSTF, sin embargo a fin de equilibrar estos valores se sugieren acciones las cuales permiten conservar la densidad existente en al área que se pretende afectar; dado que salvo en plantaciones (y ni aun en esos casos) es imposible que los valores se correspondan; sin embargo se puede observar que todas las especies registradas se encuentran tanto en las zona propuesta para cambio de uso de suelo como en el SA, aunque en diferente densidad (lo cual es característico en este tipo de vegetación, en la cual como ya se mencionó, se presentan manchones de vegetación así como áreas desprovistas de ella), lo cual se puede explicar dadas las condiciones y abrupto del terreno, la diferencia altitudinal y ser esta una zona llamada de transición, así como la presencia de cercos perimetrales que limitan el pastoreo o presencia de ganado en algunas zonas, lo que propicia que las densidades y número de individuos varíe; sin embargo lo relevante es que todas las especies se encuentran representadas en el SA y aun cuando estas sean afectadas con la implementación del proyecto, seguirán presentes en la zona ya que en los muestreos y transectos realizados se logró observar la presencia de estas especies distribuidas en una superficie y cantidad importante dentro de la SA.

COMPARATIVO INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI) ESTRATO ARBÓREO

Nombre Científico	Valor de Importancia	
	SA	CUSTF
Acacia pennatula	18.56	27.36
Arbutus xalapensis	6.49	7.08
Bocconia arbórea	2.41	
Bursera bipinnata	3.39	
Ceiba aesculifolia	8.60	
Comarostaphylis polifolia	9.63	19.32
Conzattia multiflora	5.06	
Erythrina coralloides	1.01	
Ipomoea arborescens	11.60	
Pinus tenuifolia	26.77	38.62
Prunus serotina	1.67	
Quercus candicans	7.36	10.07
Quercus Castanea	76.22	92.46
Quercus laurina	8.52	1.48
Quercus resinosa	2.22	3.60
Quercus tuberculata	7.56	
Sapindus saponaria	2.96	

COMPARATIVO DENSIDAD Y DOMINANCIA RELATIVA ESTRATO ARBÓREO

Nombre Científico	Densidad Relativa		Dominancia Relativa	
	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Acacia pennatula	12.95	16.19	5.61	11.17
Arbutus xalapensis	5.04	4.76	1.45	2.32
Bocconia arbórea	2.16		0.25	
Bursera bipinnata	2.16		1.23	
Ceiba aesculifolia	4.32		4.28	
Comarostaphylis polifolia	9.35	13.33	0.27	5.99
Conzattia multiflora	2.16		2.90	
Erythrina coralloides	0.72		0.29	
Ipomoea arborescens	6.47		5.12	
Pinus tenuifolia	5.76	6.67	21.02	31.95
Prunus serotina	1.44		0.23	
Quercus candicans	4.32	5.71	3.05	4.35
Quercus Castanea	32.37	51.43	43.85	41.04
Quercus laurina	2.88	0.95	5.64	0.53
Quercus resinosa	2.16	0.95	0.06	2.65
Quercus tuberculata	4.32		3.25	
Sapindus saponaria	1.44		1.52	

Al analizar los componentes del valor de importancia se observa que existen diferencias en los valores de algunas especies, aunque se observa que en las especies que se localizan en ambas zonas los valores son relativamente cercanos y que esto está dado principalmente por la diferencia en la riqueza de especies. Por lo que se puede decir que tanto el arbolado que se presenta en el predio como en el SA poseen características muy semejantes en cuanto a madures y estratos debido a la cobertura que poseen y que solo en el caso de *Quercus castanea y Comarostaphylis polifolia*, del arbolado presente en la zona CUSTF presenta valores altos en cuanto a densidad; sin embargo la diferencia entre el número de individuos en ambas zonas es cercano, salvo en *Pinus tenuifolia*, que aun cuando presenta un mayor número de individuos en el SA, muestra un valor menor de dominancia; esto nos permite afirmar que el ecosistema presente en el SA es más diverso, aun así se propone la incorporación de los siguientes individuos por especie a fin de mantener la estructura y densidad que se presenta en la zona de CUSTF.

Total de especies a establecer en el SA.

Estrato Arbóreo SA			**Estrato Arbóreo CUSTF**		
Nombre científico	**Nombre común**	**No de individuos**	**No de individuos**	**Diferencia**	**Individuos a incorporar**
Acacia pennatula	Tepame	29	17	12	12
Arbutus xalapensis	Madroño	11	5	6	6
Bocconia arbórea	Palo diablo	5		5	
Bursera bipinnata	Torote	5		5	
Ceiba aesculifolia	Pochote	10		10	
Comarostaphylis polifolia	Macuate	21	14	7	7
Conzattia multiflora	Navío	5		5	
Erythrina coralloides	Colorín	2		2	
Ipomoea arborescens	Palo Blanco	14		14	
Pinus tenuifolia	Pinus tenuifolia	13	7	6	6
Prunus serotina	Capulín	3		3	
Quercus candicans	Encino ancho	10	6	4	4
Quercus castanea	Capulincillo	71	54	17	17
Quercus laurina	Encino laurelillo	6	1	5	
Quercus resinosa	Encino amarillo	5	1	4	4
Quercus tuberculata	Encino	10		10	
Sapindus saponaria	Jaboncillo	3		3	
TOTAL		**221**	**105**		**55**

En el Tabla anterior se hace un comparativo del número de individuos observados en ambas zonas y la diferencia que presentan, lo que propicia principalmente que los valores de importancia sean mayores en algunas especies; por lo que se propone la incorporación de las especies y número de individuos observados en el Tabla de tal manera que permitan conservar la densidad y cobertura que presenta la zona.

Estrato Arbóreo		
Nombre científico	**Nombre común**	**Individuos a incorporar**
Acacia pennatula	Tepame	12
Arbutus xalapensis	Madroño	6
Comarostaphylis polifolia	Macuate	7
Pinus tenuifolia	Pinus tenuifolia	6
Quercus candicans	Encino ancho	4
Quercus castanea	Capulincillo	17
Quercus resinosa	Encino amarillo	4
TOTAL		**55**

*Cabe hacer notar que el número de individuos por especie siempre es mayor en el SA.

INDICE DE SHANNON

Índice de Shannon – Wiener: Este índice considera que los individuos de una comunidad se muestran al azar en una población indefinidamente grande. Combina dos componentes de la diversidad: la riqueza de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de individuos de las diferentes especies, dando más relevancia a la abundancia de las especies dentro de la comunidad. El rango de valores es de: 1.5 bajo, 2.27 medio y 3.5 alto (Magurran, 1989).

COMPARATIVO INDICE DE SHANNON DE FLORA ESTRATO ARBÓREO

ESTIMADOR	SA	SA
Riqueza	8	17
H calculada	1.48	2.34
H max = Ln S	2.08	2.83
Equidad j=H´/H max	0.71	0.83
Hmax - H calculada	0.60	0.49
Similitud	0.47	

Los valores del índice de Shannon – Wiener (H´) para las áreas muestran lo siguiente:

El tipo de ecosistema en la zona de CUSTF presenta un índice de diversidad de 1.48, resultando menor que el de el SA que presenta 2.34.

Asimismo, el ecosistema del SA presenta una equidad de 0.83 mientras el área objeto de CUSTF es de 0.71 esto indica que hay mayor riqueza en el ecosistema de la SA que en el área objeto de CUSTF y la distribución de individuos por especie es más homogénea. A partir de los datos obtenidos, se determinó la riqueza específica en dos zonas del SA; encontrándose presentes 17 especies pertenecientes al estrato arbóreo. Por último, la similaridad entre zonas es 47%.

Dado que se realizó censo para el área de CUSTF no se presenta el análisis paramétrico para el estrato arbóreo, sin embargo con base en el Índice de Shannon se puede observar que existen diferencias entre ambas zonas principalmente en la riqueza de especies.

COMPARATIVO INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI) ESTRATO ARBUSTIVO

Nombre científico	Valor de Importancia	
	SA	CUSTF
Baccharis salicifolia	26.47	22.77
Calliandra calothyrsus	27.70	44.27
Cordia curassavica	70.20	53.42
Montanoa grandiflora	151.10	113.44
Piqueria trinervia	24.53	66.09

COMPARATIVO DENSIDAD, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA ESTRATO ARBUSTIVO

Nombre Científico	Densidad Relativa		Frecuencia Relativa		Dominancia Relativa	
	SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Baccharis salicifolia	8.70	6.45	16.67	14.29	1.10	2.04
Calliandra calothyrsus	8.70	12.90	16.67	28.57	2.34	2.79
Cordia curassavica	34.78	16.13	16.67	14.29	18.75	23.00
Montanoa grandiflora	41.30	32.26	33.33	14.29	76.46	66.90
Piqueria trinervia	6.52	32.26	16.67	28.57	1.34	5.26

En la presente tabla del valor de importancia se observa que los valores son cercanos para ambas zonas, y se puede decir que tanto el estrato arbustivo que se presenta en el AP como

en el SA poseen características semejantes en cuanto a madures y estratos debido a la cobertura que poseen y que solo en el caso de *Calliandra calothyrsus y Piqueria trinervia*, del estrato arbustivo en la zona CUSTF presenta valores altos, por lo que se propone la incorporación de las especies y número de individuos que se presentan a continuación.

Total de especies a establecer en el SA.

Estrato Arbustivo SA			**Estrato Arbustivo CUSTF**		
Nombre científico	**Nombre común**	**No de individuos**	**No de individuos**	**Diferencia**	**Individuos a incorporar**
Baccharis salicifolia	Jarilla	13	6	6	0
Calliandra calothyrsus	Pelo de ángel	13	13	0	0
Cordia curassavica	Vara prieta	60	32	28	0
Montanoa grandiflora	Tacote	9	32	-22	0
Piqueria trinervia	Vara blanca	50	16	35	35
TOTAL		145	98		35

En el presente Tabla se hace un comparativo del número de individuos del estrato arbustivo presentes en ambas zonas y la diferencia que presentan, lo que propicia que los valores de importancia varíen en algunas especies; por lo que se propone la incorporación de las especies y número de individuos que se presentan a continuación de tal manera que permitan conservar la densidad y cobertura que presenta la zona propuesta para cambio de uso de suelo.

ESTRATO ARBUSTIVO		
Nombre científico	**Nombre común**	**Individuos a incorporar**
Piqueria trinervia	*Vara blanca*	35
TOTAL		35

COMPARATIVO INDICE DE SHANNON DE FLORA (ESTRATO ARBUSTIVO)

ESTIMADORES	CUSTF	SA
Riqueza	5	5
H calculada	1.47	1.34
H max = Ln S	1.61	1.61
Equidad j=H´/H max	0.91	0.83
Hmax - H calculada	0.14	0.27
Similitud	1.00	

Los valores del índice de Shannon – Wiener (H´) para las áreas muestran lo siguiente:

El ecosistema de CUSTF presenta un índice de diversidad de 1.47, resultando mayor que el de la zona de la SA que es de1.34.

Así mismo, el ecosistema de la SA presenta una equidad de 0.83, mientras el área objeto de CUSTF es de 0.91, esto indica que hay mayor riqueza en el ecosistema del SA que en el área objeto de CUSTF y que la distribución de individuos por especie es menor para el SA.

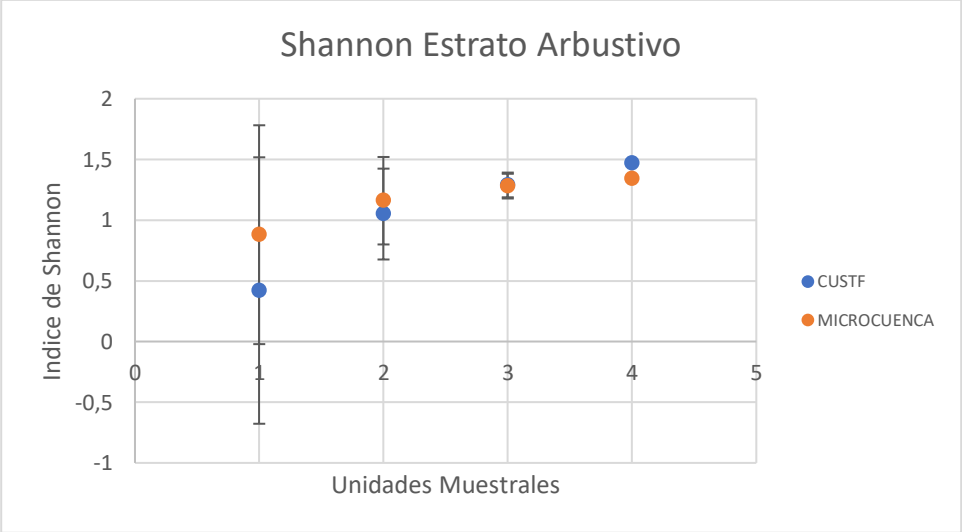
A partir de los datos obtenidos, se determinó la riqueza específica en dos zonas de la cuenca; encontrándose presentes 5 especies.

Asimismo, la similaridad entre zonas es de 100%, debido claramente a la similitud entre la diversidad florística entre ambas comunidades.

COMPARATIVOS RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD PROPORCIONAL

(ÍNDICE DE SHANNON-WIENER) ESTRATO ARBUSTIVO

Samples	Shannon Mean	Ampl 95% IC H'	Samples	Shannon Mean	Ampl 95% IC H'
1	0.42	1.10	1	0.88	0.90
2	1.05	0.37	2	1.16	0.36
3	1.29	0.10	3	1.28	0.10
4	1.47	0.00	4	1.34	0.00



Grafica comparativa Índice de Shannon-Wiener

Tal como se observa en las gráficas, los I.C 95% se solapan en ambas zonas, por lo que se deduce que no existe diferencia significativa entre la zona de CUSTF y el SA del estrato arbustivo y se realizó un adecuado muestreo y que éste representa debidamente la diversidad y composición de las especies que se localizan en las áreas en estudio.

COMPARATIVO INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI) ESTRATO SUCULENTAS

Nombre científico	Valor de Importancia	
	SA	CUSTF
Mammillaria standleyi	86.98	
Agave inaecudens	213.02	300.00

COMPARATIVO DENSIDAD, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA (ESTRATO SUCULENTAS)

Nombre Científico	Densidad Relativa		Frecuencia Relativa		Dominancia Relativa	
	SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Mammillaria standleyi	53.33		33.33		0.31	
Agave inaecudens	46.67	100.00	66.67	100.00	99.69	100.00

En la presente tabla del valor de importancia se observa que los valores difieren en ambas zonas, debido a la presencia de una sola especie en la zona de CUSTF; sin embargo se puede decir que tanto para las suculentas (Agave) que se presentan en el AP como en el SA poseen características semejantes en cuanto a densidad por lo que se propone la incorporación de las especies y número de individuos que se presentan a continuación.

Total de especies a establecer en el SA.

Estrato Suculentas SA			Estrato Suculentas CUSTF		
Nombre científico	Nombre común	No de individuos	No de individuos	Diferencia	Individuos a incorporar
Mammillaria standleyi	Biznaga chilitos	25			0
Agave inaecudens	Maguey	22	6	15.75	16
TOTAL		47	6		16

En lo que respecta a las suculentas se propone la incorporación de las especies y número de individuos que se presentan a continuación de tal manera que permitan conservar la densidad y cobertura que presenta la zona propuesta para cambio de uso de suelo.

ESTRATO SUCULENTAS		
Nombre científico	**Nombre común**	**Individuos a incorporar**
Mammillaria standleyi	Biznaga chilitos	0
Agave inaecudens	Maguey	16
TOTAL		16

COMPARATIVO INDICE DE SHANNON DE FLORA (ESTRATO SUCULENTAS)

ESTIMADORES	CUSTF	SA
Riqueza	1	2
H calculada	0.00	0.69
H max = Ln S	0.00	0.69
Equidad j=H´/H max	0.00	1.00
Hmax - H calculada	0.00	0.00
Similitud	0.50	

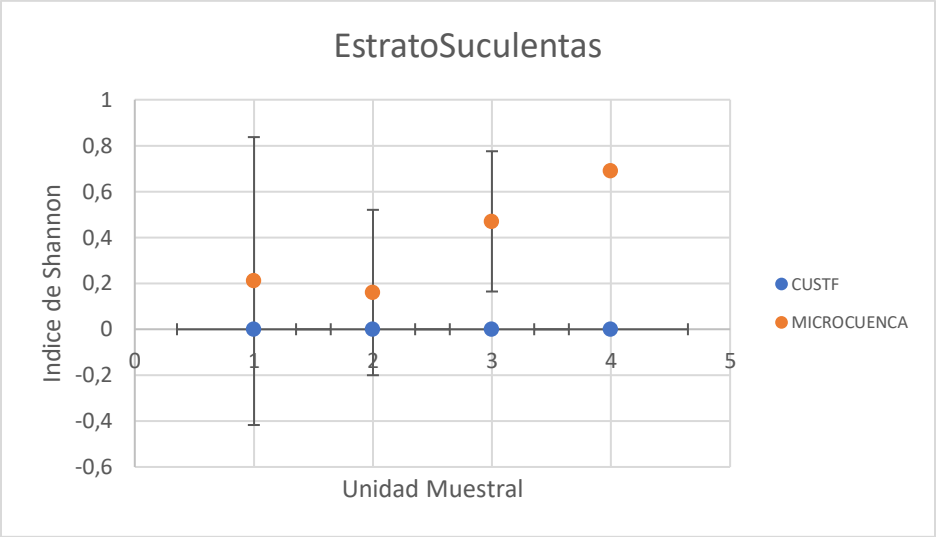
Los valores del índice de Shannon – Wiener (H´) para las áreas muestran lo siguiente:

El ecosistema de CUSTF presenta un índice de diversidad de 0.0, mientras que el de el SA es de 0.69. Así mismo, el ecosistema del SA presenta una equidad de 1.00, mientras el área objeto de CUSTF no presenta valor de equidad puesto que no existe en este estrato, esto indica que hay mayor riqueza en el ecosistema del SA que en el área objeto de CUSTF.

Asimismo, la similaridad entre zonas es de 50%, debido claramente a la similitud entre la diversidad florística entre ambas comunidades.

COMPARATIVOS RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD PROPORCIONAL ESTRATO SUCULENTAS (ÍNDICE DE SHANNON-WIENER)

Samples	Shannon Mean	Ampl 95% IC H'	Samples	Shannon Mean	Ampl 95% IC H'
1	0	0	1	0.21	0.63
2	0	0	2	0.16	0.36
3	0	0	3	0.47	0.31
4	0	0	4	0.69	0



Grafica comparativa Índice de Shannon-Wiener

En la presente grafica se pueden observar porciones de la curva donde los I.C 95% se solapan en ambas zonas, lo cual indica cierta similitud, sin embargo existe un tamaño muestral a partir del cual las zonas difieren en la riqueza de especies; por lo que se deduce que existe diferencia significativa entre la zona de CUSTF y el SA del estrato suculentas , sin embargo se realizó un exhaustivo esfuerzo de muestreo , el cual representa debidamente la diversidad y composición de las especies que se localizan en las áreas en estudio.

COMPARATIVO INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI) ESTRATO HERBACEO

Nombre científico	Valor de Importancia	
	SA	CUSTF
Achillea millefolium	12.40	
Adiantum capillus-veneris	12.40	
Aegopogon cenchroides	57.14	85.21
Amaranthus hybridus	20.36	20.52
Árnica montana	14.30	
Conyza coronopifolia	15.66	20.52
Lobelia cardinalis	22.71	13.39
Loeselia mexicana	26.51	58.82
Roldana sessilifolia	66.83	48.48
Sporobolus indicus	51.69	53.06

En esta tabla del valor de importancia se observa que los valores son mayores en dos de las especies del estrato herbáceo del estrato en la zona CUSTF, (*Aegopogon cenchroides y*

Loeselia mexicana) asimismo se observa una mayor cantidad de especies en el SA por lo que se propone incorporar estas especies principalmente, de tal manera que se logre una uniformidad conservando la densidad y cobertura que presenta la zona propuesta para cambio de uso de suelo.

COMPARATIVO DENSIDAD, FRECUENCIA Y DOMINANCIA RELATIVA (ESTRATO HERBÁCEO)

Nombre Científico	Densidad Relativa		Frecuencia Relativa		Dominancia Relativa	
	SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Achillea millefolium	5.00		5.88		1.52	
Adiantum capillus-veneris	5.00		5.88		1.52	
Aegopogon cenchroides	12.50	15.00	17.65	12.50	26.99	57.71
Amaranthus hybridus	7.50	10.00	5.88	6.25	6.97	4.27
Árnica montana	5.00		5.88		3.42	
Conyza coronopifolia	7.50	10.00	5.88	6.25	2.28	4.27
Lobelia cardinalis	10.00	5.00	5.88	6.25	6.83	2.14
Loeselia mexicana	10.00	15.00	11.76	31.25	4.74	12.57
Roldana sessilifolia	20.00	20.00	11.76	18.75	35.06	9.73
Sporobolus indicus	17.50	25.00	23.53	18.75	10.66	9.31

En el presente Tabla se hace un comparativo del número de individuos del estrato herbáceo presentes en ambas zonas y la diferencia que presentan, lo que propicia que los valores de importancia varíen en algunas especies; por lo que se propone la incorporación de las especies y número de individuos que se presentan a continuación de tal manera que permitan conservar la densidad y cobertura que presenta la zona propuesta para cambio de uso de suelo.

Total de especies a establecer en el SA

Herbáceas SA			Herbáceas CUSTF		
Nombre científico	Nombre común	No de individuos	No de individuos	Diferencia	Individuos a incorporar
Achillea millefolium	Milenrama	630		630	
Adiantum capillus-veneris	Culantrillo	630		630	
Aegopogon cenchroides	Pasto pajon	1,575	945	630	630
Amaranthus hybridus	Quelite	945	630	315	315
Árnica montana	Árnica	630		630	
Conyza coronopifolia	Gordolobo	945	630	315	315
Lobelia cardinalis	Cardenal	1,260	315	945	

Herbáceas SA			Herbáceas CUSTF		
Nombre científico	**Nombre común**	**No de individuos**	**No de individuos**	**Diferencia**	**Individuos a incorporar**
Loeselia mexicana	Espinosilla	1,260	945	315	315
Roldana sessilifolia	Peyote	2,520	1,260	1260	
Sporobolus indicus	Pasto liendrilla	2,205	1,575	630	630
TOTAL		**1,2600**	**6300**		**2205**

En la presente Tabla se hace un comparativo del número de individuos del estrato herbáceo presentes en ambas zonas y la diferencia que presentan, lo que propicia que los valores de importancia varíen en algunas especies; por lo que se propone la incorporación de las especies y número de individuos que se presentan a continuación de tal manera que permitan conservar la densidad y cobertura que presenta la zona propuesta para cambio de uso de suelo.

ESTRATO HERBACEO		
Nombre científico	**Nombre común**	**Individuos a incorporar**
Aegopogon cenchroides	Pasto pajon	630
Amaranthus hybridus	Quelite	315
Conyza coronopifolia	Gordolobo	315
Loeselia mexicana	Espinosilla	315
Sporobolus indicus	Pasto liendrilla	630
TOTAL		2205

En la presente Tabla se muestra la cantidad de individuos estimados a remover en la zona de CUSTF y establecer en el SA, sin embargo, debe notarse que esta incluye las suculentas, las cuales en caso necesario serán reubicadas, dado que el promovente no tiene contemplado la remoción de vegetación de los estratos arbustivos, suculentas y herbáceos puesto que no obstaculizan de ninguna forma la implementación del proyecto, ya que la línea de transmisión contempla el tendido mediante torres de 14 m de altura, por lo que sería muy difícil que estas especies lleguen a estas alturas:

*Cabe hacer notar que el número de individuos por especie siempre es mayor en el SA a excepción de *Montanoa grandiflora* perteneciente al estrato arbustivo, en el que el número de individuos es menor.

COMPARATIVO INDICE DE SHANNON DE FLORA (ESTRATO HERBÁCEO)

ESTIMADOR	CUSTF	SA
Riqueza	7	10
H calculada	1.85	2.19
H max = Ln S	1.39	2.30
Equidad j=H´/H max	0.95	0.95
Hmax - H calculada	0.10	0.12
Similitud	0.70	

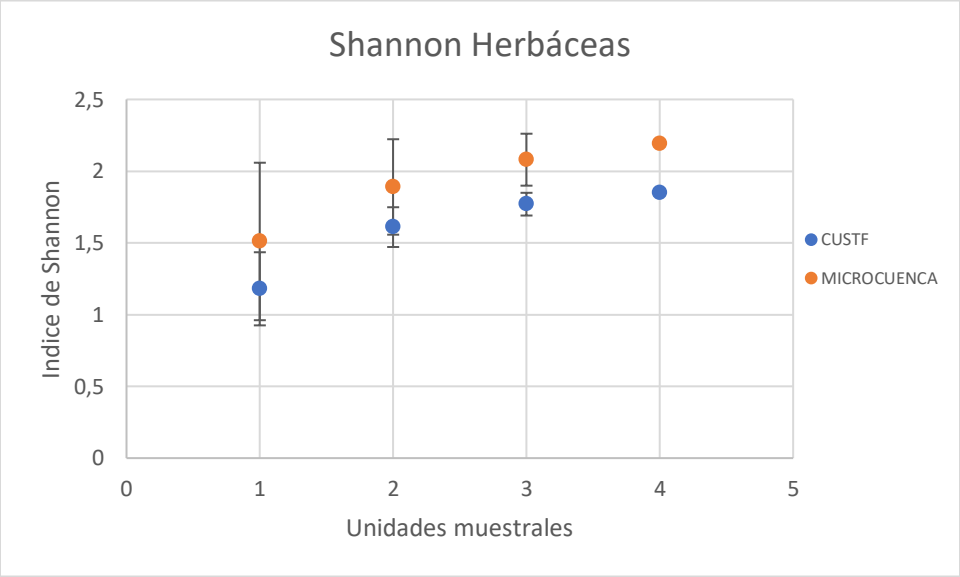
Los valores del índice de Shannon – Wiener (H´) para las áreas muestran lo siguiente:

El ecosistema de CUSTF presenta un índice de diversidad de 1.85, mientras que el SA que es de 2.19. Así mismo, el ecosistema del SA presenta una equidad de 0.95, similar al área objeto de CUSTF, esto indica que hay mayor riqueza en el ecosistema del SA que en el área objeto de CUSTF y que la distribución de individuos por especie es similar para ambas. A partir de los datos obtenidos, se determinó la riqueza específica en dos zonas del SA; encontrándose presentes 10 especies.

Asimismo, la similaridad entre zonas es de 70.0%, debido claramente a la diferencia entre la diversidad florística entre ambas comunidades.

COMPARATIVOS RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD PROPORCIONAL ESTRATO HERBÁCEO (ÍNDICE DE SHANNON-WIENER)

Samples	Shannon Mean	Ampl 95% IC H'	Samples	Shannon Mean	Ampl 95% IC H'
1	1.18	0.25	1.00	1.51	0.55
2	1.61	0.14	2.00	1.89	0.33
3	1.77	0.08	3.00	2.08	0.18
4	1.85	0	4	2.19	0



Tal como se observa en las gráficas, se pueden observar porciones de la curva donde los I.C 95% se solapan en ambas zonas, lo que es un indicativo de que existe un tamaño muestral a partir del cual las zonas difieren en cuanto a la riqueza de especies; por lo que se deduce que existe diferencia significativa entre la zona de CUSTF y el SA del estrato arbóreo aun cuando se realizó un adecuado muestreo y que éste representa debidamente la diversidad y composición de las especies que se localizan en las áreas en estudio.

Número estimado de individuos a producir y establecer en el SA.

Nombre científico	Nombre común	Individuos a incorporar
Estrato Arbóreo		
Acacia pennatula	Tepame	12
Arbutus xalapensis	Madroño	6
Comarostaphylis polifolia	Macuate	7
Pinus tenuifolia	Pinus tenuifolia	6
Quercus candicans	Encino ancho	4
Quercus castanea	Capulincillo	17
Quercus resinosa	Encino amarillo	4
Subtotal		**55**
Estrato Arbustivo		
Piqueria trinervia	Vara blanca	35
Subtotal		**35**
Estrato Suculentas		

Nombre científico	Nombre común	Individuos a incorporar
Agave inaecudens	Maguey	16
Subtotal		**16**
Estrato Herbáceo		
Aegopogon cenchroides	Pasto pajon	630
Amaranthus hybridus	Quelite	315
Conyza coronopifolia	Gordolobo	315
Loeselia mexicana	Espinosilla	315
Sporobolus indicus	Pasto liendrilla	630
Subtotal		2,205
TOTAL		**2,311**

Análisis de diversidad de la vegetación en el área de CUSTF.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ZONA DE CUSTF

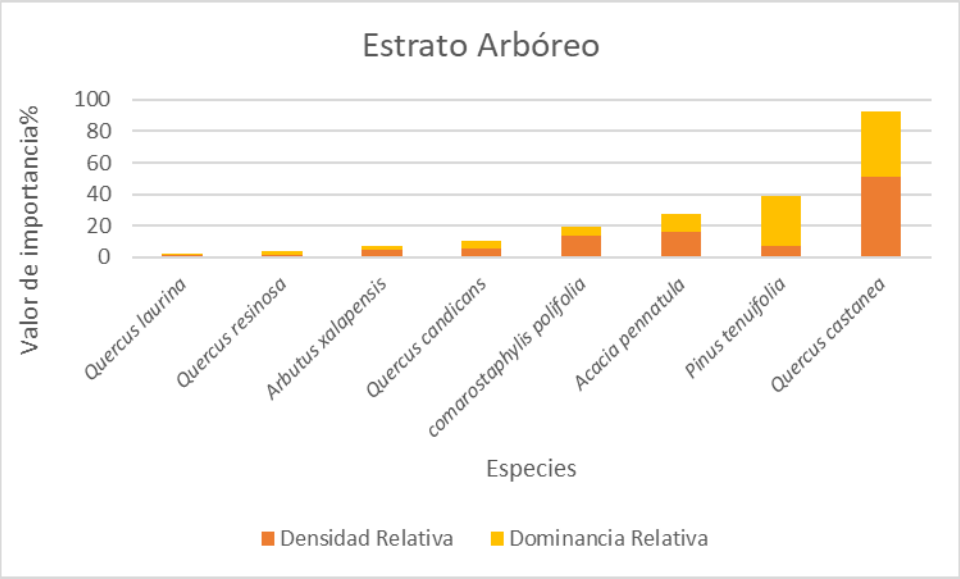
BOSQUE DE ENCINO-PINO (ESTRATO ARBÓREO)

Nombre científico	Nombre común	No de individuos	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia	Valor de Importancia%
Quercus laurina	Encino laurelillo	8	0.95	0.53	1.48	0.74
Quercus resinosa	Encino amarillo	8	0.95	2.65	3.60	1.80
Arbutus xalapensis	Madroño	40	4.76	2.32	7.08	3.54
Quercus candicans	Encino ancho	48	5.71	4.35	10.07	5.03
Comarostaphylis polifolia	Macuate	111	13.33	5.99	19.32	9.66
Acacia pennatula	Tepame	135	16.19	11.17	27.36	13.68
Pinus tenuifolia	Pino canis	56	6.67	31.95	38.62	19.31
Quercus castanea	Capulincillo	429	51.43	41.04	92.46	46.23
TOTAL		833	100.00	100.00	200.00	100.00

La especie más importante en la zona de la CUSTF es *Quercus castanea* con un valor de 92.46 del total del valor de importancia, seguida por *Pinus tenuifolia* y *Acacia pennatula* con un valor de importancia de 38.62 y 27.36; representando estas 46.23%, 19.31% y 13.68% respectivamente del Valor de importancia.

Aunque como se ha mencionado no siempre las especies que tienen un valor alto en alguno de los parámetros para determinar la importancia (Dominancia, Densidad, Frecuencia) en este caso la suma de los parámetros se realizó solo con la densidad y dominancia,

resultando un valor mayor para Quercus castanea considerada como la especie más importante biológicamente.



Grafica que presenta el Valor de Importancia por especie del estrato arbóreo en la zona de CUSTF.

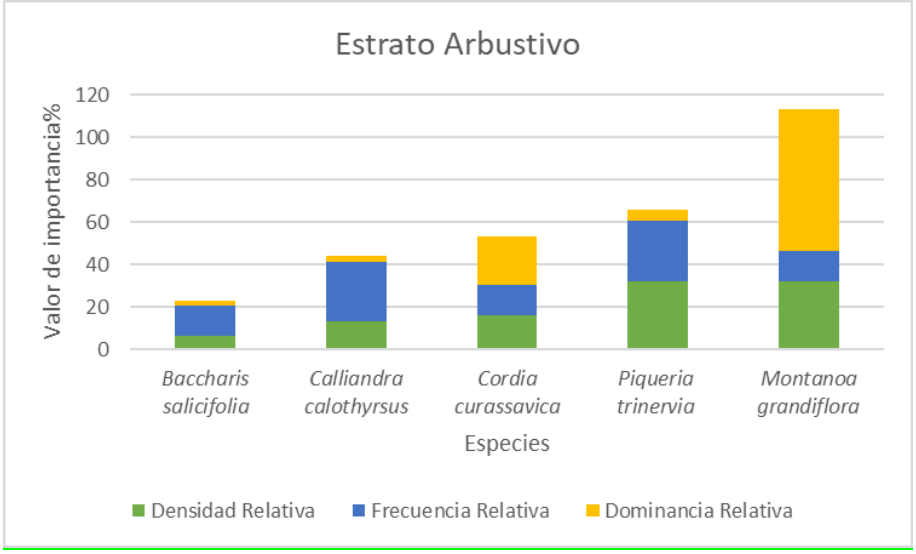
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ZONA DE CUSTF

BOSQUE DE ENCINO-PINO (ESTRATO ARBUSTIVO)

Nombre científico	Nombre común	No de individuos	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia	Valor de Importancia%
Baccharis salicifolia	Jarilla	50	6.45	14.29	2.04	22.77	7.59
Calliandra calothyrsus	Pelo de ángel	100	12.90	28.57	2.79	44.27	14.76
Cordia curassavica	Vara prieta	125	16.13	14.29	23.00	53.42	17.81
Piqueria trinervia	Vara blanca	250	32.26	28.57	5.26	66.09	22.03
Montanoa grandiflora	Tacote	250	32.26	14.29	66.90	113.44	37.81
TOTAL		775	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00

En base al cálculo de Valor de importancia mediante los parámetros Densidad, Frecuencia y Dominancia relativas para la zona de CUSTF se obtuvo lo siguiente:

Las especies más importantes es: *Montanoa grandiflora* seguida de *Piqueria trinervia*, con un valor de 113.44, y 66.09 respectivamente del total del valor de importancia, teniendo un peso ecológico de 37.81 y 22.03 en el estrato arbustivo.



Grafica que presenta el Valor de Importancia por especie del estrato arbustivo en el área de CUSTF.

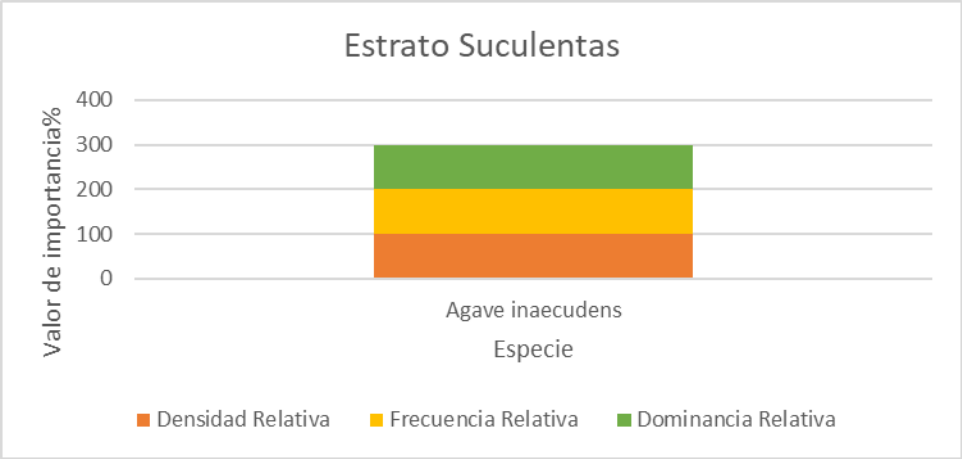
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ZONA DE CUSTF

BOSQUE DE ENCINO-PINO (ESTRATO SUCULENTAS)

En base al cálculo de Valor de importancia mediante los parámetros Densidad, Frecuencia y Dominancia relativas para la zona de CUSTF se obtuvo lo siguiente:

Nombre científico	Nombre común	No de individuos	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia	Valor de Importancia%
Agave inaecudens	Maguey	50.00	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
TOTAL		50.00	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00

Es este estrato solo se localizó una especie, misma que alcanza el valor máximo del valor de importancia



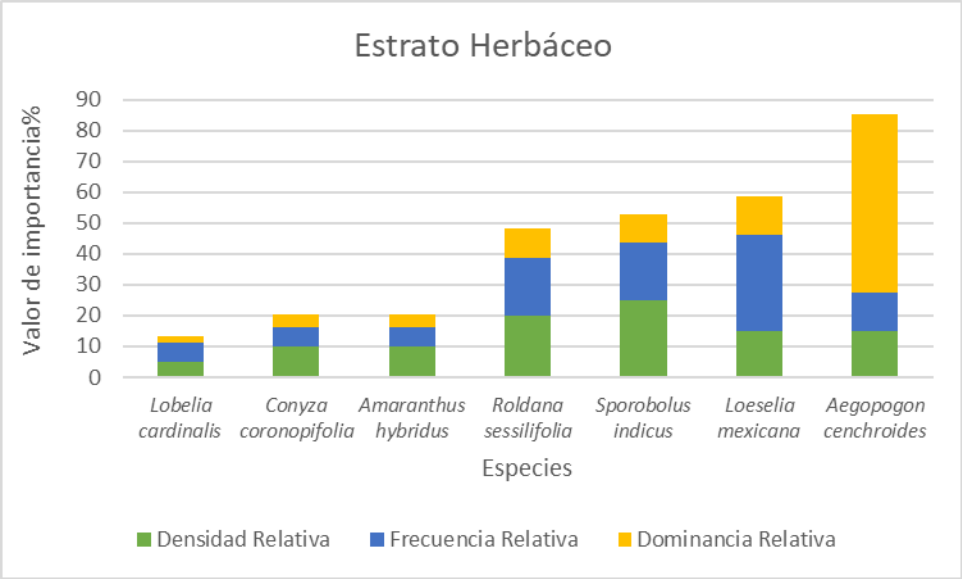
Grafica que presenta el Valor de Importancia por especie en el área de CUSTF.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ZONA DE CUSTF

BOSQUE DE ENCINO-PINO (ESTRATO HERBÁCEO)

Nombre científico	Nombre común	No de individuos	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia	Valor de Importancia%
Lobelia cardinalis	Cardenal	2500	5.00	6.25	2.14	13.39	4.46
Conyza coronopifolia	Gordolobo	5000	10.00	6.25	4.27	20.52	6.84
Amaranthus hybridus	Quelite	5000	10.00	6.25	4.27	20.52	6.84
Roldana sessilifolia	Peyote	10000	20.00	18.75	9.73	48.48	16.16
Sporobolus indicus	Liendrilla	12500	25.00	18.75	9.31	53.06	17.69
Loeselia mexicana	Espinosilla	7500	15.00	31.25	12.57	58.82	19.61
Aegopogon cenchroides	Pasto pajon	7500	15.00	12.50	57.71	85.21	28.40
TOTAL		50000	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00

Las especies más importantes son: *Aegopogon cenchroides* seguida de *Loeselia mexicana y Sporobolus indicus*, con un valor de 85.21, 58.82 y 53.06 respectivamente del total del valor de importancia, representando un peso ecológico de 28.40%, 19.61% y 17.69% respectivamente en el estrato herbáceo.



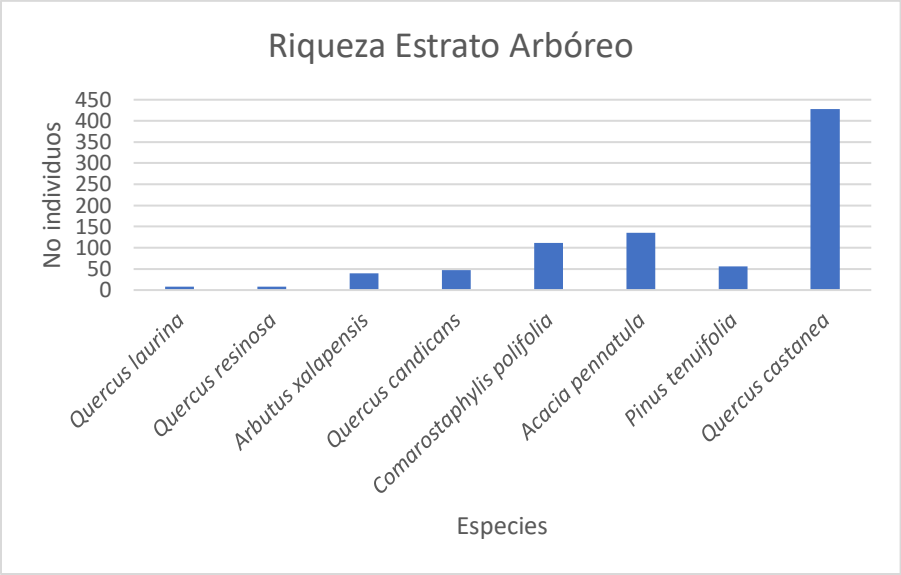
Grafica que presenta el Valor de Importancia por especie del estrato herbáceo de la zona de CUSTF.

CÁLCULO DE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES ÍNDICE DE SHANNON – WIENER (H´)

BOSQUE DE ENCINO-PINO (ESTRATO ARBÓREO)

Nombre científico	**Nombre común**	**No de individuos**	Ar (pi)	Ln(Pi)	pi* Ln(pi)
Quercus laurina	Encino laurelillo	8	0.0095	-4.6540	-0.0443
Quercus resinosa	Encino amarillo	8	0.0095	-4.6540	-0.0443
Arbutus xalapensis	Madroño	40	0.0476	-3.0445	-0.1450
Quercus candicans	Encino ancho	48	0.0571	-2.8622	-0.1636
Comarostaphylis polifolia	Macuate	111	0.1333	-2.0149	-0.2687
Acacia pennatula	Tepame	135	0.1619	-1.8207	-0.2948
Pinus tenuifolia	Pino canis	56	0.0667	-2.7081	-0.1805
Quercus castanea	Capulincillo	429	0.5143	-0.6650	-0.3420
TOTAL		**833**	1.0000		1.4831

CUSTF	
Riqueza	8
H calculada	1.48
H max = Ln S	2.08
Equidad j=H´/H max	0.71
Hmax - H calculada	0.60



Grafica representativa del número de individuos presentes en el estrato arbóreo.

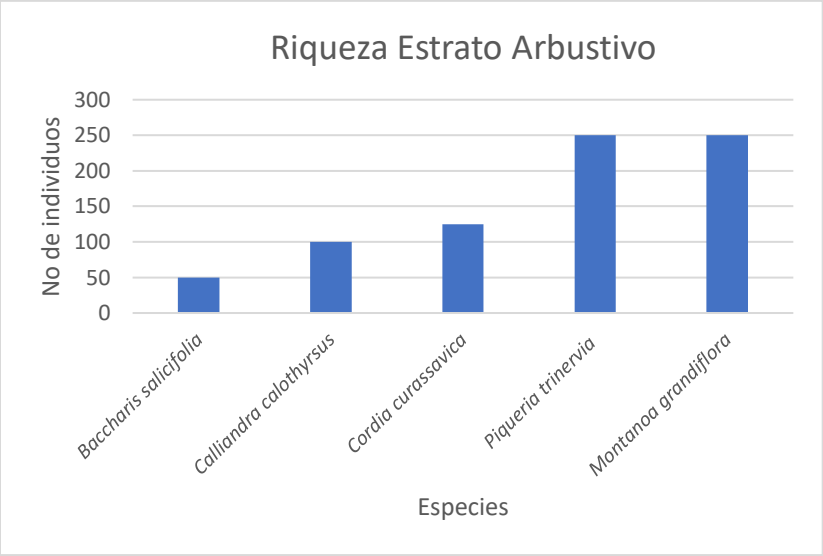
El grupo florístico del estrato arbóreo de la zona de CUSTF, posee una riqueza específica de 8 especies, las cuales poseen una distribución de 0.71 y se puede afirmar que la presencia de especies dominantes en este grupo es reducida, siendo estas*, Quercus castanea, en otro grupo Acacia pennatula* y *Comarostaphylis polifolia.*

La máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 2.08 y el cálculo de **H´** es de 1.48 lo que nos indica que este grupo se encuentra alejado de alcanzar la máxima diversidad posible y presenta una diversidad considerada como baja para la zona en el estrato arbóreo.; se observa ligera tendencia a la homogeneidad.

CÁLCULO DE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES ÍNDICE DE SHANNON – WIENER (H´)

BOSQUE DE ENCINO-PINO (ESTRATO ARBUSTIVO)

Nombre científico	**Nombre común**	**No de individuos**	Ar (pi)	Ln(Pi)	pi* Ln(pi)
Baccharis salicifolia	Jarilla	50	0.0645	-2.7408	-0.1768
Calliandra calothyrsus	Pelo de ángel	100	0.1290	-2.0477	-0.2642
Cordia curassavica	Vara prieta	125	0.1613	-1.8245	-0.2943
Piqueria trinervia	Vara blanca	250	0.3226	-1.1314	-0.3650
Montanoa grandiflora	Tacote	250	0.3226	-1.1314	-0.3650
TOTAL		**775**			1.4653



CUSTF	
Riqueza	5
H calculada	1.47
H max = Ln S	1.61
Equidad j=H´/H max	0.91
Hmax - H calculada	0.14

Grafica representativa del número de individuos presentes en el estrato arbustivo.

El grupo florístico del estrato arbustivo del área de CUSTF, posee una riqueza específica de 5 especies, las cuales poseen una distribución de 0.91, y se observa la presencia de *Piqueria trinervia y Montanoa grandiflora como* especies dominantes en este grupo, lo que propicia que exista homogeneidad. La máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 1.61 y el cálculo de **H´** es de 1.47 lo que nos indica que este grupo se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad posible para la zona y presenta una baja diversidad en el estrato arbustivo.

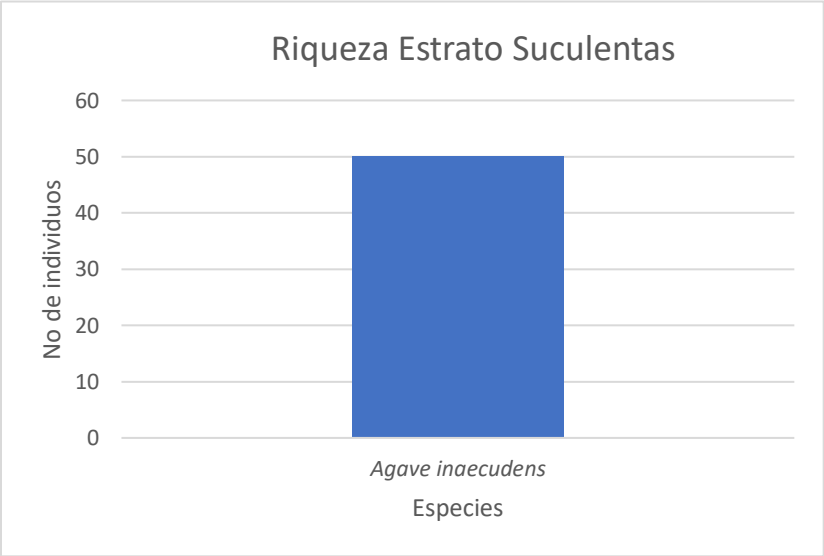
CÁLCULO DE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES ÍNDICE DE SHANNON – WIENER (H´)

BOSQUE DE ENCINO-PINO (ESTRATO SUCULENTAS)

Nombre científico	**Nombre común**	**No de individuos**	Ar (pi)	Ln(Pi)	pi* Ln(pi)
Agave inaecudens	Maguey	50	1.0000	0.0000	0.0000
TOTAL		**50**			0.0000

CUSTF	
Riqueza	1
H calculada	0.00
H max = Ln S	0.00
Equidad j=H´/H max	0.00
Hmax - H calculada	0.00

Al registrarse una sola especie de suculentas, no es posible realizar algún calculo.



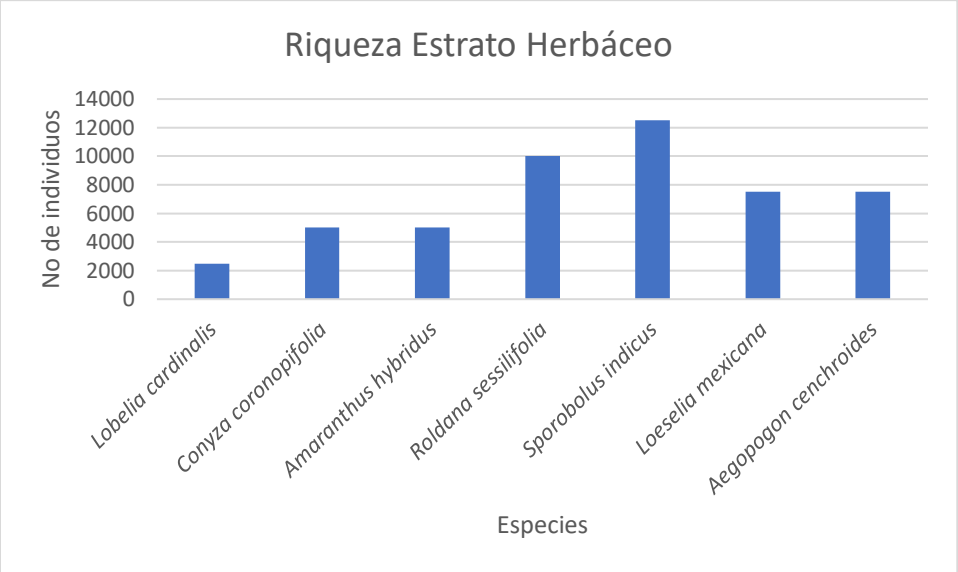
Grafica representativa del número de individuos presentes en el estrato suculentas.

CÁLCULO DE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES ÍNDICE DE SHANNON – WIENER (H´)

BOSQUE DE ENCINO-PINO (ESTRATO HERBÁCEO)

Nombre científico	**Nombre común**	**No de individuos**	Ar (pi)	Ln(Pi)	pi* Ln(pi)
Lobelia cardinalis	Cardenal	2500	0.0500	-2.9957	-0.1498
Conyza coronopifolia	Gordolobo	5000	0.1000	-2.3026	-0.2303
Amaranthus hybridus	Quelite	5000	0.1000	-2.3026	-0.2303
Roldana sessilifolia	Peyote	10000	0.2000	-1.6094	-0.3219
Sporobolus indicus	Liendrilla	12500	0.2500	-1.3863	-0.3466
Loeselia mexicana	Espinosilla	7500	0.1500	-1.8971	-0.2846
Aegopogon cenchroides	Pasto pajon	7500	0.1500	-1.8971	-0.2846
TOTAL		**50000**	**1**	0.0000	1.8479

CUSTF	
Riqueza	7
H calculada	1.85
H max = Ln S	1.95
Equidad j=H´/H max	0.95
Hmax - H calculada	0.10



Grafica representativa del número de individuos presentes en el estrato herbáceo.

El grupo florístico del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales posee una riqueza específica de 7 especies en el estrato herbáceo, las cuales poseen una distribución de 0.95, por lo que podemos afirmar que la presencia de especies dominantes en este grupo es reducida por lo que se observa cierta tendencia a la homogeneidad.

La máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 1.95 y el cálculo de **H´** es de 1.85 lo que nos indica que este grupo se encuentra muy cerca de alcanzar la máxima diversidad posible para la zona y que presenta una baja diversidad.

COMPARATIVO DE LA RIQUEZA DE ESPECIES UTILIZANDO LAS CURVAS DE RAREFACCIÓN

ESTRATO ARBÓREO

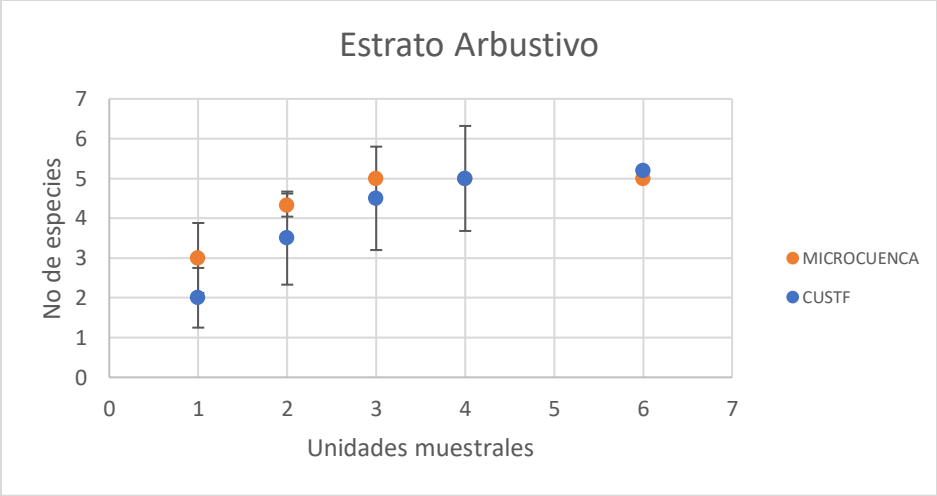
Dado que se realizó censo para el área de CUSTF no se presenta el análisis paramétrico para el estrato arbóreo, sin embargo en base al Índice de Valor de Importancia e Índice

de Shannon se puede observar que existen diferencias entre ambas zonas principalmente en la riqueza de especies.

COMPARATIVO DE LA RIQUEZA DE ESPECIES UTILIZANDO LAS CURVAS DE RAREFACCIÓN

ESTRATO ARBUSTIVO

CUSTF			SA		
Samples	S(est)	Ampl 95% IC H'	Samples	S(est)	Ampl 95% IC H'
1	2	0.75	1	3	0.88
2	3.5	1.17	2	4.33	0.29
3	4.5	1.3	3	5	0
4	5	1.32	4	5	0
6	5.19	0	6	5	0



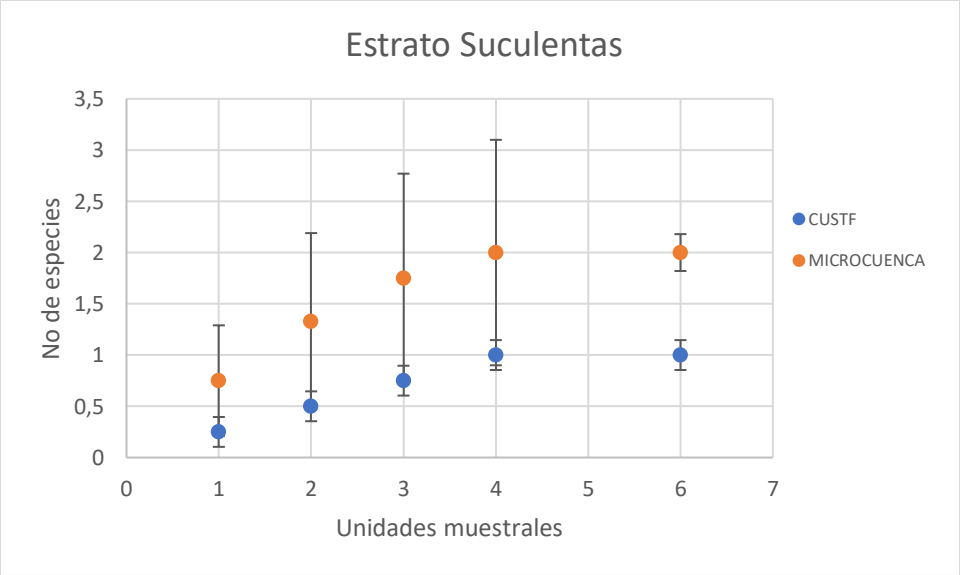
Gráfica de curvas de rarefacción basadas en el número de muestras en el estrato Arbustivo.

Tal como se observa en las gráficas, no existe diferencia significativa entre la zona de CUSTF y el SA. Basándonos en la interpretación de Chao2, se observa un solapamiento de su 95% IC con la riqueza máxima de especies, lo que nos indica que se realizó muestreo exhaustivo y que éste representa debidamente la diversidad y composición de las especies que se localizan en las áreas en estudio.

COMPARATIVO DE LA RIQUEZA DE ESPECIES UTILIZANDO LAS CURVAS DE RAREFACCIÓN

ESTRATO DE SUCULENTAS

CUSTF			SA		
Samples	S(est)	Ampl 95% IC H'	Samples	S(est)	Ampl 95% IC H'
1	0.25	0	1	0.75	0.54
2	0.5	0	2	1.33	0.86
3	0.75	0	3	1.75	1.02
4	1	0	4	2	1.1
6	1	0	6	2	-0.18



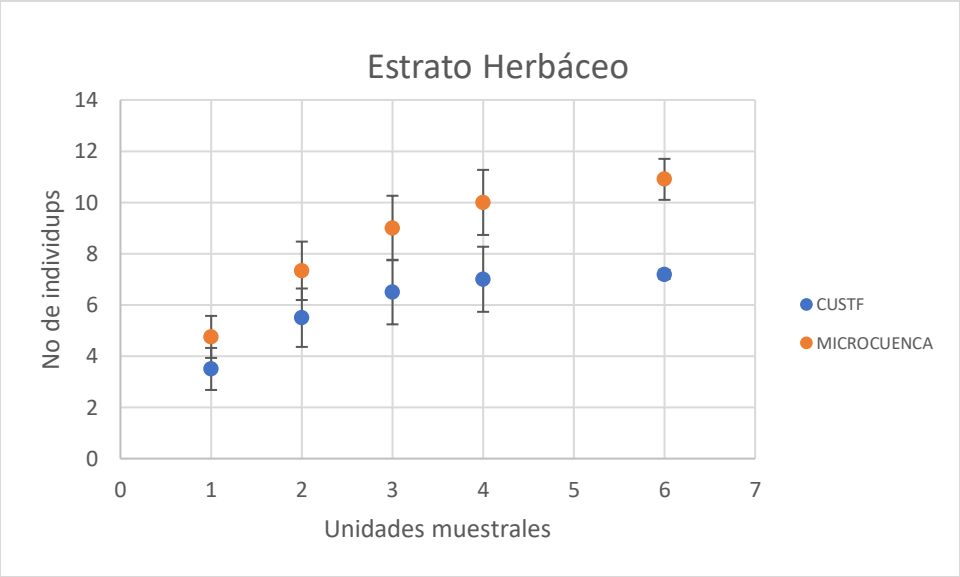
Gráfica de curvas de rarefacción basadas en el número de muestras en el estrato Suculentas

Según se observa en la gráfica, no existe diferencia significativa entre la zona de CUSTF y el SA. Según la interpretación de Chao2, se observa un solapamiento de su 95% IC con la riqueza máxima de especies, lo que nos indica que el esfuerzo de muestreo fue suficiente y representa debidamente la diversidad y composición de las especies que se localizan tanto en el área propuesta para CUSTF como en el SA.

COMPARATIVO DE LA RIQUEZA DE ESPECIES UTILIZANDO LAS CURVAS DE RAREFACCIÓN

ESTRATO HERBÁCEO

CUSTF			SA		
Samples	S(est)	Ampl 95% IC H'	Samples	S(est)	Ampl 95% IC H'
1	3.5	0.82	1	4.75	0.82
2	5.5	1.14	2	7.33	1.14
3	6.5	1.26	3	9	1.26
4	7	1.27	4	10	1.27
6	7.19	0.18	6	10.9	0.8



Gráfica de curvas de rarefacción basadas en el número de muestras en el estrato Herbáceo

Como se observa en las gráficas, existe una diferencia significativa entre la zona de CUSTF y el SA, la diferencia puede ser atribuible al mayor número de especies en el SA.

Al comparar el estimador Chao2 con la riqueza de especies estimada al máximo número de muestras se considera que el muestreo fue completo y que la información recabada representa de forma adecuada la diversidad y composición de especies de las zonas de CUSTF y el SA y la diferencia observada se explica dado que el área propuesta para cambio de uso de suelo presenta una cerca perimetral que impide el pastoreo y por ende la presencia-ausencia de especies herbáceas difiere significativamente entre ambas zonas

En lo que respecta a las especies de flora, tanto en la zona de CUSTF como en el SA, se cuenta una diversidad de especies en todas sus etapas de desarrollo, lo que es un indicador de que estas están en un proceso natural que regula y garantiza su persistencia; sin embargo, la puesta en marcha del proyecto no pone en riesgo la biodiversidad del SA aun cuando algunos valores de importancia como de diversidad sean mayores en el área de CUSTF.

Es importante mencionar que la totalidad de las especies tanto florísticas como faunísticas se encuentran presentes en el SA que se verá afectado por el proyecto de una forma irregular donde las densidades y distribución varían por las características propias de este tipo de ecosistemas

La superficie del área del proyecto se verá afectada, debido a que se removerá vegetación dentro del área, lo que se traduce en una mínima pérdida de biodiversidad de flora y por ende ahuyentamiento de fauna que habita en la zona ya que esta acción causa migración debido a que eliminan las áreas de protección y fuentes de alimentación para determinados grupos de especies, rompiéndose así las cadenas tróficas.

Sin embargo en las áreas aledañas al proyecto existen áreas con características ecológicamente similares y según los estudios realizados para las áreas del proyecto (área de impacto) y zonas contiguas (área de influencia) los índices de diversidad (Shannon), así como de Valor de importancia (IVI) en algunos casos son mayores en las áreas de CUSTF, por lo que el impacto será mínimo. Para mitigar estas acciones se realizará reubicación de especies de flora y fauna de lento desplazamiento como mamíferos y reptiles y se tendrá especial atención en aquellas especies que estén listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estimación de Volúmenes a remover. Modelo utilizado para la estimación del volumen (m3)

Para estimar el volumen se utilizaron las ecuaciones de volumen que se ajustan a las características de la vegetación presente en la zona de estudio.

ERT = 0.7854*POTENCIA (DN/100, 2) *AT*C.M.

ÁREA BASAL POR INDIVIDUO

AB = 0.7854 * DN²

EXISTENCIAS REALES (M^3/HA).

ERT = AB * AT * C.M.

Dónde:

ERT = Existencias reales totales (M^3/Ha)

AB = Área basal (M^2/Ha)

AT= Altura (Metros)

C.M. = Coeficiente mórfico (0.5) y (0.4)

El coeficiente mórfico se determinó como **50%** para las especies *Comarostaphylis polifolia y Arbutus xalapensis* debido a la relación del individuo y su semejanza con el cilindro., lo que da como resultado el siguiente modelo

Modelo utilizado para calcular el Volumen de la vegetación maderable
$VOL=.7854* D^2 *H*0.5$

El coeficiente mórfico utilizado en el modelo utilizado para el cálculo de volumen de la especie *Acacia pennatula* se determinó como 0.4, esto por las características de esta especie, lo que arroja el siguiente modelo.

$VOL=.7854* D^2 *H*0.4$

(Ramírez et al, 1977)

El modelo para cálculo de volumen de *Pinus tenuifolia* fue:

V= βo *(D^ β1)*(H^ β2)

βo=0.0000664

β1=2.058659

β2=0.804969

El modelo para genero Quercus según la especie fue el siguiente:

$V=\beta o*dn^{\beta 1}*h^{\beta 2}$

Quercus candicans y Q resinosa

βo=0.0000412

β1=2.17234

β=0.797945

Quercus castanea y Q laurina

βo=0.000093

β1=2.087803

β2=0.603266

Número de individuos por especie que se espera remover de llevarse a cabo la remoción total de vegetación en el AP.

MADERABLES

Familia	Nombre científico	Nombre común	No Individuos
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Tepame	17
Ericaceae	*Comarostaphylis polifolia*	Macuate	14
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	5
Pinaceae	*Pinus tenuifolia*	Pino canis	7
Fagaceae	*Quercus candicans*	Encino ancho	6
Fagaceae	*Quercus castanea*	Capulincillo	54
Fagaceae	*Quercus laurina*	Encino laurelillo	1

Fagaceae	*Quercus resinosa*	Encino amarillo	1
TOTAL			**105**

NO MADERABLES

Familia	Nombre científico	Nombre común	No de individuos
Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Jarilla	6
Fabaceae	*Calliandra calothyrsus*	Pelo de ángel	13
Asteraceae	*Montanoa grandiflora*	Tacote	32
Asteraceae	*Piqueria trinervia*	Vara blanca	32
Boraginaceae	*Cordia curassavica*	Vara prieta	16
TOTAL			**98**

SUCULENTAS

Familia	Nombre científico	Nombre común	No de individuos
Agavaceae	*Agave inaecudens*	Maguey	6
TOTAL			**6**

ESTRATO HERBÁCEO

Familia	Nombre científico	Nombre común	No de individuos
Asteraceae	*Conyza coronopifolia*	Gordolobo	630
Poaceae	*Sporobolus indicus*	Liendrilla	1,575
Poaceae	*Aegopogon cenchroides*	Pasto pajon	945
Asteraceae	*Roldana sessilifolia*	Peyote	1,260
Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus*	Quelite	630
Lobeliaceae	*Lobelia cardinalis*	Cardenal	315
Polemoniaceae	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	945
TOTAL			**6,300**

Dadas las características del arbolado identificado en la zona, sus dimensiones y conformación, evaluadas cualitativamente por el personal técnico se estimó que el producto susceptible de obtener corresponde a producto Primario, cortas dimensiones considerado como material secundario (esto para el género *Pinus*) y material celulósico (para el género *Quercus*) mismo que puede ser utilizado para elaboración de madera aserrada (tablas), mangos para herramientas, postes y como combustible para preparación de alimentos o para elaboración de carbón, esto último, principalmente para los géneros *Quercus y acacia*.

Sin embargo el material vegetal resultante de la remoción de vegetación del proyecto, por ser incosteable su extracción dado el poco volumen que se afectará, se utilizará en la construcción de obras como presas filtrantes, barreras para retención de suelos, además de acordonamientos que permitan la filtración del agua así evitando con ello la erosión y perdida de suelo.

Estimación de existencias volumétricas por especie y tipo de vegetación

a) Existencias volumétricas / predio.

VOLUMEN CENSO			
ESPECIE	**No Individuos**	**Volúmen promedio**	**VOL. TOT. M3 R. T. A**
Tepame	17	0.0265	0.4513
Macuate	14	0.0054	0.0755
Madroño	5	0.0128	0.0640
Pino canis	7	1.1179	7.8252
Encino ancho	6	0.0095	0.0571
Capulincillo	54	0.0635	3.4274
Encino laurelillo	1	0.0146	0.0146
Encino amarillo	1	0.0153	0.0153
Total	**105**		**11.9305**

NO MADERABLES

Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**	**No de individuos**
Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Jarilla	6
Fabaceae	*Calliandra calothyrsus*	Pelo de ángel	13
Asteraceae	*Montanoa grandiflora*	Tacote	32
Asteraceae	*Piqueria trinervia*	Vara blanca	32
Boraginaceae	*Cordia curassavica*	Vara prieta	16
TOTAL			98

SUCULENTAS

Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**	**No de individuos**
Agavaceae	*Agave inaecudens*	Maguey	6
TOTAL			6

ESTRATO HERBÁCEO

Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**	**No de individuos**
Asteraceae	*Conyza coronopifolia*	Gordolobo	630
Poaceae	*Sporobolus indicus*	Liendrilla	1,575
Poaceae	*Aegopogon cenchroides*	Pasto pajon	945

Familia	Nombre científico	Nombre común	No de individuos
Asteraceae	*Roldana sessilifolia*	Peyote	1260
Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus*	Quelite	630
Lobeliaceae	*Lobelia cardinalis*	Cardenal	315
Polemoniaceae	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	945
TOTAL			6,300

El cálculo de volumen para los géneros *Pinus y Quercus* se realizó utilizando los modelo del programa **Siplafor** desarrollado por la UJED para la región de San Dimas; mientras que para *Acacia pennatula, Comarostaphylis polifolia y Arbutus xalapensis*, se utilizó la fórmula de Huber en su expresión sencilla utilizando los factores o coeficientes de forma ya mencionados.

b) Por propietario/predio

EJIDO HUAHUAPAN

Municipio/localidad	Propietario	Superficie (ha)	Especie	No de individuos	Volumen
San Dimas	Ejido Huahuapan	0.1260 Ha	*Acacia pennatula*	17	0.4513
			Comarostaphylis polifolia	14	0.0755
			Arbutus xalapensis	5	0.0640
			Pinus tenuifolia	7	7.8252
			Quercus candicans	6	0.0571
			Quercus castanea	54	3.4274
			Quercus laurina	1	0.0146
			Quercus resinosa	1	0.0153
			Subtotal	**105**	**11.9305**
			Baccharis salicifolia	6	
			Calliandra calothyrsus	13	
			Montanoa grandiflora	32	
			Piqueria trinervia	32	
			Cordia curassavica	16	
			Subtotal	**98**	
			Agave inaecudens	6	
			Subtotal	**6**	
			Conyza coronopifolia	630	
			Sporobolus indicus	1,575	
			Aegopogon cenchroides	945	

Municipio/localidad	Propietario	Superficie (ha)	Especie	No de individuos	Volumen
			Roldana sessilifolia	1,260	
			Amaranthus hybridus	630	
			Lobelia cardinalis	315	
			Loeselia mexicana	945	
			Subtotal	**6,300**	
			TOTAL	**6509**	**11.9305**

COSTOS DE LAS MATERIAS PRIMAS DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

Familia	Nombre científico	Nombre común	Volumen	Valor unitario/m³ $	Valor total $
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Tepame	0.4513	150.00	67.69
Ericaceae	*Comarostaphylis polifolia*	Macuate	0.0755	50.00	3.78
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	0.0640	200.00	12.81
Pinaceae	*Pinus tenuifolia*	Pino canis	7.8252	750.00	5868.87
Fagaceae	*Quercus candicans*	Encino ancho	0.0571	350.00	19.99
Fagaceae	*Quercus castanea*	Capulincillo	3.4274	350.00	1199.61
Fagaceae	*Quercus laurina*	Encino laurelillo	0.0146	350.00	5.12
Fagaceae	*Quercus resinosa*	Encino amarillo	0.0153	350.00	5.36
TOTAL			11.9305		7183.21

NO MADERABLES

No individuos /predio					
Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**	**No de individuos**	**Valor unitario$**	**Valor total $**
Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Jarilla	6	5.00	31.5
Fabaceae	*Calliandra calothyrsus*	Pelo de ángel	13	10.00	126
Asteraceae	*Montanoa grandiflora*	Tacote	32	5.00	157.5
Asteraceae	*Piqueria trinervia*	Vara blanca	32	5.00	157.5
Boraginaceae	*Cordia curassavica*	Vara prieta	16	5.00	78.75
TOTAL			98		

SUCULENTAS

No individuos /predio					
Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**	**No de individuos**	**Valor unitario$**	**Valor total $**
Agavaceae	*Agave inaecudens*	Maguey	6	120.00	756.00
TOTAL			6		756.00

HERBÁCEAS

No individuos /predio					
Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**	**No de individuos**	**Valor unitario$**	**Valor total $**
Asteraceae	*Conyza coronopifolia*	Gordolobo	630	0.1	*63*
Poaceae	*Sporobolus indicus*	Liendrilla	1575	0.1	*157.5*
Poaceae	*Aegopogon cenchroides*	Pasto pajon	945	0.1	*94.5*
Asteraceae	*Roldana sessilifolia*	Peyote	1260	0.1	*126*
Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus*	Quelite	630	0.1	*63*
Lobeliaceae	*Lobelia cardinalis*	Cardenal	315	0.1	*31.5*
Polemoniaceae	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	945	0.1	*94.5*
TOTAL			6300		630

b) Fauna silvestre.

A nivel mundial, una de las regionalizaciones faunísticas más aceptables es la propuesta por P. L. Sclater y A.L. Wallace, que divide a América en dos regiones: Neártica y Neotropical, cuyos límites se encuentran precisamente en territorio mexicano y siguen, de manera muy irregular, la línea del Trópico de Cáncer.

Esta confluencia de reinos biogeográficos Neártico y Neotropical, sumado a su abrupta orografía, su diversidad climática y a una intrincada historia geológica, entre otros factores, han permitido el desarrollo de múltiples ecosistemas que albergan una inmensa riqueza de especies de plantas y animales

El País alberga 209 especies de anfibios, de las cuales el 61% son endémicas. En lo que se refiere a la clase de los reptiles, de las 6,300 registradas en el mundo, 717 especies se distribuyen en el país (53 endémicas y 30 en peligro de extinción). Además, cuenta con 1,150 especies de aves (de las 9,198 registradas), de las cuales el 5% se encuentra en peligro de extinción.

De las aproximadamente 4,170 especies de mamíferos que existen en el planeta, México cuenta con un número de 449 terrestres (31% en alguna categoría de riesgo y 33% endémicas) y 41 marinas. Además de lo anterior, se estima que el 28% de las especies de vertebrados mexicanos están incluidas en alguna categoría de protección, según la CONABIO.

La fauna de vertebrados del Estado de Durango es muy rica. El origen de esta riqueza se relaciona en parte con la extensión y la posición geográfica del territorio del Estado, que incluye la transición entre dos regiones biogeográficas (la Neártica y la Neotropical) permitiendo una combinación de fauna de ambientes templados y tropicales.

Adicionalmente, la variada orografía que caracteriza a la entidad origina una gran diversidad de climas y de hábitats para la fauna. Hasta el momento se tienen registradas 652 especies de vertebrados terrestres (Ramírez-Pulido, et al. 1986, Álvarez y Polaco 1984a, 1984b, Servín et al. 1997, Macías 1983, Flores- Villela et al. 1994 e información de las Colecciones científicas del CIIDIR-IPN Unidad Durango); muchas de ellas son registros recientes para la entidad y otras incluso son nuevas especies sobre la fauna del estado.

En el estado de Durango los mamíferos silvestres están representados por ocho Órdenes, 23 familias y 126 especies. En este grupo se encuentran desde tlacuaches, ratones y murciélagos hasta los grandes ungulados como venados. Es uno de los grupos de vertebrados con mayor número de especies en el Estado. Hasta la fecha se tienen registradas alrededor de 350 especies pertenecientes a 18 Órdenes y 20 Familias diferentes. Muchas especies de aves registradas para la entidad son migratorias, otras son aprovechadas cinegéticamente (como el guajolote silvestre) y otras son buscadas por sus cantos melodiosos como aves canoras.

El hábitat es un área con la combinación de recursos (alimento, agua, cobertura) y condiciones ambientales (temperatura, precipitación, depredadores y competidores) que promueve la ocupación por individuos de una especie dada y permite que éstos sobrevivan y se reproduzcan (Gallina-Tessaro, 2011).

La fauna silvestre es uno de los componentes importantes de los ecosistemas ya que participa activamente en el flujo de materia y energía a lo largo de las cadenas tróficas o alimentarias, además de que algunos grupos taxonómicos pueden ser utilizados como indicadores del estado de salud y conservación de los ecosistemas en los que viven.

La fauna silvestre presenta una gran fragilidad ante disturbios o factores de deterioro ambiental como lo son las modificaciones del hábitat ocasionada por diversos factores tales

como el sobrepastoreo, cambio de uso de suelo, introducción accidental o deliberada de especies invasoras, contaminación del agua y del aire, incidencia y frecuencia de los incendios forestales y cambios en su distribución que pueden estar ligados al cambio climático, entre otros.

Además de que forman parte de las redes o cadenas tróficas, algunas especies de fauna silvestre contribuyen de manera natural en la dispersión de especies vegetales, como dispersores o almacenadores de semillas; asimismo, contribuyen al control biológico de plagas y son muy importantes agentes polinizadores de las plantas. Cabe resaltar esta función ya que las plantas para garantizar su fertilidad y continuación de sus poblaciones deben producir alguna recompensa, en forma de néctar y polen, para poder atraer insectos, aves (principalmente colibríes) y algunos mamíferos (murciélagos), que se encargan de transportar el polen a otras flores diferentes de las cuales ya se han alimentado, garantizando así la polinización cruzada de las plantas.

Distribución Potencial de la Fauna

La distribución potencial de la fauna presente en el SA está condicionada por las características físicas y climáticas del área, principalmente el clima resulta ser uno de los factores más importantes debido a que condiciona de forma importante la ausencia o la presencia de seres vivos (Gámez, 2011).

De acuerdo con usos identificados en el SA la vegetación corresponde a bosque de encino con elementos aislados de selva baja caducifolia. La fauna registrada en el área es propia de este tipo de ecosistemas, considerando además que la mayoría de estas tienen una amplia distribución en todo el país, inclinándose a este tipo de ecosistemas y entre otros que por la capacidad adaptativa de cada especie abarca variados ecosistemas. Aunado a esto el tipo de clima en el SA corresponde a cuatro tipos (A)C(w1), Cb'(w2), C(w2), C(w1) de acuerdo con la carta de climas del INEGI, atribuyendo a esto la diversidad de especies en el SA.

Para determinar la distribución potencial de la fauna se consultaron fuentes de información especializadas principalmente el catálogo de metadatos geográficos de CONABIO, entre

otras fuentes de información especializada, mismas que se encuentran registradas en la bibliografía del presente documento.

Metodología de Muestreo de Fauna

La metodología para el muestreo de fauna en el SA se empleó considerando las condiciones particulares del área con el fin de realizar un muestreo que sea representativo de la heterogeneidad. Es recomendable muestrear lo más frecuente e intensamente la unidad de manejo, procurando definir las zonas o transectos en las zonas de los márgenes de los escurrimientos y en sitios con menos presencia humana, donde se encuentran las mejores condiciones de localización de presencia de fauna.

Debido a que la época en que se realizaron los muestreos no es la más adecuada para todos los grupos que se pueden tener presencia, se optó por incluir en los transecto las áreas de arroyos en su longitud, sitios con mayor densidad de vegetación así como zonas aisladas de la actividad humana.

En algunos casos la presencia de mamíferos se registró no solo por captura, sino también por detección visual directa e indirecta (huellas, excretas, huesos y pelos), para ello se establecieron recorridos sobre transectos, los cuales se ubicaron dentro de el SA.

Los muestreos de aves, mamíferos, reptiles y anfibios se realizaron los días 29 y 31 de octubre del 2020.

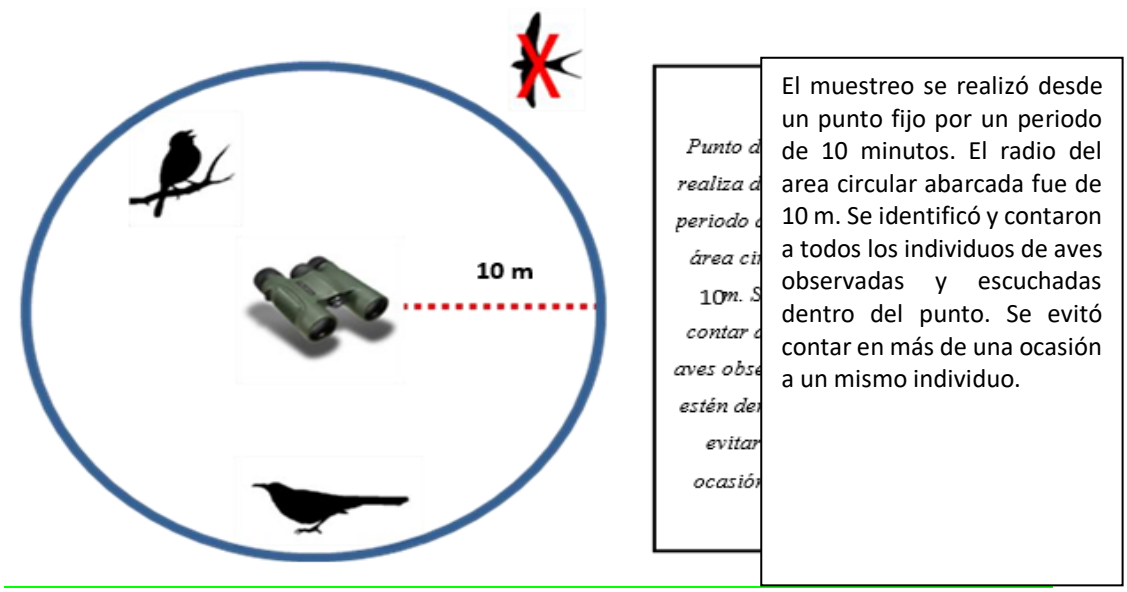
Muestreo de avifauna

Se utilizó el conteo por estaciones mediante puntos de conteo con radio fijo según la metodología descrita por Ralph *et al.* (1997). Los puntos de conteo fueron distribuidos en el área a distancias variables al igual que en el área del proyecto, buscando que el muestreo sea comparable con el área de CUSTF, por lo que se establecieron cinco puntos de conteo con un radio de 10 m (314.2 m^2). Se consideraron no solo los registros visuales, de plumas y cualquier parte o producto y rastros de actividad propios de la avifauna, tales que permitan su identificación en el sitio por un periodo de 10 minutos, sino también el reconocimiento de las especies por sus cantos y/o llamadas. Con la ayuda de binoculares,

se identificaron todas las aves observadas; también se hizo uso de la experiencia personal para identificar aquellas aves que solamente pudieron ser registradas por su canto. Además, se utilizaron varias fuentes de información sobre la distribución geográfica de las aves observadas y de potencial ocurrencia en el área (American Ornithologists' Union 1998, Friedmann, H. et al. 1950, Howell y Webb 1995, Miller et al. 1957).

Al igual que en el área de CUSTF para evitar el máximo la posibilidad de duplicar el conteo de aves el muestreo de cada estación se realizó en fechas distintas.

Este procedimiento se realizó así sucesivamente hasta llegado el momento en que ya no se registró actividad de aves, lo cual generalmente ocurre cerca del mediodía, considerando además los periodos de mayor actividad de aves, iniciado justo en el amanecer; para el SA se establecieron 5 estaciones de monitoreo de aves; las cuales en total cubrieron una superficie total de observación de 1,570.8 m^2.



El tiempo de esfuerzo fue de 10 minutos de observación por estación, siendo 5 puntos establecidos, con un total de 50 minutos de observación- registro para la ornitofauna en el área de estudio.

Cabe mencionar que en esta breve evaluación no se consideraron las aves rapaces, pues para hacer estimaciones de la abundancia de sus poblaciones es necesario el uso de otros

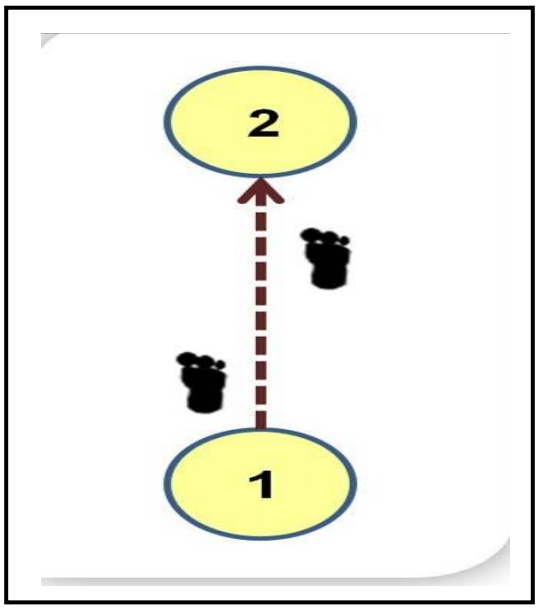
métodos de muestreo debido, principalmente, a que por su gran movilidad es necesario cubrir mucho más terreno en comparación con las aves más pequeñas (Fuller 1981, Nocedal et al. 2010).

Muestreo de superficie comprendida para transectos lineales

Para la observación y registro de mamíferos (rastros o restos de mamíferos), reptiles y anfibios se utilizaron dos transectos lineales de 50 metros y uno de 15 metros de largo por cuatro de ancho al igual que en el área de CUSTF; se establecieron 3 transectos en toda el área de estudio comprendiendo un total de 460 m^2. Se realizaron dos repeticiones por transecto, realizando una segunda repetición dos días después del primer muestreo. A continuación se describe la metodología empleada para cada grupo faunístico.

Ubicación de transectos y puntos o estaciones de conteo.

Los transectos tuvieron una longitud variada con un ancho de 4 mts, 2 mts a cada lado del centro del transecto; procurando evitar lugares demasiado sinuosos o accidentados.



Muestreo de Mamíferos.

Para el muestreo de mamíferos se realizó un recorrido por trayecto en línea, usando el método de observación indirecta basado en la identificación, interpretación y análisis de los rastros como huellas, excretas, restos óseos, y cualquier indicio de actividad del organismo que permita su identificación.

Las trampas son la herramienta básica más eficaz para la captura y registro de la diversidad de los mamíferos pequeños terrestres (Jones et al., 1996). Para mamíferos pequeños (roedores) se utilizaron jaulas tipo Sherman por un periodo de 12 horas; considerando dos trampas, el tiempo de muestreo total fue de 24 horas. Estas se colocaron en lugares con probable incidencia de roedores, se empleó comida como atrayente: avena, crema de cacahuate, esencia de vainilla.

Muestreo de Reptiles y Anfibios.

Se realizó un transecto en línea, de acuerdo con lo descrito anteriormente, realizando una búsqueda intensiva con desplazamiento lento y constante, revisando vegetación, cuerpos de agua, piedras rocas y diverso material que sirva de refugio a los especímenes. Mediante esta técnica se realizan recorridos efectuando búsquedas minuciosas a una velocidad constante contabilizando a los anfibios y reptiles registrados en forma visual y auditiva (Jaeger, 2001).

Se promedió un tiempo de recorrido y búsqueda para cada transecto de aproximadamente 30 minutos, el tiempo utilizado en los 3 transectos totalizó 3 horas de esfuerzo considerando las dos repeticiones.

En general la metodología utilizada, se tuvieron 5 tipos de registros diferentes; cada especie tuvo de uno y hasta cuatro registros distintos lo cual puede inferir de forma indirecta en su abundancia en el área de estudio: 1. Registro visual, 2. Registro fotográfico, 3. Registro auditivo, 4. Rastros o excretas. 5. Restos o partes.

Para la identificación de especies se utilizó la guía de Mamíferos de Norteamérica y la de Huellas y Rastros de México, asimismo se consultó de Aves de México: Guía de campo (en español) Guía de campo a las aves de Norteamérica (en español).

El esfuerzo de muestreo fue lo suficientemente amplio para capturar la mayor parte de la composición de especies en 4 grupos taxonómicos: Aves, Mamíferos, Reptiles y Anfibios, permitiendo así obtener la **composición específica de especies** (cuantas y cuales especies están presentes en el sitio) y la **abundancia relativa,** es decir, cuan representada esta una

especie con relación a las demás a través del índice de Riqueza.

En los siguientes Tablas se refieren las coordenadas UTM WGS84 de las unidades de muestreo para cada grupo faunístico así como las matrices generadas de la información levantada en campo.

COORDENADAS UTM WGS84 GRUPO FAUNISTICO AVES

N° progresivo	Estación	X	Y
1	EI1	402353	2708480
2	EI2	402345	2708530
3	EI3	402334	2708580
4	EI4	402370	2708610
5	EI5	402393	2708670

COORDENADAS UTM WGS84 GRUPO FAUNISTICO MAMIFEROS, REPTILES Y ANFIBIOS

N° progresivo	Transecto	X	Y	N° progresivo	Transecto	X	Y
1	TI1	402353	2708480	11	TI2	402345	2708590
2	TI1	402355	2708490	12	TI2	402351	2708600
3	TI1	402356	2708500	13	TI2	402358	2708600
4	TI1	402356	2708510	14	TI2	402363	2708600
5	TI1	402357	2708510	15	TI2	402366	2708610
6	TI1	402355	2708520	16	TI2	402371	2708610
7	TI1	402349	2708520	17	TI3	402389	2708660
8	TI1	402345	2708530	18	TI3	402393	2708660
9	TI2	402332	2708580	19	TI3	402394	2708670
10	TI2	402340	2708590				

Fauna silvestre característica de la zona del proyecto:

Derivado del muestreo de fauna se presenta el listado de especies registradas en el SA, así como su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Categoría
Grupo Faunístico Aves			
Coragyps atratus	Zopilote negro	sc	
Cathartes aura	Aura cabeza roja	sc	
Zenaida asiatica	Paloma alas blanca	sc	
Zenaida macroura	Tórtola huilota	sc	
Columbina inca	Tórtolita común	sc	
Cynanthus latirostris	Colibrí garganta azul	sc	

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Categoría
Calocitta colliei	Urraca cara negra	sc	
Corvus corax	Cuervo común	sc	
Ptilogonys cinereus	Capulinero	sc	
Pipilo fuscus	Toquí pardo	sc	
Piranga flava	Avispero encinero	sc	
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	sc	
Molothrus ater	Tordo cabeza parda	sc	
Trogon citreolus	Coa citrina	sc	
Trogon elegans	Coa elegante	sc	
Grupo Faunístico Mamíferos			
Didelphis virginiana	Tlacuache	sc	
Canis latrans	Coyote	sc	
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	sc	
Puma concolor	Puma	sc	
Lynx rufus	Gato montés	sc	
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	sc	
Tamias durangae	Chichimoco	sc	
Otospermophilus variegatus	Ardillón	sc	
Sylvilagus floridanus	Conejo	sc	
Procyon lotor	Mapache	sc	
Peromyscus melanotis	Ratón	sc	
Grupo Faunístico Reptiles			
Thamnophis eques	Culebra listonada	No endémica	A
Eumeces lynxe	Lincer de los encinos	Endémica	Pr
Conopsis nasus	Culebra de tierra	sc	
Sceloporus poinsettii	Lagartija espinosa	sc	
Grupo Faunístico Anfibios			
Anaxyrus mexicanus	Sapo excavador	sc	
Incilius occidentalis	Sapo de pino	sc	
Hyla eximia	Ranita de montaña	sc	

Dónde: sc= sin clasificación**, Pr=** Protección especial**, A=** amenazada.

COMPARATIVOS DE DIVERSIDAD PROPORCIONAL MEDIANTE EL ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´) GRUPO FAUNISTICO AVES

INDICADOR	CUSTF	SA
Riqueza	6	15
H calculada	1.64	2.53
H max = Ln S	1.79	2.71
Equidad j=H´/H max	0.91	0.94
Hmax - H calculada	0.16	0.18
Similitud	0.40	

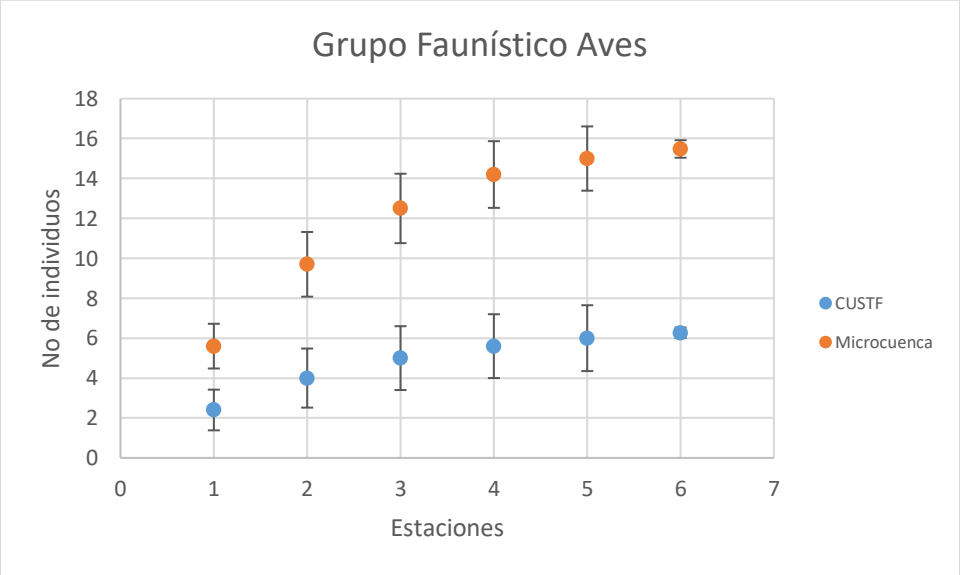
Los valores del índice de Shannon – Wiener (H´) muestran que el grupo de aves en el SA tiene una diversidad de 2.53. La distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme en la zona de CUSTF aun cuando el número de especies es mayor en el SA.

El valor de equidad en el SA es de 0.94 variando ligeramente del área propuesta para el proyecto con 0.91 indicando una distribución ligeramente más homogénea en el SA.

Asimismo, la similaridad entre zonas es de 40%, debido claramente a la diferencia entre la diversidad faunística entre ambas comunidades, ya que hay mayor riqueza en el SA.

COMPARATIVO DE LA RIQUEZA DE ESPECIES UTILIZANDO CURVAS DE RAREFACCIÓN BASADAS EN EL NÚMERO DE MUESTRAS (CHAO2) GRUPO FAUNISTIVO AVES

CUSTF			SA		
Samples	S(est)	AMPL %	Samples	S(est)	AMPL %
1	2.4	1.02	1	5.6	1.12
2	4	1.48	2	9.7	1.62
3	5	1.6	3	12.5	1.74
4	5.6	1.6	4	14.2	1.67
5	6	1.65	5	15	1.61
6	6.27	0.26	6	15.48	0.44

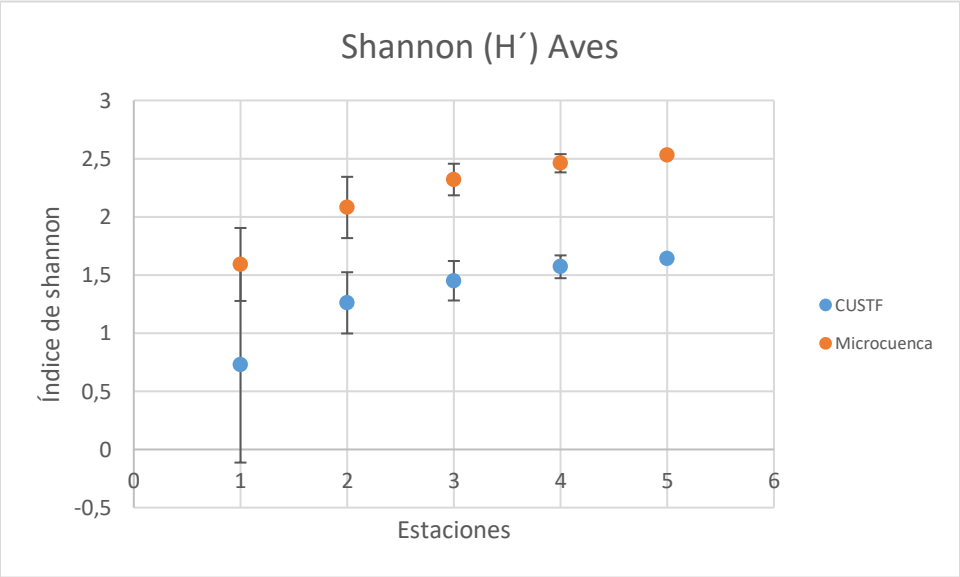


Grafica de curvas de rarefacción basadas en el número de muestras en el grupo faunístico aves.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que los intervalos de confianza no se solapan entre si, lo que indica que existen diferencias significativas entre ambas comunidades dado que se localizaron más especies en el SA; aun así se considera que el muestreo fue exhaustivo y representa debidamente la fauna presente en este grupo.

COMPARATIVOS DE DIVERSIDAD PROPORCIONAL MEDIANTE EL ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´) ESTRATO GRUPO FAUNISTICO AVES

CUSTF			SA		
Samples	Shannon Mean	APLI 95%	Samples	Shannon Mean	APLI 95%
1	0.73	0.8428	1	1.59	0.3136
2	1.26	0.26332657	2	2.08	0.26332657
3	1.45	0.16974098	3	2.32	0.13579278
4	1.57	0.098	4	2.46	0.0784
5	1.64	0	5	2.53	0



Grafica comparativa de diversidad proporcional mediante índice de Shannon Wiener grupo aves.

Se observa una diferencia significativa entre ambas zonas a partir de la segunda muestra, ya que los valores del índice son mayores y aun cuando en ambas zonas la equidad entre especies es muy similar.

COMPARATIVOS DE DIVERSIDAD PROPORCIONAL MEDIANTE EL ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´) GRUPO FAUNISTICO MAMIFEROS

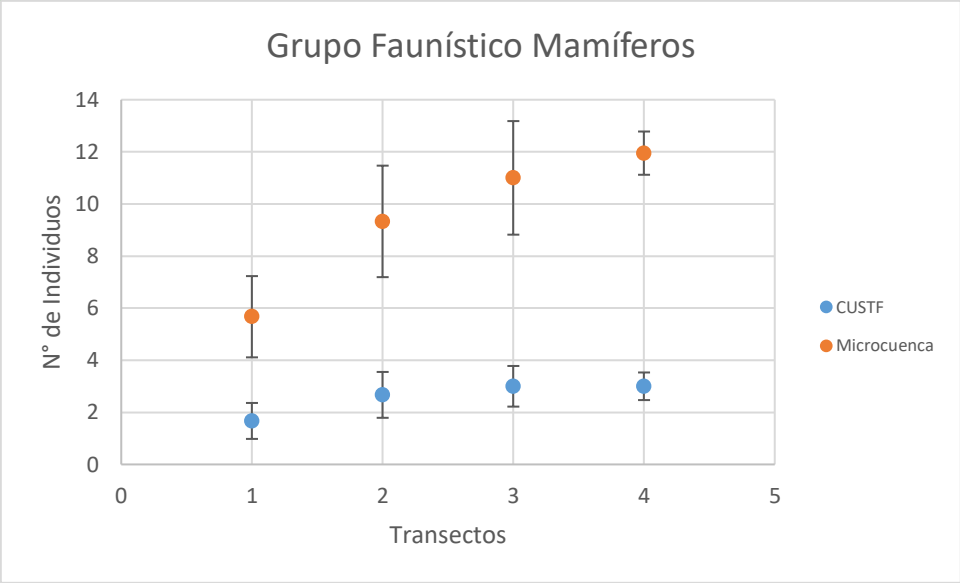
INDICADOR	CUSTF	SA
Riqueza	3	11
H calculada	1.08	2.29
H max = Ln S	1.10	2.40
Equidad j=H´/H max	0.99	0.96
Hmax - H calculada	0.02	0.10
Similitud	0.27	

En el SA se estimó un índice de diversidad mayor 2.29, sin embargo, la distribución de especies es más homogénea en el área de CUSTF.

Con base en los índices de diversidad obtenidos se determina que en el SA hay mayor riqueza y diversidad que en el área propuesta para cambio de uso de suelo localizándose 11 especies. La similaridad entre zonas es de 27%, debido principalmente a la diferencia entre la diversidad entre ambas comunidades.

COMPARATIVO DE LA RIQUEZA DE ESPECIES UTILIZANDO CURVAS DE RAREFACCIÓN BASADAS EN EL NÚMERO DE MUESTRAS (CHAO2) GRUPO FAUNISTIVO MAMIFEROS

CUSTF			**SA**		
Samples	**S(est)**	**AMPL %**	**Samples**	**S(est)**	**AMPL %**
1	1.67	0.69	1	5.67	1.56
2	2.67	0.88	2	9.33	2.14
3	3	0.78	3	11	2.18
4	3	-0.53	4	11.95	0.83

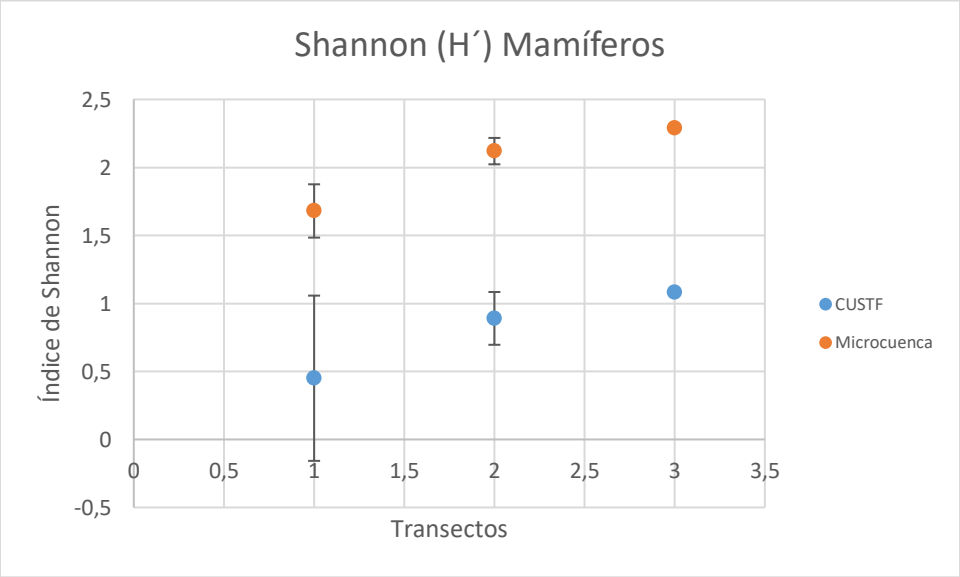


Grafica de curvas de rarefacción basadas en el número de muestras en el grupo faunístico mamíferos.

Se observa una diferencia significativa entre ambas zonas, dado que se estima mayor riqueza en el SA. Respecto al estimador Chao2 se observa un solapamiento de los intervalos de confianza en ambas comunidades indicando que se realizó un adecuado esfuerzo de muestreo y que se representa debidamente la diversidad y composición de las especies de mamíferos.

COMPARATIVOS DE DIVERSIDAD PROPORCIONAL MEDIANTE EL ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´) ESTRATO GRUPO FAUNISTICO MAMIFEROS

CUSTF			SA		
Samples	**Shannon Mean**	**APLI 95%**	**Samples**	**Shannon Mean**	**APLI 95%**
1	0.45	0.6076	1	1.68	0.196
2	0.89	0.1940301	2	2.12	0.09701505
3	1.08	0	3	2.29	0



Grafica comparativa de diversidad proporcional mediante índice de Shannon Wiener grupo mamíferos.

Como se observa en las gráficas, existe diferencia significativa entre la zona de CUSTF y el área de la SA puesto que no existe un solapamiento del 95% IC, esta diferencia se explica principalmente por el mayor número de especies localizadas en el SA.

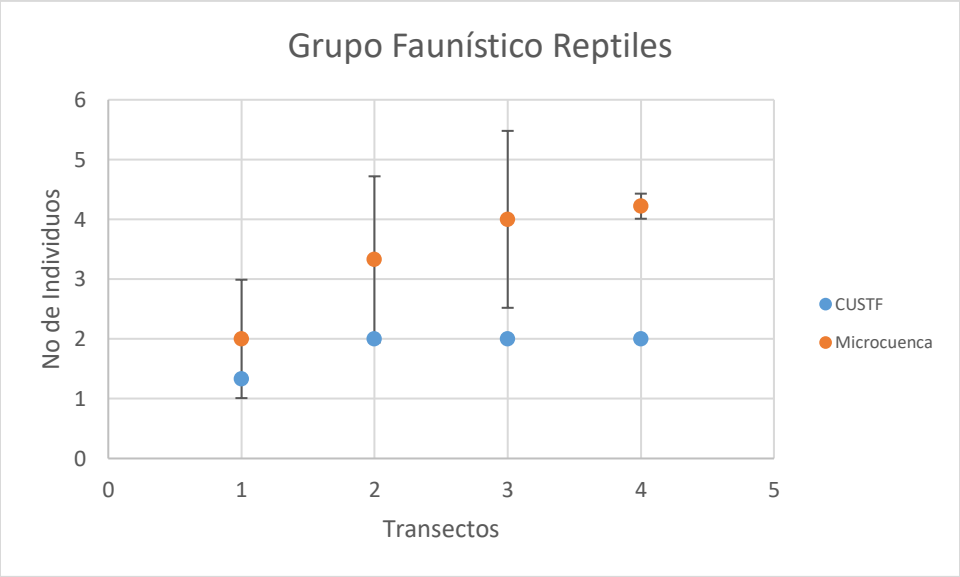
COMPARATIVOS DE DIVERSIDAD PROPORCIONAL MEDIANTE EL ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´) GRUPO FAUNISTICO REPTILES

INDICADOR	CUSTF	SA
Riqueza	2	4
H calculada	0.67	1.28
H max = Ln S	0.69	1.39
Equidad j=H´/H max	0.97	0.92
Hmax - H calculada	0.02	0.11
Similitud	0.50	

En el SA se estimó un índice de riqueza de 1.28, en contraste con la zona de CUSTF que arrojó un valor de 0.67. El valor de equidad mayor corresponde al área propuesta para el proyecto con 0.97, esto indica que las especies tienen una distribución más homogénea. La similaridad entre ambas zonas es del 50%.

COMPARATIVO DE LA RIQUEZA DE ESPECIES UTILIZANDO CURVAS DE RAREFACCIÓN BASADAS EN EL NÚMERO DE MUESTRAS (CHAO2) GRUPO FAUNISTIVO REPTILES

CUSTF			SA		
Samples	S(est)	AMPL %	Samples	S(est)	AMPL %
1	1.33	0	1	2	0.99
2	2	0	2	3.33	1.39
3	2	0	3	4	1.48
4	2	0	4	4.22	0.21

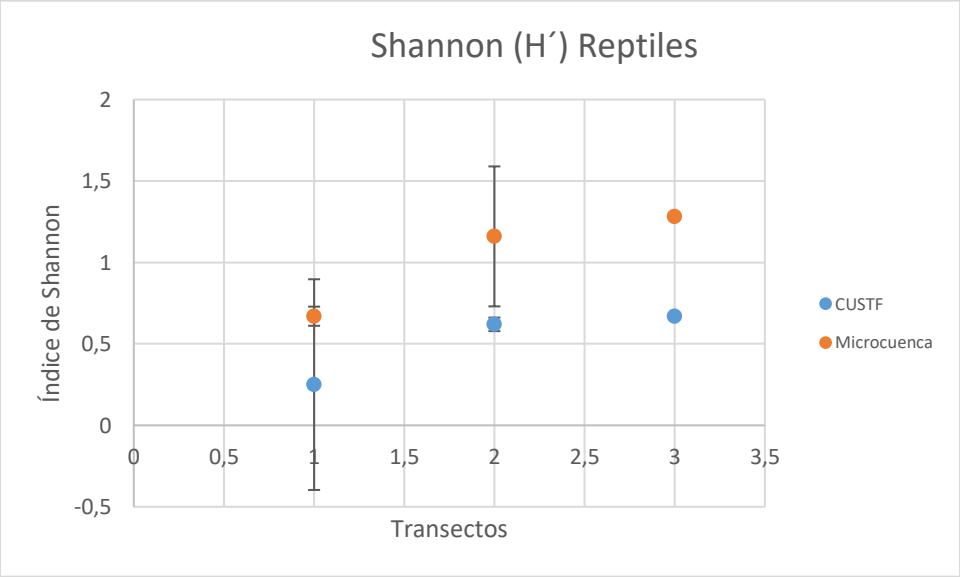


Grafica de curvas de rarefacción basadas en el número de muestras en el grupo faunístico reptiles.

De acuerdo con el estimador Chao2 se observa que el muestreo realizado fue satisfactorio, sin embargo en la zona de CUSTF no se observa un solapamiento, esto se debe principalmente a que el número de especies muestreadas fue baja, registrando solo dos especies en el área muestreada. Sin embargo, se considera que se realizó un buen muestreo y que éste representa debidamente la diversidad y composición de las especies.

COMPARATIVOS DE DIVERSIDAD PROPORCIONAL MEDIANTE EL ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´) ESTRATO GRUPO FAUNISTICO REPTILES

CUSTF			SA		
Samples	**Shannon Mean**	**APLI 95%**	**Samples**	**Shannon Mean**	**APLI 95%**
1	0.25	0.6468	1	0.67	0.0588
2	0.62	0.04157788	2	1.16	0.42963808
3	0.67	0	3	1.28	0



Grafica comparativa de diversidad proporcional mediante índice de Shannon Wiener grupo reptiles.

Se pueden observar porciones de la curva donde los IC 95% se solapan entre comunidades, los cual nos indica que hay un tamaño muestral crítico a partir del cual las comunidades difieren en términos de diversidad de especies.

Respecto al grupo de anfibios al no haber individuos registrados en el área de CUSTF no es posible realizar comparaciones.

Caracterizacion de la fauna presente en el area de CUSTF

La fauna silvestre es un componente estructural fundamental de la biodiversidad y los ecosistemas. Todas las especies interactúan entre si según su función en el ecosistema.

Las perturbaciones ocasionadas al ecosistema afectan directamente a la fauna traduciéndose en cambios en los hábitos, migraciones, reproducción, disminución de la diversidad, así como presencia de especies invasoras. Las afectaciones a la superficie con cobertura vegetal para el desarrollo del proyecto disminuirán el hábitat de flora del área lo que conlleva a perdida de fauna que habita en la zona, sin embargo por las dimensiones del proyecto el impacto será mínimo, aunado a esto fuera del área del proyecto prevalecen condiciones ecológicamente similares por lo que con la implementación del proyecto la perturbación será prácticamente imperceptible, ya que las especies migrarán a las zonas aledañas y las especies de lento desplazamiento como mamíferos y reptiles serán reubicados en zonas con características ecológicamente similares al área donde se capturaron, en caso de presentarse durante la puesta en marcha del proyecto.

De acuerdo con lo anterior, se hace referencia a las características alimentarias, estacionalidad, hábitat, sociabilidad y distribución vertical de cada una de las especies registradas en el muestreo en el área del proyecto, con el fin de identificar la posible afectación, por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Donde: **Est.= estacionalidad;** R= residente, M= Migratoria, T =Transitorio; Abu= abundancia; C= común, PC= poco común y A= abundante; **Soc.= sociabilidad**; S= solitario, P= pareja y G= gregario; **Ali= alimentación;** Omn= omnívoro, Carn= carnívoro, Herb= herbívoro, Frug. frugívoro e Ins= insectívoro; **Háb= hábitat;** Bp= Bosque de pino, Be= Bosque de encino, Bep = Bosque de encino pino, Sb= Selva baja, Var=Varios ecosistemas; **Dist. Vert= distribución vertical.**

Especies del grupo faunístico Aves localizadas en el área de CUSTF.

Nombre científico	Nombre común	Est.	Abu.	Soc.	Alim.	Háb.	Dist. Vert.	Val. cinegético
Zenaida asiatica	Paloma alas blanca	R	Abu.	G	Omn.	Var	Inferior, Superior	SI
Zenaida macroura	Tórtola huilota	R	Abu.	G	Omn.	Var	Inferior, Superior	Si
Columbina inca	Tórtolita común	R	Abu.	G	Omn.	Var	Inferior, Superior	No
Ptilogonys cinereus	Capulinero	R	C	G	Frug. Ins.	Bp, Be, Bep	Media superior	No

Nombre científico	Nombre común	Est.	Abu.	Soc.	Alim.	Háb.	Dist. Vert.	Val. cinegético
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	R	C	G.	Omn.	Var	Inferior, Media, Superior	No
Molothrus ater	Tordo cabeza parda	R	C	G	Gran. Ins.	Var.	Medio superior	No

Especies del Grupo Faunístico Mamíferos Localizadas en el Área de CUSTF.

Nombre comun	Nombre científico	Est.	Abu.	Soc.	Alim.	Háb.	Dist. Vert.	Val. cinegético
Canis latrans	Coyote	R	C	Par.	Omn.	Var	Inferior	Si
Otospermophilus variegatus	Ardillón	R	A	G	Omn.	Bpe, Ss	Inferior, Medio	Si
Sylvilagus floridanus	Conejo	R	A	S	Herb.	Var.	Inferior	Si

Especies del grupo faunístico Reptiles localizadas en el área de CUSTF.

Nombre científico	Nombre común	Est.	Abu.	Alim.	Háb.	Dist. Vert.
Conopsis nasus	Culebra de tierra	R	C	Ins. Car.	Var.	Inferior
Sceloporus poinsettii	Lagartija espinosa	R	C	Ins.	Var.	

IV.2.3 Paisaje.

El concepto paisaje ha sido utilizado a lo largo de la historia con diversos significados, existiendo actualmente varias maneras de concebirlo y de analizarlo. El paisaje es a menudo percibido como una vista amplia de escenarios o de formas naturales. Para los ecólogos, el paisaje son grandes áreas compuestas de patrones interconectados o repetidos de hábitats o ecosistemas; desde este punto de vista, para que un área en particular se considere un paisaje, ésta debe contener una variedad de componentes los cuales interactúan en un tiempo y espaio dado cumpliendo una función ecológica.

Como se mencionó antes, son diversas las formas de concebir al paisaje, sin embargo, debido a la confusión que ello puede causar, algunos investigadores de la materia señalan que para evitar lo anterior es posible agrupar el paisaje en dos grandes tipos:

El primero concibe el paisaje como imagen de un territorio, ya sea pintado, fotografiado y/o percibido por el ojo humano o a través de los sentidos, cuya consideración corresponde más al enfoque de la estética o de la percepción. El segundo tipo sería aquel que concibe al paisaje como un conjunto de elementos de un territorio ligados por relaciones de interdependencia y que cumplen una función ecológica.

Desde el punto de vista del ecólogo, es la segunda percepción del paisaje la que resulta más útil para generar información acerca de un determinado espacio físico. Esto último plantea un problema adicional ya que la evaluación del paisaje se dificulta por la falta de un sistema efectivo para medirlo, siendo que las metodologías utilizadas no pueden prescindir de componentes subjetivos.

Los parámetros que más comúnmente se han utilizado para medir el paisaje son:

Visibilidad.- engloba a todos los posibles puntos de observación desde donde la acción es visible. Algunas de las técnicas utilizadas son: observación directa *in situ*, determinación manual de perfiles, métodos automáticos, búsqueda por sector y por cuadrículas. También es posible utilizar métodos manuales que producen mapas de visibilidad o un microcomputador.

Fragilidad.- corresponde a un conjunto de características del territorio relacionadas con su capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas. Se perfila como una cualidad o propiedad del terreno que sirve de guía para localizar las posibles instalaciones o sus elementos, de tal manera de producir el menor impacto visual posible. Normalmente los factores que influyen en la fragilidad son de tipo biofísico, perceptivo e histórico-cultura. Además de estos factores puede considerarse la proximidad y la exposición visual.

Calidad o belleza del paisaje.- exige que los valores se evaluén en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje depende de las condiciones o mecanismos sensitivos del observador, de las condiciones educativas o culturales y de las relaciones del observador con el objeto a contemplar. Si bien es cierto que la calidad formal de los objetos que conforman el paisaje y las relaciones con su entorno pueden describirse en términos de diseño, tamaño, forma, color y espacio, existen grandes diferencias al medir el valor

relativo de cada uno y su peso en la composición total. Para lo anterior, se han desarrollado una serie de métdos que pueden combinarse entre sí para evaluar la calidad del paisaje.

La belleza escénica es el factor más importante en la valoración de un paisaje, incidiendo en ello diversos factores como la presencia de agua y cubierta vegetal. Al momento de evaluar impactos ambientales negativos, merece especial consideración, misma que está en función de la magnitud y tipo de Proyecto.

Actualmente el paisaje es uno de los factores cuestionables en el desarrollo de Proyectos, ya que es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente despreciable y dificilmente renovable (A. Muñoz Pedreros, 2004).

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomofología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (Dunn,1974).

Para llevar a cabo la valoración del paisaje nos basamos en el trabajo realizado en la ***Metodología de Valoración del Paisaje en Infraestructuras Lineales*** elaborada por Navarra, M. Montero, y Martínez Saura para el Congreso sobre Paisaje e Infraestructuras en Sevilla.

Esta publicación indica que existen tres tipos de valoración del paisaje:

- Metodos Directos: Mediante observación directa o basada en fotografías del área de estudio.

- Metodos Indirectos: Mediante valoración de características estéticas.

- Metodo Mixto: Toma en cuenta las características objetivas y subjetivas del paisaje mediante la aplicación de la Formula de Regresión Lineal.

Para el caso que nos compete se eligio el Metodo Directo para llevar a cabo la evaluación del paisaje (Escribano et al, 1991). Debido a que el proyecto consiste en una línea eléctrica se realizo la valoración directa del paisaje utilizando fotografías capturadas a lo largo del trazo de la infraestructura (Anexo 4.4)

Posteriormente se analizaron las características de la zona asi coomo las fotografías capturadas en cada punto, y se les asigno un valor de acuerdo a la tabla 8.

Tabla 41. Valores aplicados según caracteristicas del sitio.

F. Físicos	1 Muy importantes	Montañas con presencia de cañadas
	0.5 Medio	Colinas con presencia de agua y montañas
	0 Bajo	Otros diseminados, usos agrícolas poco vistosos
F. Biológicos	1 Muchos	Gran cantidad de flora y sobre todo bosque. Variedad de fauna
	0.5 Medio	Presencia de flora
	0 Ninguno	Diseminados y tierras agrícolas poco vistosas
Vistas	1 Muy buenas	Panóramica
	0.5 Medias	< 90°
	0 Ninguna	0°
F. Culturales	1 Muy buenos	
	0.5 Medios	
	0 Ninguno	
E. que alteran	1 Muchos	
	0.5 Medios	
	0 Ninguno	

De esta manera se realizo la valoración del paisaje para cada punto observado cuyo total se divide entre los factores observados

Factores	Punto 1	Punto 2	Punto 3
F. Físicos	1	1	1
F. Biológicos	1	1	1
Vistas	0.5	0.5	1
F. Culturales	0	0	0
E. que alteran	0.5	0.5	0.5
Total	3	3	3.5
Vt	**0.6**	**0.6**	**0.7**

Una vez obtenida la valoración total para cada punto se estimo la media para todos los puntos, dando como resultado un valor de 0.6, lo que significa que el paisaje existente para la zona del proyecto tiene una calidad visual media a alta con escasos elementos que alteran las condiciones naturales del mismo.

Análisis de componentes.

Se puede apreciar que el paisaje general es homogéneo y poco contrastante; limitado por montañas altas. El color en el paisaje es sólo contrastante desde puntos de observación altos; colores pajizos (flora de invierno) en las laderas de cerros se oponen a los rojizos en

las zonas de valles ondulados, estos a su vez se oponen a los verde-amarillentos de la línea arbolada que limita los cuerpos de agua temporales.

La forma es semicompleja, dada la construcción tridimensional de cerros y lomas de suave perfil al sur de la cuenca en contraste con montañas más altas y de perfil agudo al oeste y norte. No existe o son muy pocas las lomas que se encuentran divididas por cañadas o cantiles y peñascos. Por la amplitud de la cuenca y las cadenas de cerros, la co-Ilustración espacial es parcialmente cerrada. En el paisaje, la textura aparece homogénea y poco contrastada, por la presencia de elementos geo - biológicos dispuestos en cadenas (sierras), sin que un elemento en especial domine sobre el resto. Desde puntos de observación alto, se observa las siluetas erosionadas de las cadenas de cerros con abanicos coluviales en su base que presenta una textura monótona.

En resumen, el espacio al interior de la cuenca generalmente se observa algo encajonado en toda la circunferencia con respecto a puntos de observación en el valle, poco heterogéneo y contrastante en color y textura debido a los cambios de fisonomía típica de sierra esculpida por fenómenos termo-erosivos cuya textura se rompe constantemente en el plano cercano y mediano formando elementos agrupados.

Calidad Paisajística.

El creciente reconocimiento por parte de la sociedad del concepto de la calidad estética de un entorno tiene gran aprobación en la actualidad. Tanto es así, que el paisaje visual se ha establecido como un recurso básico, de interés económico, tratado como parte esencial y recibiendo igual consideración que los demás recursos del medio físico. La investigación empírica de la calidad estética de un entorno muestra que los valores estéticos son los más importantes entre el grupo de los valores cultural-recreativos en los ambientes naturales. Sin embargo, la percepción de la belleza de un paisaje es un acto creativo de interpretación por parte de un observador. El problema reside en reconocer las cualidades intrínsecas que posee un territorio con base en sus elementos naturales o artificiales que pueden ser percibidos por un observador a través de sus sentidos. Por ello la belleza se aprecia y se reconoce de forma distinta y en mayor o menor grado según los mecanismos psicológicos

y culturales de los observadores. Por otra parte, la calidad formal de los objetos y de las relaciones entre ellos y con su entorno, pueden también describirse en términos de diseño, tamaño, forma, color, espacio, etc. Se reconoce la importancia de estos factores en la calidad visual, pero surgen grandes diferencias al tratar de establecer una forma de medir el valor relativo de cada uno y su papel en la condición total.

Para valorar la calidad escénica del paisaje se consideró el método propuesto por la Bureau of Land Management (BLM 1980), de cuyo inventario/evaluación, con un máximo de calificación de 33 puntos, se obtuvo el siguiente análisis:

*Tabla 42**. Valoración de la calidad paisajística escala 0 a 6 (BLM 1980).***

Elemento a valorar	Escala	Descripción	Calificación
Morfología	1-5	Por el tipo de relieve montañoso	5
Vegetación	1-5	Poca variedad de tipos de vegetación, con monotonía de formas biológicas y de tamaño poco perceptible.	4
Agua	0-5	Su ausencia es el factor dominante en el paisaje; los arroyos son intermitentes y poco apreciables	2
Color	1-5	Muy poca variación en el color.	2
Fondo escénico	1-5	El paisaje circundante incrementa modestamente la calidad visual del conjunto	3
Rareza	1-6	Común en la región.	3
Actuación humana	0-2	El terreno se encuentra con bajos índices de degradación, las obras existentes se refieren únicamente a caminos o brechas de saca de madera.	2
Total puntos			**21**

La sumatoria (21) permite incluir el área dentro de la clase "B" (12 a 22 puntos) que se caracteriza por ser un área con características y rasgos comunes en la región fisiográfica considerada.

<u>Valoración de la Fragilidad Visual.</u>

Se define la fragilidad visual como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él y expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. Este concepto es similar al de "vulnerabilidad visual" y opuesto al de "capacidad de absorción visual", que es la aptitud

que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual. Así, mientras que la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio, la fragilidad, depende en principio del tipo de actividad que se piensa desarrollar. A partir de este supuesto, a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual corresponde menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Se pueden seguir esquemas metodológicos más objetivos y cuantificables teniendo en cuenta factores como la visibilidad, tanto en magnitud como en complejidad de lo observado. Según el modelo propuesto por Aguilo (1981) la fragilidad visual está en función de elementos del entorno como: factores de visualización derivados de la co-Ilustración del entorno; factores biofísicos derivados tanto de las geoformas como de aspectos de la vegetación y factores histórico-culturales.

Debido a las características de las obras del proyecto no habrá cambios en la fragilidad visual que originen la adición de conjuntos antrópicos de ingeniería a una geoforma mixta llana/ondulada, con vegetación rasa. La fragilidad visual se evaluó a partir del cuadro siguiente (modificado de Aguilo, 1981).

Tabla 43 ***Fragilidad visual para la disposición de elementos geológicos alóctonos y arquitectónicos en una geoforma mixta (con pendientes suaves y moderadas) y con vegetación rala y baja en el interior de la cuenca hidrológica.***

Factor físico	Característica	Valor
A – Pendiente	Fuerte (25 a 35%) en coluviales y crestas/cañadas:	2
B – Orientación	Observaciones desde partes altas y con alta calidad lumínica	**2**
C - Suelo/vegetación		
- Densidad de vegetación	Media	**1**
- Contraste Suelo/Vegetación	Moderado	**2**
- Altura de la vegetación	Vegetación dominante alta	**2**
- Contraste cromático vegetación	Relativamente uniforme	**1**
- Estacionalidad	Vegetación perenne	**2**
Factor Visual (FV)		
A - Tamaño de la Cuenca Visual (CV) de la actividad	Amplia distribución de actividades mineras	**1**

Factor físico	Característica	Valor
B - Compacidad de la CV	Cuenca visual inserta en un cuenco de relieve moderado, medianamente heterogéneo	**2**
C - Forma de la CV	Abierta, con cierta orientación a partir de puntos de observación específicos	**1**
D - Altura respecto a la CV	Los elementos de impacto se observan por encima de la cuenca visual	**1**
Factor Histórico-Cultural (FHC)		
A -Zonas singulares		
- Unicidad	NO	**0**
- Valor tradicional	NO	**0**
- Interés histórico	NO	**0**
Accesibilidad De Observación (AO)		0
	Característica	**Valor**
- Distancia a sitios habitados	Medianamente alejado a poblados (con pocos habitantes) y vía secundarias de tránsito	**1**
- Accesibilidad visual desde sitios carreteros o urbanos	Nula por estar en el interior de la cuenca hidrológica	**0**
Total		**18**
Singularidad de la nueva geoforma en la región (S) (1 = baja; 2 = moderada; 3 = alta)	Presencia en la zona de otros sistemas impactados por minería.	**2**

*Clases de fragilidad: A = 0 a 58 puntos; B = 59 a 101 puntos; C = 102 a 144

*Valores: 0 = nula; 1 = baja; 2 = moderada; 3 = alta

El resultado obtenido de 18 puntos corresponde a la clase A (0 a 59 puntos), por lo que se trata entonces de una comunidad con baja fragilidad visual con alta capacidad de absorción visual del impacto durante el tiempo de operación del proyecto debido a las características de las obras propuestas en la zona. El ecosistema tiene posibilidades de reintegrarse nuevamente al paisaje con poca inversión.

Conclusiones.

El área propuesta para el proyecto combina una calidad restrictiva nula, pero una baja fragilidad, lo que indica que es una zona donde el proyecto se podría promocionar sin problemas ya que no se tiene una alta visibilidad de la zona que recibirá el impacto por la existencia de camuflajes naturales que la disimulan.

Por la sencillez del paisaje en el AI del proyecto, se tienen posibilidades adecuadas de absorción de ciertos elementos; ya que son difíciles de visualizar.

En la fase de abandono del proyecto y mediante los planes de restauración ambiental algunas áreas pueden volverse a incorporar al ambiente paisajístico de la localidad con relativa facilidad.

IV.2.4 Medio Socioeconomico.

El propósito es analizar de qué manera se relacionan con su entorno las comunidades humanas asentadas en el área de estudio del proyecto. Dicho análisis permitirá conocer los aspectos demográficos, de hábitat, recursos naturales y servicios ambientales. A la vez, se identificarán los elementos relevantes que, de verse modificados por el proyecto, afectarían la distribución y abundancia de la población, la forma de aprovechamiento de los recursos naturales, los servicios ambientales que determinarán la calidad de vida, así como las costumbres y tradiciones.

La comunidad más cercana al proyecto **Ramal LTE Las Truchas-Casa de Maquinas Hidroeléctrica Las Truchas",** Mpio. de San Dimas, Dgo., es Huahuapan. La localidad de **Huahuapan** está situado en el Municipio de San Dimas (en el Estado de Durango), a 1170 metros de altitud.

Demografía.

En el Tabla siguiente se registra la distribución de los habitantes para la localidad de Huahuapan en un radio de 15 km en torno al mismo:

Localidad	Masculino	Femenino	Total	%
Huahuapan	46	53	99	**100**

Totales	**46**	**53**	**99**	**100.0**

Población por sexo. (Fuente: INEGI, Censo General 2010)

El Tabla siguiente muestra el **crecimiento de la población** de acuerdo a los censos de población y vivienda para los años 1990 a 2010.

Año	Huahuapan	Tasa Media Anual
1990	76	----
1995	77	1.315789
2000	78	1.298701
2005	77	-1.282051
2010	99	28.57142

Conforme a los datos el Censo de Población y Vivienda 2010, la población por condición de actividad económica según sexo en la localidad de Huahuapan es la siguiente:

Indicadores de participación económica	Total	Hombres	Mujeres	% Hombres	% Mujeres
Población económicamente activa (PEA)(1)	33	31	2	93.94	6.06
Ocupada	31	29	2	93.55	6.45
Desocupada	2	2	0	100	0
Población no económicamente activa (2)	33	15	18	45.45	54.55

Notas:
(1) Personas de 12 años y más que trabajaron, tenían trabajo, pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia.
(2) Personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tenían alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

La base económica de la comunidad se sustenta básicamente en la producción agropecuaria y ganadera. Se siembra maíz, frijol, sorgo y avena, los dos primeros son para consumo humano y los dos últimos se cultivan para alimentar al ganado bovino.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el **INEGI**, en el rubro de migración se tiene los datos referentes para la localidad en cuanto a la migración hacia otros estados de la República, así como migración internacional hacia los Estados Unidos de Norte América y otros Países no especificados. La información al respecto se presenta en el Tabla siguiente:

Lugar de nacimiento	Población total		
	Total	Hombres	Mujeres
En la entidad federativa	99	46	53
En otra entidad federativa	0	0	0
En los Estados Unidos de América	0	0	0
En otro país	0	0	0
No especificado	0	0	0
Total	99	46	53

Población emigrante de la Localidad Huahuapan, Durango. (Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda 2010)

- ***Comunidad en relación directa con el proyecto.***

La comunidad que guarda una relación directa con el sitio de interés es principalmente la localidad de Huahuapan, situado a 46.6 kilómetros de Tayoltita, que es la localidad más poblada del municipio, en dirección Sur.

- **Grupos étnicos**

En la localidad de Huahuapan no se cuenta con grupos étnicos, de acuerdo a los resultados que presentó el Censo General de Población y Vivienda en el 2010 y a la Comisión Estatal Indígena del Gobierno de Durango.

- **Vivienda**

En Huahuapan hay 26 viviendas. De ellas, el 100,00% cuentan con electricidad, el 57,69% tienen agua entubada, el 65,38% tiene excusado o sanitario, el 7,69% radio, el 96,15% televisión, el 76,92% refrigerador, el 34,62% lavadora, el 69,23% automóvil, el 3,85% una computadora personal, el 7,69% teléfono fijo, el 7,69% teléfono celular, y el 7,69% Internet.

En lo que respecta a la localidad y por ende al área del proyecto en cuestión, sus características de vivienda son las siguientes:

Localidad	Total de Viviendas	Viviendas Habitadas	Viviendas Deshabitadas
Huahuapan	26	19	7
Total	**26**	**19**	**7**

Situación de la vivienda en las localidades cercanas al proyecto. (Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda 2010)

En la localidad predominan los muros de adobe y piedra con techos de tierra y vigas o lámina galvanizada.

Viviendas	
Estatus	**Huahuapan**
Total de viviendas	26
Total de viviendas particulares	19
Total de viviendas habitadas	19
Total de vivienda deshabitadas	7
Con agua entubada	0
Con drenaje	0
Con sanitario	13
Con energía eléctrica	18

Total de comunidades que guarda vínculo con el proyecto en el municipio de San Juan del Río, Durango. (Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010)

Servicios:

- **Caminos**

La localidad se comunica con otras comunidades en parte por caminos de terracería y brechas.

- **Medios de transporte y comunicación**

Los habitantes de la localidad recurren para su transportación y/o viaje en vehículos particulares; para el traslado a otras localidades, a la cabecera municipal y a la capital.

- **Servicios de salud**

En la cabecera municipal se cuenta con atención medica de los Hospitales del IMSS, SSA y DIF, además de clínicas particulares; en el medio rural la atención la cubre SSA e IMSS. En los casos de que se requiera atención médica especializada, los pacientes acuden a la ciudad de Durango, donde se ubican centros hospitalarios tanto del IMSS como del ISSSTE de primer nivel.

En el Tabla siguiente se muestra la población con derechos de salud en la localidad Huahuapan.

Servicios de Salud	Huahuapan
Población derechohabiente del IMSS	2
Población derechohabiente del ISSSTE	0
Población derechohabiente del ISSSTE estatal	0
Población derechohabiente del Seguro Popular	46
Población derechohabiente a servicios de salud	53
Población sin derechohabientita a servicios de salud	16

Población con derechos de salud. (Fuente: INEGI, Censo 2010)

- **Educación**

En la localidad Huahuapan se cuenta con instalaciones desde la enseñanza preescolar hasta primaria. Para continuar con sus estudios los habitantes tienen que trasladarse a la cabecera municipal o la ciudad de Durango u opcionalmente a otros estados dependiendo de la vocación profesional.

La infraestructura de educación cuenta con los siguientes planteles:

Jardín de Niños (preescolar) 0

Escuelas primarias	1
Escuelas Secundarias /telesecundarias	0
Escuelas Técnicas (CBTA)	0

En la Tabla siguiente se muestra el total de la población de la localidad que sabe leer, y escribir, así como también los que no saben leer ni escribir.

Comunidad	Sabe leer y escribir		No sabe leer ni escribir		Total
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
Huahuapan	36	46	5	2	88
Total	**36**	**46**	**5**	**2**	**88**

Alfabetismo. (Fuente: INEGI, Censo 2010)

- **Actividades productivas**

En la localidad, las actividades primarias son básicamente ganadería y agricultura, teniéndose una proporción de 31,31% de la población ocupada.

Agricultura y Ganadería. Son básicamente a nivel familiar para autoconsumo y relativamente poca comercialización.

Minería. - En la localidad de Tayoltita se encuentra ubicada la Unidad Minera Primero Empresa Minera.

Comercial. - En Huahuapan, cabecera municipal y en las distintas comunidades existen establecimientos comerciales para cubrir las necesidades de insumos de la población.

Manufactura. - La industria manufacturera es escasa en el municipio, se trabaja en la fabricación de muebles (carpintería), jarciería, silvicultura y talabartería; prácticamente estos oficios se realizan a nivel familiar y a pequeña escala.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental.

El Sistema Ambiental se constituye por un conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos existentes dentro del Área de Influencia del proyecto y el área del proyecto, que interactúan entre sí con los individuos y su comunidad. Este sistema se encuentra sub-constituido a su vez por dos subsistemas, el medio natural y el socioeconómico. Los elementos y procesos del ambiente natural se proyectan en tres subsistemas (Medio físico: con los componentes aire, suelo y agua; Medio biológico: vegetación terrestre y fauna y Medio perceptual: paisaje/detalles visuales). El socioeconómico está conformado por las estructuras y condiciones sociales, histórico-culturales y económicas del Sistema Ambiental; que sustentan un grupo de parámetros o factores que subsecuentemente se conforman por diversos componentes del medio ambiente.

El Diagnostico Ambiental se realizo mediante un análisis de la información recopilada durante la caracterización del Sistema Ambiental del proyecto presentada en esta capítulo, la cual se desarrollo con base en información recabada mediante consulta documental, uso de plataformas digitales oficiales y el inventario de campo realizado para el proyecto, lo cual nos permite establecer una línea base o estado cero del Sistema Ambiental del Área de Estudio.

A continuación, a manera de síntesis de los elementos que conforman el SA en el AI del Proyecto (AI) y el Área del Proyecto (AP), se enumeran las características más sobresalientes de sus componentes bióticos y abióticos.

Aspectos abióticos.

a) Clima.

De acuerdo a la clasificación climática realizada por Köppen en 1936 y modificada por la maestra Enriqueta García de Miranda para adaptarla a las condiciones particulares de México, tenemos que:

AI del proyecto	*AP*
Tipos: • *Semicalido subhúmedo del grupo c* • *Semicalido subhúmedo del grupo c*	C(W2) Templado Temperatura media anual entre 12°c y 18°c, temperatura

• *Semicálido, templado subhúmedo* • *Calido subhumedo* • *Cálido subhúmedo* • *Cálido subhúmedo* • *Semifrío subhúmedo* • *Templado subhúmedo* • *Templado subhúmedo* • *Templado*	del 33% 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.

Para conocer la cantidad de agua que entra y sale debido a la precipitación de lluvia y evapotranspiración en el AI del proyecto se calculó el Balance Hídrico del SA, así como del Área del Proyecto.

Balance hídrico en el Sistema Ambiental.

El balance hídrico es una herramienta que permite conocer características de la cuenca mediante la aplicación del principio de conservación de la masa o la ecuación de continuidad (Díaz y Alarcon, 2018).

Como conclusión se tiene que con en el estado actual de la vegetación en el SA el volumen medio de escurrimiento es de **231'539,348.17 m^3**, mientras que la infiltración es de **239'536,956.52 m^3**. En el caso de que se removiera la cobertura vegetal por completo se tendría un volumen medio de escurrimiento sería de **349'730,144.94 m^3** y la infiltración de **121'346,159.74 m^3**. Con esto se concluye que se estaría dejando de infiltrar casi el doble de lo que actualmente se infiltra, si se modificara la cobertura de la vegetación en el área.

Balance hídrico actual y potencial en el Área del Proyecto.

Una vez que se realicen las actividades de CUSTF y estas se concluyan, el suelo permanecerá desnudo durante un año. **Considerando el tiempo que el suelo permanecerá desnudo anteriormente mencionado se tiene que en el polígono 1 con el CUSTF el volumen de escurrimiento aumentara 11.16 m^3 adicionales a lo que escurre en condiciones actuales, mientras que en el polígono 2 se aumentaran 47.92 m^3 adicionales al escurrimiento actual, sumado ambos valores el escurrimiento total es de 59.08 m^3 adicionales a lo que escurre actualmente en la superficie total del CUSTF.** Esta es la cantidad de m^3 que se escurrirán durante el año en el que el suelo quedara desprovisto de vegetación.

Con base a lo anteriormente descrito se tiene que las cantidades de m^3 que dejaran de infiltrarse en los polígonos de CUSTF son: **11.16 m^3 para el polígono 1 y 47.92 m^3 para el polígono 2, de tal manera que la suma de estos valores es igual a 59.08 m^3** que se perderán de infiltración con el cambio de usos de suelo, lo cual se tiene que este permanecerá desprovisto de vegetación por el lapso de un año, mientras se revegeta de manera espontánea.

Como conclusión se tiene que las cantidades en m^3 en que aumentara el escurrimiento serán las mismas en que disminuirá la infiltración, de tal manera que la cantidad total de escurrimiento a controlar e infiltración a compensar es de **59.08 m^3**.

b) Geología y geomorfología.

En base a la cartografía geológica escala 1:50,000 editada por el Servicio Geológico Mexicano, dentro de la microcuenca hidrológica donde se ubica el proyecto, se tiene la presencia de la carta geológica "DURANGO" clave G13-11, y apoyándose en la carta geológica G13-D52 "San Juan del Rio", se describe este aspecto.

PROVINCIA	SUBROVINCIA	SISTEMA DE TOPOFORMAS
Sierra Madre Occidental CLAVE: III	Gran Meseta y Cañones Duranguense CLAVE: 15	Sierra Alta con Cañonex
		Superficie de Gran Meseta con Cañadas

La zona donde se localiza el Proyecto cuenta con un rango altitudinal que va de los 1,940 a 2,230 msnm y de los 2,230 a los 2,520 msnm, con un terreno mayoritariamente montañoso.

De acuerdo al estudio de la Composición y estructura de las comunidades vegetales, en la Sierra Madre Occidental, Durango, México, la fisiografía del SA es muy variable, encontrándose rangos de pendiente del 0 al 10% hasta rangos de 60 a 65% (Ilustración 6).

El Área de influencia del proyecto está conformada principalmente por lomeríos con pendientes complejas que oscilan entre el 25% y el 35%, así como mesetas altas con pendientes uniformes de 0 a 10% (terrenos ondulados) y en menor proporción se

encuentran áreas con pendientes pronunciadas, alcanzando un 45% las consideradas como escarpadas y que representan un 10% de la superficie del Sistema Ambiental (Aragón et al.).

c) Suelos.

Dentro del AI del proyecto existe una gran variedad de unidades de suelo, se lograron identificar 53 tipos de suelo; lo que nos indica una alta variabilidad edafológica. El grupo con mayor cobertura es el Phaeozem, Cambisol y Leptosol. También como producto del ambiente en que se han desarrollado, los suelos muestran un elevado contenido de arcilla, proveniente del intemperismo de los tipos de roca que se encuentran tanto dentro como fuera del AI del proyecto. La mayor parte de los suelos tienen texturas franco-arcillosas.

De acuerdo con los datos vectoriales de edafología de la Carta G13-11 "Durango", Esc. 1:250,000 de INEGI, específicamente para el área del proyecto, el tipo de suelo identificado corresponde a **CMsklep + PHcrlep/2r**, cuyas características se describen a continuación:

- Suelo: **CMsklep**

CM	**Cambisol.** Suelo que tiene un horizonte subsuperficial (Cámbico) que muestra evidencias de alteración y remoción, no tiene consistencia quebradiza y un espesor de por lo menos 15 cm.
Calificadores	
Esquelético (sk)	que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediados en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad
Epileptico (lep)	que tiene roca continua que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.

- Suelo: **PHcrlep/2r**

PH	**Phahezom.** Suelo que presenta una capa superficial de color oscuro (horizonte Mólico) y una saturación con bases del 50% o mayor y una matriz libre de carbonato de calcio por lo menos hasta una profundidad de 100 cm o hasta el límite con una capa contrastante (roca, cementación).
Calificadores	
Cromico (cr)	que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.
Leptico (le)	que tiene roca continua que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

Grado de Susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica en el SA.

Tasa de erosión hídrica en el SA

La tasa de erosión correspondiente al SA se basó en las condiciones actuales de la cobertura vegetal (erosión actual), y el máximo posible de erosión que se podría presentar si se removiera la cobertura vegetal en su totalidad.

La erosión actual presente es de **8.56 ton/ha/año,** por tal se puede concluir que con las condiciones actuales de vegetación el grado de erosión es nula a ligera menor de 10 ton/ha/año, que es el máximo permisible para que se considere como erosión natural como se presenta en el Tabla "grado de la erosión hídrica en rangos (ton/ha/año)". Multiplicando la perdida de suelo actual en ton/ha/año por la superficie del SA se tiene que en ton/año se están perdiendo **2'194,987.76 ton/año**.

La pérdida de suelo que se podría ocasionar si se removiera el total de la cobertura vegetal en el SA sería de **856.42 ton/ha/año**, la erosión potencial se consideraría de grado muy alta, ya que el rango se encuentra por encima de las 200 ton/ha/año, como se pude observar en la Tabla "grado de la erosión hídrica en rangos (ton/ha/año)". Si se multiplica la superficie total del SA por la erosión en ton/ha/año, en dado caso que se eliminara la cubierta vegetal se perderían **5'716,031.76 ton/año**.

La tasa de erosión es la diferencia de restar la erosión actual menos la erosión potencial y el resultado es la cantidad de perdida de suelo que se erosionaría si se removiera la cobertura vegetal del SA.

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosion = 2'194,987.76\ ton/año - 219'498,775.5588\ ton/año}$$

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosión\ (ton/año) = 217'303,787.80\ ton/año}$$

Tasa de erosión eólica en el SA

La tasa de erosión correspondiente al SA se basó en las condiciones actuales de la cobertura vegetal (erosión actual), y el máximo posible de erosión que se podría presentar si se removiera la cobertura vegetal en su totalidad (erosión potencial).

La erosión actual presente es de **8.93 ton/ha/año,** multiplicando la perdida de suelo actual por la superficie del Sistema Ambiental se tiene que en ton/año se están perdiendo **2'288,519.72 ton/año**. Si se removiera la vegetación por completo, se perderían **43.61 ton/ha/año**, multiplicando la pérdida de suelo potencial en ton/ha/año por el área total del SA se tiene que se perderían **11'177,372.72 ton/año**.

La tasa de erosión es el resultado de restar la erosión actual menos la erosión potencial, de esta forma se tiene que la tasa de perdida de suelo por erosión eólica dentro del SA en ton/año sería de **8'888,853.00 ton/año**, esto se daría solo si se removiera la cobertura vegetal de la superficie del SA.

Tipos de erosión y degradación presentes en el Área del proyecto (INEGI).
Tasa de erosión hídrica en el AP.

La pérdida de suelo en ton/ha/año en el escenario actual es de **2.96 ton/ha/año** para el polígono 1 y de **2.89 ton/ha/año** para el polígono 2 ambos polígonos darán como resultado un total de **5.85 ton/ha/año**, una vez que el suelo se encuentre desprovisto de vegetación con el cambio de uso de la erosión potencial será de **296.13 ton/ha/año** para el polígono 1 para el polígono 2 será de **288.58 ton/ha/año**, es dos valores en total suman **548.71 ton/ha/año**.

Una vez que se tienen los resultados de la pérdida de suelo en ambos escenarios y en ton/ha/año para cada uno de los polígonos de CUSTF, estos se multiplican por la superficie de los polígonos para obtener la perdida de suelo por acción del agua por superficie en ton/año. En el polígono uno se tiene que se pierden actualmente **0.07 ton/año** y en el polígono 2 se están perdiendo **0.29 ton/año**, estos dos valores suman **0.37 ton/año**. Con la remoción de la vegetación por el CUSTF en el polígono 1 se perderán **7.05 ton/año** mientras que en el polígono 2 la perdida será de **29.49 ton/año**, ambos valores suman **36.54 ton/año**. **Con el resultado de la resta de la erosión actual menos la erosión potencial se obtiene como diferencia 6.98 ton/año para el polígono 1 y 29.20 ton/año para el polígono 2, sumando ambos valores dan un total de 36.18 ton/año que se perderán en la superficie que se someterá a CUSTF** dentro del AP.

Una vez que se realice el CUSTF en el AP, el suelo permanecerá desnudo durante un año, si se realiza la operación de multiplicar el resultado de la perdida de suelo en los dos escenarios el resultado es el mismo ya que se multiplica por 1. **De esta manera se considera que durante el tiempo en el que el suelo permanecerá desprovisto de cobertura vegetal se perderán 6.89 ton/año en el polígono 1 y 29.20 en el polígono 2 sumando un total de 36.18 ton/año que contempla la superficie del CUSTF**.

Tasa de erosión eólica en el AP.

La pérdida de suelo en ton/ha/año en el escenario actual es de **6.69 ton/ha/año** para los dos polígonos, un vez que se realice el CUSTF y que el suelo se encuentre desprovisto de vegetación, se tiene que la erosión potencial será de **33.47 ton/ha/año** para los dos polígonos. Una vez que se tiene estos resultado se multiplican por la superficie que ocupa cada polígono y se obtiene que en ton/año en el **polígono 1** actualmente se están perdiendo **0.16 ton/año** y en el **polígono 2** se pierden **0.68 ton/año, ambas cantidades suman un total de 0.84 ton/año**. Multiplicando el valor de erosión potencial en ton/ha/año por la incidencia de la superficie de cada polígono se obtiene lo siguiente: en el **polígono 1** se perderán **0.80 ton/año** y el en **polígono 2 se perderán 3.42 ton/año, sumando las cantidades de perdida de suelo de ambos polígonos se tendrían 4.22 ton/año.** Obteniendo el resultado de la operación de restar la erosión actual menos la erosión potencial en ton/año, se tiene una tasa de erosión para **polígono 1 de 0.64 ton/año** y para el **polígono 2 es de 2.74 ton/año**, sumando ambos resultados se tiene un total de **3.37 ton/año** de perdida de suelo en los dos polígonos.

Tabla 44 Tasa de perdida de suelo por erosión eólica MIA superficie de CUSTF

Polígono	Superficie (ha)	Erosión actual (ton/ha/año)	Erosión potencial (ton/ha/año)	Erosión actual por Sup. (ton/año)	Erosión potencial por Sup. (ton/año)	Tasa de erosión (ton/año)
Polígono 1	0.0238	6.69	33.47	0.16	0.80	0.64
Polígono 2	0.1022	6.69	33.47	0.68	3.42	2.74
Total erosión				**0.84**	**4.22**	**3.37**

Una vez que se realicen las actividades de CUSTF y estas se concluyan, el suelo permanecerá desnudo durante un año, de esta manera es que los resultados de la perdída de suelo se mantienen iguales, ya que se multiplican por 1 que corresponde al año en que no habrá

cobertura vegetal. **Por tal es que se considera que durante el tiempo en el que el suelo permanecerá desprovisto de cobertura vegetal se perderán 0.64 ton/año en el polígono 1 y 2.74 en el polígono 2 sumando un total 3.37 ton/año que contempla la superficie del CUSTF**.

d) Hidrología superficial y subterránea.

Considerando la cartografía del tema consultada y del Diccionario de Datos Hidrológicos de Aguas Superficiales editado por el INEGI se describe el marco hidrológico del AI del proyecto:

CUENCA HIDROLOGICA	SUBCUENCA HIDROLOGICA	MICROCUENCA	CLAVE	SUPERFICIE (ha)
Rio San Loreno	Rio de Los Remedios	Cuevecillas	10-028-01-087	21,903.657
(B)	(b)			

El uso del agua superficial en la sierra es agrícola, siguiendo en importancia el pecuario y posteriormente el doméstico; considerando las características hidrológicas de la cuenca se evaluó un coeficiente de escurrimiento de 12.59% que relacionado con los 2621.96 millones de m3, anuales precipitados determinan un escurrimiento anual de 330.25 millones de m3, dentro del estado.

Hidrología subterránea.

De acuerdo a la información proporcionada por el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGAPU) de CONAGUA, el proyecto se encuentra dentro del Acuífero Río San Lorenzo en la Región Hidrologico-Administrativa Pacifico-Norte que intersecta con el Estado de Sinaloa, cuyos datos son:

Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica d 49,905 008 Mm3/año, Descarga natural 188 Mm3, Recarga total media anual de 335 Mm3/año, Sobreexplotación 0, Indice de disponibilidad .33949, Disponibilidad a febrero de 2014 54,392751 con fecha de publicación en el DOF 27/08/2009.

De acuerdo al balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, es de 335.0 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 58.29 millones de metros cúbicos, por entradas de flujo subterráneo, la recarga vertical de 276.71 millones de metros cúbicos anuales, a partir de agua de lluvia en las zonas montañosas, así como la recarga inducida por retornos de riego en la red hidroagrícola de canales de distribución de agua, en los cultivos distribuidos en la superficie del acuífero.

La descarga del acuífero ocurre a través de salida por flujo subterráneo de 68.3 millones de metros cúbicos, salida mediante extracción de agua subterránea a través de las captaciones de 125.6 millones de metros cúbicos anuales, descarga por flujo base que va hacia el mar de 31.5 millones de metros cúbicos y un volumen por evapotranspiración en zonas de niveles someros de 111.72 millones de metros cúbicos. El cambio de almacenamiento negativo considera un volumen de 2.12 millones de metros cúbicos.

Problemática detectada en el acuifero.

- Escasez natural de agua

En la superficie del acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, la precipitación media anual es de 916 milímetros y la evaporación potencial es de 1,573 milímetros, por lo que un volumen importante del agua precipitada se evapora, lo que implica que el escurrimiento y la infiltración sean reducidos.

Dichas circunstancias, además de la creciente demanda del recurso hídrico en la región, para cubrir las necesidades básicas de sus habitantes y seguir impulsando las actividades económicas de la misma, y la limitada disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero, podría generar competencia por el recurso entre los diferentes usos, implicando el riesgo de que se presenten efectos negativos de la explotación intensiva del agua subterránea, tanto en el ambiente como a los usuarios del recurso.

- Riesgo de sobreexplotación

En el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, la extracción total es de 125.6 millones de metros cúbicos anuales, mientras que la recarga que recibe el acuífero, está cuantificada en 335.0 millones de metros cúbicos anuales y la descarga natural comprometida es de 188.0 millones de metros cúbicos anuales.

Aun con la existencia de los instrumentos referidos en el Considerando Octavo del presente, en el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, existe el riesgo de que el incremento de la demanda de agua subterránea genere los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como la profundización de los niveles de extracción, la inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición de los manantiales y del caudal base y de la descarga hacia el mar y la zona de estuarios, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea y una posible intrusión salina, por lo que es necesario prevenir la sobreexplotación, proteger al acuífero de un desequilibrio hídrico y deterioro ambiental que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

La extracción de agua subterránea para satisfacer el incremento de la demanda, puede originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar la sobreexplotación, impidiendo el impulso de las actividades productivas y poniendo en riesgo el ambiente y el abastecimiento de agua para los habitantes de la región que dependen de este recurso.

- Riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua

En el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, existe riesgo de contaminación, debido a la falta de tratamiento de las aguas residuales y a la gran cantidad de fosas sépticas en zonas donde no se cuenta con drenaje sanitario, así como el uso de agroquímicos, además de la ocasionada por la actividad pecuaria, que representan fuentes potenciales de contaminación del agua subterránea.

Adicionalmente, el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, es un acuífero costero y los aprovechamientos próximos a la línea de la costa tienen un factor que limita la extracción de agua subterránea, ya que el espesor del agua dulce es reducido, por lo que existe el riesgo potencial de que la intrusión marina incremente la salinidad del agua subterránea en

la zona actual de explotación, que se concentra en la zona cercana al litoral y próxima a la interface salina, en caso de que la extracción intensiva del agua subterránea provoque abatimientos tales, que ocasionen la modificación e inversión de la dirección del flujo de agua subterránea, y consecuentemente el agua marina pudiera migrar hacia las zonas de agua dulce, provocaría que la calidad del agua subterránea se deteriore, hasta imposibilitar su utilización sin previa desalación; lo que implicaría elevados costos y restringiría el uso del agua, que sin duda afectaría al ambiente, a la población, a las actividades que dependen del agua subterránea y al desarrollo económico de la región.

Como se puede observar en la información anterior el Acuífero Rio San Lorenzo es un acuífero costero, por lo que se considera que el proyecto no impactara a el acuífero ya que se localiza en la parte alta de la sierra madre occidental.

e) Vegetación.

La vegetación identificada en el AI del proyecto según la carta de Uso de Suelo y Vegetación clave G13-11 "DURANGO", Serie VI, Editada por el INEGI, consiste en Bosque de encino-pino y elementos de selva baja caducifolia, donde los árboles varían en alturas de 4 a 15 metros en las especies de bosque de encino y en selva baja caducifolia; hasta alturas de 20 mts en el género *Pinus*.

De las especies vegetales identificadas en el inventario forestal, se tiene *Erythrina coralloides* Colorín listada bajo categoría de Amenazada con distribución No Endémica en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Índices de abundancia.

El ecosistema de CUSTF presenta un índice de diversidad de 1.85, mientras que el SA que es de 2.19. Así mismo, el ecosistema del SA presenta una equidad de 0.95, similar al área objeto de CUSTF, esto indica que hay mayor riqueza en el ecosistema del SA que en el área objeto de CUSTF y que la distribución de individuos por especie es similar para ambas. A partir de los datos obtenidos, se determinó la riqueza específica en dos zonas del SA; encontrándose presentes 10 especies.

Análisis de biodiversidad.

La superficie del área del proyecto se verá afectada, debido a que se removerá vegetación dentro del área, lo que en un momento dado pudiera traducirse a pérdida de biodiversidad de flora y por ende de fauna que habita en la zona ya que esta acción causa migración debido a que eliminan las áreas de protección y fuentes de alimentación para determinados grupos de especies, rompiéndose así las cadenas tróficas.

Sin embargo en las áreas aledañas al proyecto existen áreas con características ecológicamente similares y según los estudios realizados para las áreas del proyecto (área de CUSTF) y zonas contiguas (SA) los índices de diversidad (Shannon) , así como de Valor de importancia (IVI) en algunos casos son mayores en las áreas de CUSTF, por lo que el impacto será mínimo. Para mitigar estas acciones se realizará reubicación de especies de fauna de lento desplazamiento como mamíferos y reptiles y se tendrá especial atención en aquellas especies que estén listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estos resultados plantean la importancia de mantener la estructura y composición de la vegetación para la conservación de las especies por lo que se plantean medidas que permitan conservar la densidad y coberturas que presenta la zona propuesta para cambio de uso de suelo.

En algunos casos algunas especies presentan un valor mayor en la zona de CUSTF, sin embargo a fin de equilibrar estos valores se sugieren acciones las cuales permiten conservar la densidad existente en al área que se pretende afectar; dado que salvo en plantaciones (y ni aun en esos casos) es imposible que los valores se correspondan; sin embargo se puede observar que todas las especies registradas se encuentran tanto en las zona propuesta para cambio de uso de suelo como en el SA, aunque en diferente densidad (lo cual es característico en este tipo de vegetación, en la cual como ya se mencionó, se presentan manchones de vegetación así como áreas desprovistas de ella), lo cual se puede explicar dadas las condiciones y abrupto del terreno, la diferencia altitudinal y ser esta una zona llamada de transición, así como la presencia de cercos perimetrales que limitan el pastoreo o presencia de ganado en algunas zonas, lo que propicia que las densidades y número de individuos varíe; sin embargo lo relevante es que todas las especies se encuentran

representadas en el SA y aun cuando estas sean afectadas con la implementación del proyecto, seguirán presentes en la zona ya que en los muestreos y transectos realizados se logró observar la presencia de estas especies distribuidas en una superficie y cantidad importante dentro de la SA.

Total de especies a establecer en el SA.

Estrato Arbóreo SA			Estrato Arbóreo CUSTF		
Nombre científico	**Nombre común**	**No de individuos**	**No de individuos**	**Diferencia**	**Individuos a incorporar**
Acacia pennatula	Tepame	29	17	12	12
Arbutus xalapensis	Madroño	11	5	6	6
Bocconia arbórea	Palo diablo	5		5	
Bursera bipinnata	Torote	5		5	
Ceiba aesculifolia	Pochote	10		10	
Comarostaphylis polifolia	Macuate	21	14	7	7
Conzattia multiflora	Navío	5		5	
Erythrina coralloides	Colorín	2		2	
Ipomoea arborescens	Palo Blanco	14		14	
Pinus tenuifolia	Pinus tenuifolia	13	7	6	6
Prunus serotina	Capulín	3		3	
Quercus candicans	Encino ancho	10	6	4	4
Quercus castanea	Capulincillo	71	54	17	17
Quercus laurina	Encino laurelillo	6	1	5	
Quercus resinosa	Encino amarillo	5	1	4	4
Quercus tuberculata	Encino	10		10	
Sapindus saponaria	Jaboncillo	3		3	
TOTAL		**221**	**105**		**55**

f) Medio Socioeconómico.

El proyecto que se pretende desarrollar esta relacionado con la operación de la Planta Hidroeléctrica Las Truchas, la cual fue establecida desde 1930 para producir energía eléctrica suficiente para la operación de la Planta de Beneficio y Mina de Tayoltita, la cual es una fuente de empleo para los habitantes de la Región de San Dimas, y alrededores.

Las comunidades que guardan una relación directa con el proyecto son principalmente la cabecera municipal de San Dimas y las Localidades de Huahuapan y las Truchas, donde se ubica el proyecto que se pretende desarrollar.

La base económica de las comunidades del AI de proyecto se sustenta básicamente en la producción agropecuaria, actividades comerciales, servicios tradicionales de prestación de servicios y la minería, siendo la producción agropecuaria y la minería las actividades económicas más cercanas a estas comunidades.

g) Paisaje.

El paisaje dentro del AI del proyecto se considera homogéneo, sin que un elemento en especial domine sobre el resto, se encuentra limitado por montañas y cerros. La calidad lumínica es alta.

En cuanto a la calidad del paisaje y la fragilidad de este tenemos que:

- El área propuesta para el proyecto combina una calidad restrictiva nula, pero una baja fragilidad debido a la existencia de la Unidad Minera, lo que indica que es una zona donde el proyecto se podría promocionar sin problemas ya que no se tiene una alta visibilidad de la zona que recibirá el impacto por la existencia de camuflajes naturales que la disimulan.

- Por la sencillez del paisaje en el AI de proyecto, se tienen posibilidades adecuadas de absorción de ciertos elementos ya que son difíciles de visualizar, sobre todo si aún no se tienen las dimensiones exactas proyectadas al abandono del proyecto.

Conclusiones.

Conforme a la información consultada y los estudios elaborados para el Sistema Ambiental del proyecto se resume que la zona donde se pretende ubicar el Proyecto mantiene un nivel de afectación por las actividades antropogénicas en los últimos años, las cuales corresponden a construcción de caminos, construcción de línea eléctrica, reubicación de la Localidad Truchas, construcción de Planta Hidroeléctrica y obras asociadas.

La trayectoria del proyecto se ubica principalmente en zonas marginales de caminos construidos por lo que se realizará una afectación mínima al ecosistema la cual puede ser minimizada con la aplicación de medidas de prevención y mitigación apropiadas. Esto

significa que la zona, con Proyecto o sin él, mantendrá en el futuro próximo las mismas condiciones ambientales, sin embargo, el desarrollo del Proyecto apoyará a contrarrestar la problemática de la zona mediante el aumento de la capacidad de la red de distribución eléctrica lo cual es un beneficio directo para la calidad de vida y la generación de empleo y demanda de servicios en la región, además se contribuira a la disminución de la erosión actual y el aumento de la capacitdad de infiltración derivado de la aplicación de las obras de conservación de suelo y el enriquecimiento vegetal en un área especifica para promover además la conservación de la biodiversidad.

El Proyecto tendrá un impacto positivo a nivel regional, ya que se generarán empleos, se propiciará la introducción de bienes y servicios que beneficiarán a los pobladores, además de la aplicación de obras de conservación de suelos que minimizará los índices de erosión presentes con el uso actual.

Manifiesto de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

“Ramal L.T.E. Las Truchas - Casa de Máquinas Presa Hidroeléctrica Las Truchas”

Primero Empresa Minera S.A. de C.V.

CAPITULO V.

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Febrero, 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO.

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 3

Introducción. 3

Marco conceptual 3

V.1 Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales. 7

V.1.1 Metodologías disponibles para la evaluación de impactos ambientales y su campo de aplicación. 8

V..1.2 Metodología seleccionada para identificar y evaluar los impactos ambientales del proyecto. 11

V.1.3 Selección de Actividades precursoras de impacto. 12

V.2 Diagnostico Ambiental. Escenario actual del Sistema Ambiental. 14

V.3 Criterios y metodologías de evaluación. 27

V.3.1 Identificación de aspectos ambientales y socioeconómicos. 29

V.3.3 Indicadores de impacto. 30

V.3.4 Criterios y técnicas de valoración y jerarquización de los impactos. 35

V.3.5 Posibles Impactos ambientales a generar sin la aplicación de medidas de mitigación. 41

V.4 Análisis de los impactos valorados. 44

V.5 Conclusiones. 57

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Metodologías de evaluación de impacto ambiental. 10

Tabla 2 Tasa de perdida de suelo por erosión eólica MIA superficie de CUSTF 20

Tabla 3. Evaluación de los componentes del sistema ambiental y su interacción con el proyecto. 29

Tabla 4. Indicadores de impacto. 33

Tabla 5. Criterios de Clasificación de Impactos y Valores de Ponderación. 37

Tabla 6. Criterios de Valores de Ponderación. 38

Tabla 7.Niveles de impacto ambiental considerados en la evaluación del proyecto. 38

Tabla 8. Criterios de valoración y clasificación de la significancia de impactos. 40

Tabla 9. Categorías y valores de ponderación de la magnitud de impactos. 40

Tabla 10. Impactos del proyecto por tipo y nivel de magnitud 42

Tabla 11. Niveles de significancia y proporción de los impactos del proyecto. 43

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Introducción.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su Artículo 28 indica 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"* (LGEEPA, 1988) y para el fin, establece la obligación de los particulares de obtener autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales previo al inicio de las obras y actividades enumeradas en el Artículo 28. Por lo tanto, las obras y actividades pretendidas en el presente proyecto, deben sujetarse a la evaluación del impacto ambiental por parte de la SEMARNAT en razón de encuadrar en los supuestos citados.

Para obtener la autorización, la Ley indica la obligación de los particulares de presentar ante la Secretaría, una manifestación de impacto ambiental, la cual debe contener, "una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente" (LGEEPA, 1988); el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGEEPAMEIA) en congruencia con la LGEEPA, determina que la manifestación debe contener la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales (RLGEEPAMEIA, 2000).

Marco conceptual

El concepto de impacto ambiental alude a los efectos, cambios o modificaciones, sean éstos positivos o adversos, que podrían presentarse en las variables ambientales del área donde se desarrollará el proyecto, como consecuencia de la ejecución de las actividades previstas,

teniendo en cuenta para ello, el aspecto dinámico de los procesos ecológicos, en cuanto al tiempo y espacio en que ocurren las interacciones proyecto-ambiente.

De esta concepción, que integra elementos de las definiciones postuladas por Gómez-Orea (1994), Conesa (1995) y la propia legislación ambiental, es relevante destacar que el análisis se centra solamente en los impactos del proyecto sobre el ambiente, excluyendo todo efecto causado por fenómenos naturales que puedan incidir en el área de interés.

Los impactos ambientales que se pueden presentar durante el desarrollo de un proyecto dependen de las características propias de las obras y actividades a realizar, su dimensión, ubicación y las características del medio físico.

Es de considerar que toda obra y/o actividad tendrá impactos sobre el ambiente y sus componentes ambientales de diferente tipo.

El tipo de impacto, también denominado carácter o naturaleza, se refiere, como se señaló anteriormente, a la índole del efecto que se causa sobre las condiciones existentes de estabilidad estructural y funcional del factor ambiental que se analiza.

De manera general se considera que la estabilidad de un componente o sistema ambiental puede verse afectada favorable o desfavorablemente y, por tanto, los impactos, o más correctamente el efecto, se clasifican como positivos o negativos (adversos), respectivamente. De acuerdo con lo anterior, un impacto se considera positivo si su efecto favorece o promueve la estabilidad del componente ambiental; y negativo, cuando su efecto es desfavorable o genera inestabilidad.

Cuando las evaluaciones de impacto ambiental se realizan con fines de gestión de proyectos ante autoridades ambientales, los efectos negativos de un impacto adquieren mayor relevancia para determinar la pertinencia de ejecución del proyecto.

Por esa razón, en los documentos técnicos de evaluación de impacto ambiental, suele estar íntimamente relacionado el concepto de tipo, carácter o naturaleza el efecto, con el de significancia o relevancia, no obstante que existen otros atributos del efecto, además de su naturaleza, que deban tenerse en cuenta para calificar la significancia.

Los impactos pueden clasificarse de acuerdo con distintos criterios: por su carácter, por la relación causa-efecto, por el momento en que se manifiestan, por la interrelación de acciones y o alteraciones, la extensión, su persistencia o la capacidad de recuperación del ambiente, por mencionar sólo algunos. Cada uno de esos criterios genera una o varias categorías de clasificación, todas ellas asociadas con conceptos pertinentes.

Impacto ambiental acumulativo:

De acuerdo con la definición expuesta en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se trata del "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." Para el reconocimiento de este tipo de impactos es importante tener en cuenta que su clasificación como tal, tiene la condición de que previamente a la manifestación del nuevo efecto que se genera, el componente ambiental se encuentre ya alterado, de manera que al causarse el impacto se incrementa el nivel de perturbación preexistente.

Ello significa que, al menos en el contexto legal de la definición indicada, aunque un impacto pueda tener potencial de acumulación, no será acumulativo si no existe ya un efecto previo en el mismo factor ambiental, al cual sume o contribuya con perturbación.

Impacto ambiental sinérgico:

El mismo reglamento indicado lo define como "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."

A este respecto, debe señalarse que, en sentido formal, prácticamente todos los efectos son potencialmente sinérgicos en su coincidencia temporal con otros, en el entendido de que los sistemas ambientales, en sus diferentes escalas, son complejos y mantienen una compleja red de interacciones entre sus componentes, y entre éstos con los agentes externos que ejercen influencia sobre uno, varios o todos los factores que conforman el sistema.

Para efectos de este análisis, la identificación de los impactos sinérgicos tomó como base la existencia simultánea de más de una actividad o agente causal del mismo proyecto, operando sobre los mismos atributos de un solo factor ambiental. No se considera la sinergia con agentes causales externos al desarrollo del proyecto, la cual, de alguna manera, está asociada con el carácter acumulativo de muchos impactos. En ambos conceptos previos, se apunta a la interrelación de acciones causales y/o efectos.

Impacto ambiental residual:

La categoría de clasificación se relaciona con la persistencia del efecto causado El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental los define como "el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación."

El concepto de impacto ambiental a que se hace referencia en esta Manifestación de Impacto Ambiental, alude a los efectos, cambios o modificaciones, sean éstos positivos o adversos, que podrían presentarse en las variables ambientales del área donde se desarrollará el proyecto, como consecuencia de la ejecución de las actividades previstas, teniendo en cuenta para ello, el aspecto dinámico de los procesos ecológicos, en cuanto al tiempo y espacio en que ocurren las interacciones proyecto-ambiente.

Los impactos ambientales que se pueden presentar durante el desarrollo de un proyecto dependen de las características propias de las obras y actividades a realizar, su dimensión, ubicación y las características del medio físico. Es de considerar que toda obra y/o actividad tendrá impactos sobre el ambiente y sus componentes ambientales de diferente tipo.

El tipo de impacto se refiere, a la índole del efecto que se causa sobre las condiciones existentes de estabilidad estructural y funcional del factor ambiental que se analiza. De manera general se considera que la estabilidad de un componente o sistema ambiental puede verse afectada favorable o desfavorablemente y, por tanto, los impactos, o más correctamente el efecto, se clasifican como positivos o negativos (adversos), respectivamente. De acuerdo con lo anterior, un impacto se considera positivo si su efecto favorece o promueve la estabilidad del componente ambiental; y negativo, cuando su efecto es desfavorable o genera inestabilidad.

Los impactos pueden clasificarse en tres tipos de acuerdo con distintos criterios: por su carácter, por la relación causa-efecto, por el momento en que se manifiestan, por la interrelación de acciones y o alteraciones, la extensión, su persistencia o la capacidad de recuperación del ambiente, por mencionar sólo algunos.

V.1 Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales.

El presente capitulo ha sido elaborado con base en el análisis de las características de las obras y actividades que han sido propuestas para el desarrollo del proyecto "Ramal de la L.T.E Las Truchas – Casa de Máquinas Presa Hidroeléctrica Las Truchas" descritas en el Capítulo II, las regulaciones establecidas en Leyes, Reglamentos, normas, programas, decretos, acuerdos, etc., que se encuentran vigentes en la región donde se pretende la realización, y que se han descrito en el Capítulo III y el análisis y las características del escenario ambiental descrito en el Capítulo IV del presente documento; dicho análisis tiene como objetivo identificar las interacciones que resultaran por el desarrollo del proyecto en el escenario ambiental actual tomando en cuenta las tendencias de deterioro natural, el grado de conservación del sistema ambiental y área del proyecto así como la calidad de vida de los habitantes de las comunidades cercanas al mismo con el objetivo de prever los impactos que pudieran generarse y establecer medidas de mitigación adecuadas.

En el desarrollo de este Capítulo, el análisis de los impactos ambientales se centra exclusivamente en los efectos de las actividades de preparación del sitio, y construcción - operación del proyecto sobre los componentes del Sistema Ambiental en que se sitúa el proyecto.

Para realizar una adecuada identificación de impactos se desarrollaron tres acciones base, conforme a lo indicado en las recomendaciones contenidas en la Guía para elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Sector Eléctrico y Cambio de Uso de Suelo (SEMARNAT, 2003)

1. Conocer el proyecto y sus alternativas: para ello, el capítulo II de la MIA, enfoca sus objetivos a recabar la información que permita identificar los componentes del proyecto que podrán ocasionar impactos al ambiente.

2. Conocer el ambiente en el que se va a desarrollar el proyecto: en tal sentido, el capítulo IV ofrece esa información, y la aporta al ejercicio, con un análisis que posibilita disponer del significado ambiental de cada uno de los factores que pudieran ser afectados por los componentes o las acciones del proyecto, y

3. Determinar las interacciones entre proyecto y ambiente: esta es la etapa que aborda esta parte de la MIA.

V.1.1 Metodologías disponibles para la evaluación de impactos ambientales y su campo de aplicación.

La Evaluación de Impacto Ambiental (**EIA**) es presentada y asumida como:

- ✓ Instrumento de política pública,
- ✓ Procedimiento administrativo y
- ✓ Metodología para la ejecución de los estudios de impacto ambiental.

Estas metodologías están encaminadas a identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales de los proyectos, y sus resultados deben ser complementados, en la presentación de los Estudios de Impacto Ambiental (**EsIA**), con la descripción del proyecto en curso de evaluación, el plan de manejo y el sistema de monitoreo a ser aplicado. Las consideraciones previas a la selección de la metodología deben incluir:

- ✓ El marco normativo vigente, incluyendo la existencia de precisiones sobre los **EsIA** que pudieran estar incluidas en las regulaciones pertinentes.
- ✓ El tipo de proyecto ("estructural", "no estructural"), la magnitud y complejidad del mismo, y las características del medio social y físico-biótico potencialmente afectable.
- ✓ El objetivo del **EsIA** (selección de alternativas tecnológicas o de localización, e identificación de impactos).
- ✓ La etapa de desarrollo del proyecto en la cual se aplica la metodología (pre- factibilidad, factibilidad, diseño).

- ✓ La relación entre los requerimientos de datos para cada metodología y la disponibilidad de estos.
- ✓ La relación entre los costos económicos y el requerimiento de personal y equipamiento necesarios, con la magnitud y los impactos potenciales esperables del proyecto.
- ✓ El aseguramiento de la independencia de los resultados que se obtengan en relación con la percepción de los evaluadores.

De la consideración integral de los factores antes mencionados surge la diversidad de metodologías utilizables y, además, disponibles. De hecho, no existe una metodología única y universal. Ello no impide desconocer la necesidad de disponer de metodologías aplicables a la diversidad de actividades a ser evaluadas, a la diversidad de medios y factores ambientales potencialmente afectados, y a la complejidad de las interacciones entre factores y el entorno.

Desde los inicios de los procedimientos de **EIA** hasta el presente las metodologías aplicables se encuentran, en evolución. A nivel internacional, se han generado metodologías de aplicación indistinta a diferentes actividades y tecnologías de aplicación a proyectos específicos. De la misma manera, se han perfeccionado los marcos normativos y la inserción institucional de las **EIA**, incluyendo el mejoramiento de las capacidades de valoración oficial de los **EsIA** presentados.

El marco reglamentario sobre **EIA** puede, además de fijar su obligatoriedad para aquellas actividades y proyectos susceptibles de afectar al ambiente, avanzar en lineamientos de los contenidos de los **EsIA**. Las diferentes metodologías deben ser valoradas en función de las incertidumbres y de los costos asociados a cada una de ellas.

Debe considerarse, también, que las metodologías son aplicables a diferentes etapas o nivel de los **EsIA**. Considerando las etapas de un **EsIA**, a saber, "valoración cualitativa" (valoración general de efectos, identificación de acciones impactantes, identificación de factores a ser impactados, identificación relaciones causa-efecto) y "valoración cuantitativa" (predicción de magnitud del impacto, valoración cuantitativa del impacto). Las mayores incertidumbres asociadas a algunas de las metodologías pueden ser aceptables en las evaluaciones correspondientes a las etapas

iníciales de los proyectos ("valoración cualitativa"), aunque no en la etapa de su "valoración cuantitativa".

Tabla 1. Metodologías de evaluación de impacto ambiental.

Tarea del proceso	Metodología		Utilidad Relativa
Identificación de impactos	Matrices	Simples En etapas	Alta Media
	Diagrama de redes		Alta
	Listas de control	Simples Descriptivas	Media Media
Descripción del medio afectado	Matrices	Simples En etapas	
	Diagrama de redes		
	Listas de control	Simples Descriptivas	Alta
Predicción y evaluación de impactos	Matrices	Simples En etapas	Media Media
	Diagrama de redes		Media
	Listas de control	Descriptivas Escalas, jerarquías	Alta Baja
Selección de la actuación propuesta según valoración de alternativas	Matrices	Simples En etapas	Media Baja
	Listas de control	Escalas, puntos jerárquicos	Media Alta
Resumen y comunicación	Matrices	Simples En etapas	Alta Baja
	Listas de control	Simples	Media

En general, podemos agrupar las metodologías disponibles en las siguientes categorías:

Métodos de identificación de impactos

- Trabajo de equipos interdisciplinarios (caso: Método Delphi)
- Listas de chequeo de efectos
- Flujo gramas y redes causales
- Cartografía ambiental

Métodos de valoración de impactos

- Matriz de Leopold
- Sistema Batelle

Canter (2003) analiza la aplicabilidad de las diferentes metodologías de EsIA conforme al siguiente cuadro.

V..1.2 Metodología seleccionada para identificar y evaluar los impactos ambientales del proyecto.

La metodología utilizada para la identificación de los impactos ambientales del presente proyecto se basa en las recomendaciones contenidas en la guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Sector Eléctrico y Cambio de Uso de Suelo Modalidad: Particular.

Considerando los conceptos establecidos en la Guía antes mencionada, se concluyó que el método de Evaluación del Impacto Ambiental que ofrece una mejor determinación de los impactos ambientales significativos es la **Matriz de Leopold modificada** ya que permite establecer los criterios que serán afectados por el desarrollo del proyecto dando como resultado una caracterización del impacto que permite establecer si estos son significativos o irrelevantes así como el tipo de afectación, la duración de la misma y su magnitud.

La Matriz de Leopold modificada es un método universalmente empleado para realizar la evaluación del impacto ambiental que puede producir un determinado proyecto, tomando en

consideración las actuaciones que se tienen previstas para llevarlo a cabo y sus repercusiones en los distintos factores ambientales considerados.

No es propiamente un modelo para realizar la evaluación del impacto ambiental, sino una forma de sintetizar y visualizar los resultados de los estudios; así, esta matriz sólo tiene sentido si está acompañada de un inventario ambiental y de una explicación sobre los impactos identificados, de su valor, de las medidas para mitigarlos, y de un programa de seguimiento y control.

V.1.3 Selección de Actividades precursoras de impacto.

En esta fase, se analizaron los procesos propuestos para las etapas del proyecto y las obras requeridas para el desarrollo de las mismos; la información se encuentra claramente descrita en el Capítulo II de la MIA-P, sin embargo fue necesario su análisis y síntesis a fin de, posteriormente, dividir las actividades que generen la modificación de las características en los elementos del ambiente, es decir que tengan como consecuencia cualquier cambio en el medio, ya sea adverso o benéfico, resultante total o parcialmente de los aspectos ambientales de proyecto. La división sirve para realizar una identificación lógica de las citadas actividades en las fases de preparación del sitio y construcción.

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, el presente proyecto consiste en la construcción e instalación de un segmento del Ramal de la LTE actual en una longitud de 156.95 metros, con un derecho de vía de 7 metros a cada lado, para lo que se requiere el CUSTF en dos polígonos ubicados en ambos extremos del trazo, ya que en la sección central del trayecto de la LTE se ubica una depresión ocasionada por una escorrentía temporal, en que no es necesario la afectación de la vegetación.

La **superficie total a utilizar** por el proyecto es de **0.2197 Ha** de las cuales **se requiere el CUSTF** en una **superficie de 0.1260 Ha** distribuida en dos polígonos.

De acuerdo al cronograma de operación del proyecto, las actividades que fueron consideradas como precursoras de impacto ambiental se listan a continuación.

ETAPA	OBRA / ACTIVIDAD
PREPARACIÓN DEL SITO	Monitoreos/ localización y/o identificación de sitios de anidamiento y madrigueras. Valoración de la actividad a desarrollar para la protección de especies de fauna silvestres
	Identificación y localización de especies de flora susceptibles de rescate acorde al Programa de rescate y reubicación
	Instalar señalamientos de seguridad, preventivos de cuidado al medio ambiente y contenedores de residuos sólidos urbanos, manejo especial
	Capacitación de Inducción al personal que participara en construcción de la LTE en las etapas de preparación, construcción y operación sobre medidas de seguridad y mitigación de impactos ambientales
CONSTRUCCIÓN - OPERACIÓN	Delimitación de Brecha,
	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual
	Tendido de cableado eléctrico
	Energización y Pruebas pre-operación de instalación eléctrica
	Liberación de LTE para operación
	APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN:
	a) AGUA
	Acordonamiento de material residual
	Medidas de prevención de contaminación de agua
	b) SUELO
	Acordonamiento de material residual
	Suministro de costal de plástico para recolección de residuos
	Enriquemiento de área de restauración para compensación de erosión hidrica y eolica.
	c) VEGETACION
	Reubicación de especies suculentas en riesgo de daño por derribo de vegetación
	Evitar perdida de la cobertura vegetal fuera de los sitios programados
	Evitar afectación de especies protegidas o endémicas
	Enriquecimiento de área de restauración en compensación de los índices de biodiversidad
	d) FAUNA
	Evitar alteraciones de hábitat en sitios aledaños
	Aplicación del Programa de protección y rescate de fauna previa a las actividades y durante la operación
	e) CAPACITACIÓN AL PERSONAL
	Manejo de residuos de manejo especial y sólidos urbanos
	Capacitación sobre aplicación de medidas de seguridad y mitigación de impactos ambientales
	Operación de la Línea Eléctrica
	Mantenimiento preventivo de LTE en la instalación eléctrica

ETAPA	OBRA / ACTIVIDAD
	Mantenimiento de derecho de vía

V.2 Diagnostico Ambiental. Escenario actual del Sistema Ambiental.

A manera de síntesis de los elementos que conforman el ecosistema en el Sistema Ambiental (**SA**) y el Área del Proyecto (**AP**), a continuación, se enumeran las características más sobresalientes de sus componentes bióticos y abióticos.

Aspectos abióticos.

a) *Clima.*

De acuerdo a la clasificación climática realizada por Köppen en 1936 y modificada por la maestra Enriqueta García de Miranda para adaptarla a las condiciones particulares de México, tenemos que:

AI del proyecto	AP
Tipos: • Semicalido subhúmedo del grupo c • Semicalido subhúmedo del grupo c • Semicálido, templado subhúmedo • Cálido subhúmedo • Cálido subhúmedo • Cálido subhúmedo • Semifrío subhúmedo • Templado subhúmedo • Templado subhúmedo • Templado	*C(W2) Templado Temperatura media anual entre 12°c y 18°c, temperatura del 33% 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.*

Para conocer la cantidad de agua que entra y sale debido a la precipitación de lluvia y evapotranspiración en el AI del proyecto se calculó el Balance Hídrico del SA, así como del Área del Proyecto.

Balance hídrico en el Sistema Ambiental.

El balance hídrico es una herramienta que permite conocer características de la cuenca mediante la aplicación del principio de conservación de la masa o la ecuación de continuidad (Díaz y Alarcón, 2018).

Como conclusión se tiene que con en el estado actual de la vegetación en el SA el volumen medio de escurrimiento es de **231'539,348.17 m^3**, mientras que la infiltración es de **239'536,956.52 m^3**. En el caso de que se removiera la cobertura vegetal por completo se tendría un volumen medio de escurrimiento sería de **349'730,144.94 m^3** y la infiltración de **121'346,159.74 m^3**. Con esto se concluye que se estaría dejando de infiltrar casi el doble de lo que actualmente se infiltra, si se modificara la cobertura de la vegetación en el área.

Balance hídrico actual y potencial en el Área del Proyecto.

Una vez que se realicen las actividades de CUSTF y estas se concluyan, el suelo permanecerá desnudo durante un año. **Considerando el tiempo que el suelo permanecerá desnudo anteriormente mencionado se tiene que en el polígono 1 con el CUSTF el volumen de escurrimiento aumentara 11.16 m^3 adicionales a lo que escurre en condiciones actuales, mientras que en el polígono 2 se aumentaran 47.92 m^3 adicionales al escurrimiento actual, sumado ambos valores el escurrimiento total es de 59.08 m^3 adicionales a lo que escurre actualmente en la superficie total del CUSTF.** Esta es la cantidad de m^3 que se escurrirán durante el año en el que el suelo quedara desprovisto de vegetación.

Con base a lo anteriormente descrito se tiene que las cantidades de m^3 que dejaran de infiltrarse en los polígonos de CUSTF son: **11.16 m^3 para el polígono 1 y 47.92 m^3 para el polígono 2, de tal manera que la suma de estos valores es igual a 59.08 m^3** que se perderán de infiltración con el cambio de usos de suelo, lo cual se tiene que este permanecerá desprovisto de vegetación por el lapso de un año, mientras se revegeta de manera espontánea.

Como conclusión se tiene que las cantidades en m^3 en que aumentara el escurrimiento serán las mismas en que disminuirá la infiltración, de tal manera que la cantidad total de escurrimiento a controlar e infiltración a compensar es de **59.08 m^3**.

b) *Geología y geomorfología.*

En base a la cartografía geológica escala 1:50,000 editada por el Servicio Geológico Mexicano, dentro de la microcuenca hidrológica donde se ubica el proyecto, se tiene la presencia de la carta geológica "DURANGO" clave G13-11, y apoyándose en la carta geológica G13-D52 "San Juan del Rio", se describe este aspecto.

PROVINCIA	*SUBROVINCIA*	*SISTEMA DE TOPOFORMAS*
Sierra Madre Occidental CLAVE: III	*Gran Meseta y Cañones Duranguense CLAVE: 15*	*Sierra Alta con Cañonex*
		Superficie de Gran Meseta con Cañadas

La zona donde se localiza el Proyecto cuenta con un rango altitudinal que va de los 1,940 a 2,230 msnm y de los 2,230 a los 2,520 msnm, con un terreno mayoritariamente montañoso.

De acuerdo al estudio de la Composición y estructura de las comunidades vegetales, en la Sierra Madre Occidental, Durango, México, la fisiografía del SA es muy variable, encontrándose rangos de pendiente del 0 al 10% hasta rangos de 60 a 65% (Ilustración 6).

El Área de influencia del proyecto está conformada principalmente por lomeríos con pendientes complejas que oscilan entre el 25% y el 35%, así como mesetas altas con pendientes uniformes de 0 a 10% (terrenos ondulados) y en menor proporción se encuentran áreas con pendientes pronunciadas, alcanzando un 45% las consideradas como escarpadas y que representan un 10% de la superficie del Sistema Ambiental (Aragón et al.).

c) Suelos.

Dentro del AI del proyecto existe una gran variedad de unidades de suelo, se lograron identificar 53 tipos de suelo; lo que nos indica una alta variabilidad edafológica. El grupo con mayor cobertura es el Phaeozem, Cambisol y Leptosol. También como producto del ambiente en que se han desarrollado, los suelos muestran un elevado contenido de arcilla, proveniente del intemperismo de los tipos de roca que se encuentran tanto dentro como fuera del AI del proyecto. La mayor parte de los suelos tienen texturas franco-arcillosas.

De acuerdo con los datos vectoriales de edafología de la Carta G13-11 "Durango", Esc. 1:250,000 de INEGI, específicamente para el área del proyecto, el tipo de suelo identificado corresponde a **CMsklep + PHcrlep/2r**, cuyas características se describen a continuación:

- Suelo: **CMsklep**

CM	**Cambisol.** Suelo que tiene un horizonte subsuperficial (Cámbico) que muestra evidencias de alteración y remoción, no tiene consistencia quebradiza y un espesor de por lo menos 15 cm.
Calificadores	
Esquelético (sk)	que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediados en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad
Epileptico (lep)	que tiene roca continua que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.

- Suelo: **PHcrlep/2r**

PH	**Phahozem.** Suelo que presenta una capa superficial de color oscuro (horizonte Mólico) y una saturación con bases del 50% o mayor y una matriz libre de carbonato de calcio por lo menos hasta una profundidad de 100 cm o hasta el límite con una capa contrastante (roca, cementación).
Calificadores	
Cromico (cr)	que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.
Leptico (le)	que tiene roca continua que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

Grado de Susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica en el SA.

- Tasa de erosión hídrica en el SA

La tasa de erosión correspondiente al SA se basó en las condiciones actuales de la cobertura vegetal (erosión actual), y el máximo posible de erosión que se podría presentar si se removiera la cobertura vegetal en su totalidad.

La erosión actual presente es de **8.56 ton/ha/año,** por tal se puede concluir que con las condiciones actuales de vegetación el grado de erosión es nula a ligera menor de 10 ton/ha/año, que es el máximo permisible para que se considere como erosión natural como se presenta en el Tabla "grado de la erosión hídrica en rangos (ton/ha/año)". Multiplicando la perdida de suelo

actual en ton/ha/año por la superficie del SA se tiene que en ton/año se están perdiendo **2'194,987.76 ton/año**.

La pérdida de suelo que se podría ocasionar si se removiera el total de la cobertura vegetal en el SA sería de **856.42 ton/ha/año**, la erosión potencial se consideraría de grado muy alta, ya que el rango se encuentra por encima de las 200 ton/ha/año, como se pude observar en la Tabla "grado de la erosión hídrica en rangos (ton/ha/año)". Si se multiplica la superficie total del SA por la erosión en ton/ha/año, en dado caso que se eliminara la cubierta vegetal se perderían **5'716,031.76 ton/año**.

La tasa de erosión es la diferencia de restar la erosión actual menos la erosión potencial y el resultado es la cantidad de perdida de suelo que se erosionaría si se removiera la cobertura vegetal del SA.

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosion = 2'194,987.76\ ton/año - 219'498,775.5588\ ton/año}$$

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosión\ (ton/año) = 217'303,787.80\ ton/año}$$

- Tasa de erosión eólica en el SA

La tasa de erosión correspondiente al SA se basó en las condiciones actuales de la cobertura vegetal (erosión actual), y el máximo posible de erosión que se podría presentar si se removiera la cobertura vegetal en su totalidad (erosión potencial).

La erosión actual presente es de **8.93 ton/ha/año,** multiplicando la perdida de suelo actual por la superficie del Sistema Ambiental se tiene que en ton/año se están perdiendo **2'288,519.72 ton/año**. Si se removiera la vegetación por completo, se perderían **43.61 ton/ha/año**, multiplicando la pérdida de suelo potencial en ton/ha/año por el área total del SA se tiene que se perderían **11'177,372.72 ton/año**.

La tasa de erosión es el resultado de restar la erosión actual menos la erosión potencial, de esta forma se tiene que la tasa de perdida de suelo por erosión eólica dentro del SA en ton/año sería de **8'888,853.00 ton/año**, esto se daría solo si se removiera la cobertura vegetal de la superficie del SA.

Tipos de erosión y degradación presentes en el Área del proyecto (INEGI).

- Tasa de erosión hídrica en el AP.

La pérdida de suelo en ton/ha/año en el escenario actual es de **2.96 ton/ha/año** para el polígono 1 y de **2.89 ton/ha/año** para el polígono 2 ambos polígonos darán como resultado un total de **5.85 ton/ha/año**, una vez que el suelo se encuentre desprovisto de vegetación con el cambio de uso de la erosión potencial será de **296.13 ton/ha/año** para el polígono 1 para el polígono 2 será de **288.58 ton/ha/año**, es dos valores en total suman **548.71 ton/ha/año**.

Una vez que se tienen los resultados de la pérdida de suelo en ambos escenarios y en ton/ha/año para cada uno de los polígonos de CUSTF, estos se multiplican por la superficie de los polígonos para obtener la perdida de suelo por acción del agua por superficie en ton/año. En el polígono uno se tiene que se pierden actualmente **0.07 ton/año** y en el polígono 2 se están perdiendo **0.29 ton/año**, estos dos valores suman **0.37 ton/año**. Con la remoción de la vegetación por el CUSTF en el polígono 1 se perderán **7.05 ton/año** mientras que en el polígono 2 la perdida será de **29.49 ton/año**, ambos valores suman **36.54 ton/año**. **Con el resultado de la resta de la erosión actual menos la erosión potencial se obtiene como diferencia 6.98 ton/año para el polígono 1 y 29.20 ton/año para el polígono 2, sumando ambos valores dan un total de 36.18 ton/año que se perderán en la superficie que se someterá a CUSTF** dentro del AP.

Una vez que se realice el CUSTF en el AP, el suelo permanecerá desnudo durante un año, si se realiza la operación de multiplicar el resultado de la perdida de suelo en los dos escenarios el resultado es el mismo ya que se multiplica por 1. **De esta manera se considera que durante el tiempo en el que el suelo permanecerá desprovisto de cobertura vegetal se perderán 6.89 ton/año en el polígono 1 y 29.20 en el polígono 2 sumando un total de 36.18 ton/año que contempla la superficie del CUSTF**.

- Tasa de erosión eólica en el AP.

La pérdida de suelo en ton/ha/año en el escenario actual es de **6.69 ton/ha/año** para los dos polígonos, un vez que se realice el CUSTF y que el suelo se encuentre desprovisto de vegetación, se tiene que la erosión potencial será de **33.47 ton/ha/año** para los dos polígonos. Una vez que

se tiene estos resultado se multiplican por la superficie que ocupa cada polígono y se obtiene que en ton/año en el **polígono 1** actualmente se están perdiendo **0.16 ton/año** y en el **polígono 2** se pierden **0.68 ton/año, ambas cantidades suman un total de 0.84 ton/año**. Multiplicando el valor de erosión potencial en ton/ha/año por la incidencia de la superficie de cada polígono se obtiene lo siguiente: en el **polígono 1** se perderán **0.80 ton/año** y el en **polígono 2 se perderán 3.42 ton/año, sumando las cantidades de perdida de suelo de ambos polígonos se tendrían 4.22 ton/año.** Obteniendo el resultado de la operación de restar la erosión actual menos la erosión potencial en ton/año, se tiene una tasa de erosión para **polígono 1 de 0.64 ton/año** y para el **polígono 2 es de 2.74 ton/año**, sumando ambos resultados se tiene un total de **3.37 ton/año** de perdida de suelo en los dos polígonos.

Tabla 2 Tasa de perdida de suelo por erosión eólica MIA superficie de CUSTF

Polígono	**Superficie (ha)**	**Erosión actual (ton/ha/año)**	**Erosión potencial (ton/ha/año)**	**Erosión actual por Sup. (ton/año)**	**Erosión potencial por Sup. (ton/año)**	**Tasa de erosión (ton/año)**
Polígono 1	0.0238	6.69	33.47	0.16	0.80	0.64
Polígono 2	0.1022	6.69	33.47	0.68	3.42	2.74
Total erosión				**0.84**	**4.22**	**3.37**

Una vez que se realicen las actividades de CUSTF y estas se concluyan, el suelo permanecerá desnudo durante un año, de esta manera es que los resultados de la pérdida de suelo se mantienen iguales, ya que se multiplican por 1 que corresponde al año en que no habrá cobertura vegetal. **Por tal es que se considera que durante el tiempo en el que el suelo permanecerá desprovisto de cobertura vegetal se perderán 0.64 ton/año en el polígono 1 y 2.74 en el polígono 2 sumando un total 3.37 ton/año que contempla la superficie del CUSTF**.

d) *Hidrología superficial y subterránea.*

Considerando la cartografía del tema consultada y del Diccionario de Datos Hidrológicos de Aguas Superficiales editado por el INEGI se describe el marco hidrológico del AI del proyecto:

CUENCA HIDROLOGICA	*SUBCUENCA HIDROLOGICA*	*MICROCUENCA*	*CLAVE*	*SUPERFICIE (ha)*
Rio San Loreno	*Rio de Los Remedios*	*Cuevecillas*	*10-028-01-087*	*21,903.657*
(B)	*(b)*			

El uso del agua superficial en la sierra es agrícola, siguiendo en importancia el pecuario y posteriormente el doméstico; considerando las características hidrológicas de la cuenca se evaluó un coeficiente de escurrimiento de 12.59% que relacionado con los 2621.96 millones de m3, anuales precipitados determinan un escurrimiento anual de 330.25 millones de m3, dentro del estado.

Hidrología subterránea.

De acuerdo a la información proporcionada por el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGAPU) de CONAGUA, el proyecto se encuentra dentro del Acuífero Río San Lorenzo en la Región Hidrológico-Administrativa Pacifico-Norte que intersecta con el Estado de Sinaloa, cuyos datos son:

Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica d 49,905 008 Mm3/año, Descarga natural 188 Mm3, Recarga total media anual de 335 Mm3/año, Sobreexplotación 0, Índice de disponibilidad .33949, Disponibilidad a febrero de 2014 54,392751 con fecha de publicación en el DOF 27/08/2009.

De acuerdo al balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, es de 335.0 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 58.29 millones de metros cúbicos, por entradas de flujo subterráneo, la recarga vertical de 276.71 millones de metros cúbicos anuales, a partir de agua de lluvia en las zonas montañosas, así como la recarga inducida por retornos de riego en la red hidroagrícola de canales de distribución de agua, en los cultivos distribuidos en la superficie del acuífero.

La descarga del acuífero ocurre a través de salida por flujo subterráneo de 68.3 millones de metros cúbicos, salida mediante extracción de agua subterránea a través de las captaciones de 125.6 millones de metros cúbicos anuales, descarga por flujo base que va hacia el mar de 31.5 millones de metros cúbicos y un volumen por evapotranspiración en zonas de niveles someros de 111.72 millones de metros cúbicos. El cambio de almacenamiento negativo considera un volumen de 2.12 millones de metros cúbicos.

Problemática detectada en el acuífero.

- Escasez natural de agua

En la superficie del acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, la precipitación media anual es de 916 milímetros y la evaporación potencial es de 1,573 milímetros, por lo que un volumen importante del agua precipitada se evapora, lo que implica que el escurrimiento y la infiltración sean reducidos.

Dichas circunstancias, además de la creciente demanda del recurso hídrico en la región, para cubrir las necesidades básicas de sus habitantes y seguir impulsando las actividades económicas de la misma, y la limitada disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero, podría generar competencia por el recurso entre los diferentes usos, implicando el riesgo de que se presenten efectos negativos de la explotación intensiva del agua subterránea, tanto en el ambiente como a los usuarios del recurso.

- Riesgo de sobreexplotación

En el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, la extracción total es de 125.6 millones de metros cúbicos anuales, mientras que la recarga que recibe el acuífero, está cuantificada en 335.0 millones de metros cúbicos anuales y la descarga natural comprometida es de 188.0 millones de metros cúbicos anuales.

Aun con la existencia de los instrumentos referidos en el Considerando Octavo del presente, en el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, existe el riesgo de que el incremento de la demanda de agua subterránea genere los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como la profundización de los niveles de extracción, la inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición de los manantiales y del caudal base y de la descarga hacia el mar y la zona de estuarios, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea y una posible intrusión salina, por lo que es necesario prevenir la sobreexplotación, proteger al acuífero de un desequilibrio hídrico y deterioro ambiental que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

La extracción de agua subterránea para satisfacer el incremento de la demanda, puede originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar la sobreexplotación, impidiendo el

impulso de las actividades productivas y poniendo en riesgo el ambiente y el abastecimiento de agua para los habitantes de la región que dependen de este recurso.

- Riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua

En el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, existe riesgo de contaminación, debido a la falta de tratamiento de las aguas residuales y a la gran cantidad de fosas sépticas en zonas donde no se cuenta con drenaje sanitario, así como el uso de agroquímicos, además de la ocasionada por la actividad pecuaria, que representan fuentes potenciales de contaminación del agua subterránea.

Adicionalmente, el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, es un acuífero costero y los aprovechamientos próximos a la línea de la costa tienen un factor que limita la extracción de agua subterránea, ya que el espesor del agua dulce es reducido, por lo que existe el riesgo potencial de que la intrusión marina incremente la salinidad del agua subterránea en la zona actual de explotación, que se concentra en la zona cercana al litoral y próxima a la interface salina, en caso de que la extracción intensiva del agua subterránea provoque abatimientos tales, que ocasionen la modificación e inversión de la dirección del flujo de agua subterránea, y consecuentemente el agua marina pudiera migrar hacia las zonas de agua dulce, provocaría que la calidad del agua subterránea se deteriore, hasta imposibilitar su utilización sin previa desalación; lo que implicaría elevados costos y restringiría el uso del agua, que sin duda afectaría al ambiente, a la población, a las actividades que dependen del agua subterránea y al desarrollo económico de la región.

e) Vegetación.

La vegetación identificada en el AI del proyecto según la carta de Uso de Suelo y Vegetación clave G13-11 "DURANGO", Serie VI, Editada por el INEGI, consiste en Bosque de encino-pino y elementos de selva baja caducifolia, donde los árboles varían en alturas de 4 a 15 metros en las especies de bosque de encino y en selva baja caducifolia; hasta alturas de 20 mts en el género Pinus.

De las especies vegetales identificadas en el inventario forestal, se tiene Erythrina coralloides Colorín listada bajo categoría de Amenazada con distribución No Endémica en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Índices de abundancia.

El ecosistema de CUSTF presenta un índice de diversidad de 1.85, mientras que el SA que es de 2.19. Así mismo, el ecosistema del SA presenta una equidad de 0.95, similar al área objeto de CUSTF, esto indica que hay mayor riqueza en el ecosistema del SA que en el área objeto de CUSTF y que la distribución de individuos por especie es similar para ambas. A partir de los datos obtenidos, se determinó la riqueza específica en dos zonas del SA; encontrándose presentes 10 especies.

Análisis de biodiversidad.

La superficie del área del proyecto se verá afectada, debido a que se removerá vegetación dentro del área, lo que en un momento dado pudiera traducirse a pérdida de biodiversidad de flora y por ende de fauna que habita en la zona ya que esta acción causa migración debido a que eliminan las áreas de protección y fuentes de alimentación para determinados grupos de especies, rompiéndose así las cadenas tróficas.

Sin embargo en las áreas aledañas al proyecto existen áreas con características ecológicamente similares y según los estudios realizados para las áreas del proyecto (área de CUSTF) y zonas contiguas (SA) los índices de diversidad (Shannon) , así como de Valor de importancia (IVI) en algunos casos son mayores en las áreas de CUSTF, por lo que el impacto será mínimo. Para mitigar estas acciones se realizará reubicación de especies de fauna de lento desplazamiento como mamíferos y reptiles y se tendrá especial atención en aquellas especies que estén listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estos resultados plantean la importancia de mantener la estructura y composición de la vegetación para la conservación de las especies por lo que se plantean medidas que permitan conservar la densidad y coberturas que presenta la zona propuesta para cambio de uso de suelo.

En algunos casos algunas especies presentan un valor mayor en la zona de CUSTF, sin embargo a fin de equilibrar estos valores se sugieren acciones las cuales permiten conservar la densidad existente en al área que se pretende afectar; dado que salvo en plantaciones (y ni aun en esos casos) es imposible que los valores se correspondan; sin embargo se puede observar que todas las especies registradas se encuentran tanto en las zona propuesta para cambio de uso de suelo como en el SA, aunque en diferente densidad (lo cual es característico en este tipo de vegetación, en la cual como ya se mencionó, se presentan manchones de vegetación así como áreas desprovistas de ella), lo cual se puede explicar dadas las condiciones y abrupto del terreno, la diferencia altitudinal y ser esta una zona llamada de transición, así como la presencia de cercos perimetrales que limitan el pastoreo o presencia de ganado en algunas zonas, lo que propicia que las densidades y número de individuos varíe; sin embargo lo relevante es que todas las especies se encuentran representadas en el SA y aun cuando estas sean afectadas con la implementación del proyecto, seguirán presentes en la zona ya que en los muestreos y transectos realizados se logró observar la presencia de estas especies distribuidas en una superficie y cantidad importante dentro de la SA.

Total de especies a establecer en el SA.

Estrato Arbóreo SA			**Estrato Arbóreo CUSTF**		
Nombre científico	**Nombre común**	**No de individuos**	**No de individuos**	**Diferencia**	**Individuos a incorporar**
Acacia pennatula	Tepame	29	17	12	12
Arbutus xalapensis	Madroño	11	5	6	6
Bocconia arbórea	Palo diablo	5		5	
Bursera bipinnata	Torote	5		5	
Ceiba aesculifolia	Pochote	10		10	
Comarostaphylis polifolia	Macuate	21	14	7	7
Conzattia multiflora	Navío	5		5	
Erythrina coralloides	Colorín	2		2	
Ipomoea arborescens	Palo Blanco	14		14	
Pinus tenuifolia	Pinus tenuifolia	13	7	6	6
Prunus serotina	Capulín	3		3	
Quercus candicans	Encino ancho	10	6	4	4
Quercus castanea	Capulincillo	71	54	17	17
Quercus laurina	Encino laurelillo	6	1	5	
Quercus resinosa	Encino amarillo	5	1	4	4
Quercus tuberculata	Encino	10		10	
Sapindus saponaria	Jaboncillo	3		3	
TOTAL		**221**	**105**		**55**

f) *Medio Socioeconómico.*

El proyecto que se pretende desarrollar está relacionado con la operación de la Planta Hidroeléctrica Las Truchas, la cual fue establecida desde 1930 para producir energía eléctrica suficiente para la operación de la Planta de Beneficio y Mina de Tayoltita, la cual es una fuente de empleo para los habitantes de la Región de San Dimas, y alrededores.

Las comunidades que guardan una relación directa con el proyecto son principalmente la cabecera municipal de San Dimas y las Localidades de Huahuapan y las Truchas, donde se ubica el proyecto que se pretende desarrollar.

La base económica de las comunidades del AI de proyecto se sustenta básicamente en la producción agropecuaria, actividades comerciales, servicios tradicionales de prestación de servicios y la minería, siendo la producción agropecuaria y la minería las actividades económicas más cercanas a estas comunidades.

g) *Paisaje.*

El paisaje dentro del AI del proyecto se considera homogéneo, sin que un elemento en especial domine sobre el resto, se encuentra limitado por montañas y cerros. La calidad lumínica es alta.

En cuanto a la calidad del paisaje y la fragilidad de este tenemos que:

- *El área propuesta para el proyecto combina una calidad restrictiva nula, pero una baja fragilidad debido a la existencia de la Unidad Minera, lo que indica que es una zona donde el proyecto se podría promocionar sin problemas ya que no se tiene una alta visibilidad de la zona que recibirá el impacto por la existencia de camuflajes naturales que la disimulan.*

Por la sencillez del paisaje en el AI de proyecto, se tienen posibilidades adecuadas de absorción de ciertos elementos ya que son difíciles de visualizar, sobre todo si aún no se tienen las dimensiones exactas proyectadas al abandono del proyecto

V.3 Criterios y metodologías de evaluación.

La metodología seleccionada para la identificación de los impactos ambientales corresponde a la Matriz de Leopold modificada, la cual es un método universalmente empleado para realizar la evaluación del impacto ambiental que puede producir un determinado proyecto, tomando en consideración las actuaciones que se tienen previstas para llevarlo a cabo y sus repercusiones en los distintos factores ambientales considerados.

- La metodología utilizada permite un análisis minucioso de las partes que componen cada etapa del Proyecto, debido a las interacciones de los elementos ambientales con las actividades a desarrollar. Esta característica es relevante ya que se trata de un Proyecto complejo por la diversidad de interacciones de los elementos ambientales con las propias partes del Proyecto, como ejemplo se puede comentar la calidad del aire que se interrelaciona con la mayoría de las partes del Proyecto, las fuentes emisoras de cargas contaminantes se comportan de manera diferente en cada fase, en la preparación del sitio y la construcción de las obras se observa emisión de polvos por el desarrollo de las actividades y de gases de combustión por el uso de maquinaria, dichas cargas contaminantes se comportan negativamente pero de manera intermitente, su dimensión es baja y se circunscriben al área del Proyecto.

Estas características las hacen totalmente reversibles en lo que al impacto ambiental que ocasionan se refiere y es segura su minimización por la aplicación de medidas de mitigación. Éste mismo impacto en la fase de operación, cambia su magnitud en virtud de que las cargas de contaminantes a la atmósfera aumentan en permanencia debido al manejo de suelo fértil, emisiones en los caminos, etc., su extensión geográfica puede cambiar del área del proyecto a el área de influencia y aunque es totalmente reversible se hace necesario la aplicación de medidas de mitigación.

- La metodología permite cuantificar el comportamiento de los impactos ambientales negativos y positivos, para el caso de los primeros este aspecto es notable ya que se pueden identificar claramente aquellos impactos considerados relevantes o significativos y a través del programa de vigilancia ambiental, valorar el efecto de las medidas de mitigación que se realicen y de ser el caso, modificar o cambiar esas acciones buscando mayores índices de mitigación o

compensación, para el caso de los segundos su identificación clara, permite reforzar la ejecución de las actividades que les dieron origen para incrementar su magnitud y consecuente mejora.

- Por la cuantificación de los impactos, es sencillo el control de la ejecución de las medidas de mitigación, restauración, control o compensación para los impactos negativos, ya que contienen los elementos requeridos para sistematizar su administración.

Permite identificar los impactos totalmente reversibles a través de medidas de mitigación, aquellos que pueden ser parcialmente reversibles por las mismas medidas, aquellos que son difíciles de revertir, aquellos que son irreversibles pero mitigables y aquellos que son irreversibles, esta información es estratégica para definir las medidas de mitigación, restauración o compensación que se apliquen.

El proceso de evaluación de los impactos ambientales del proyecto consideró diversas etapas:

a) Identificación de las fuentes generadoras de impacto o agentes causales del proyecto.

b) Identificación de los componentes del ambiente susceptibles a la perturbación por el proyecto.

c) Selección de los indicadores ambientales de estado y calidad que se emplearán en el análisis.

d) Identificación de impactos potenciales.

e) Selección de criterios de valoración y jerarquización de impactos potenciales.

f) Evaluación o estimación de los impactos ambientales.

g) Jerarquización de impactos.

h) Descripción y análisis de impactos relevantes.

De las etapas anteriores, las cuatro primeras han sido abordadas ya en el apartado precedente de este documento. La relativa a la selección de criterios de valoración y jerarquización de impactos potenciales se expone en esta sección; y las tres restantes se tratan en posteriores apartados.

V.3.1 Identificación de aspectos ambientales y socioeconómicos.

Conforme a la evaluación de los componentes del sistema ambiental realizada en el Capítulo IV del presente documento, y presentada a manera de síntesis en el apartado anterior, los indicadores a considerar para realizar la evaluación del impacto ambiental del proyecto bajo estudio quedaron de la siguiente manera:

Tabla 3. Evaluación de los componentes del sistema ambiental y su interacción con el proyecto.

Componente Ambiental	Factor	Indicador	Valoración dicotómica	Observaciones
FISICO				
Clima	Microclima	Modificaciones en la temperatura, humedad relativa, precipitaciones, radiación solar, etc.	0	NO
Aire	Calidad	Presencia de polvos, partículas suspendidas, y humo durante el desarrollo del Proyecto.	1	SI
	Ruido y vibraciones	Aumento de niveles de ruido	1	SI
Suelo	Características físicas	Porosidad, permeabilidad	0	NO
	Erodabilidad	Incremento del grado de erosión	1	SI
	Uso de suelo	Cambio de uso de suelo	1	SI
Agua superficial	Patrón de drenaje	Cambios en el patrón	1	SI
	Calidad	Presencia de contaminación por polvos, partículas disueltas, basura, grasas y aceites	1	SI
	Caudal	Modificaciones en el caudal	0	NO
	Usos	Modificaciones en los usos	0	NO
Agua subterránea	Recarga de acuíferos	Modificaciones en los volúmenes de acuíferos	0	NO
	Calidad	Turbidez, contaminación por grasas, aceites y partículas disueltas	0	NO
Geomorfología	Dinámica Geomorfológica	Modificaciones en geomorfología del suelo	0	NO

	Estabilidad de laderas y relieve	**Presencia de derrumbes y deslizamientos de tierra**	**0**	**NO**
BIOLÓGICO				
Vegetación	**Vegetación primaria**	**Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección**	**1**	**SI**
Fauna	**Mamíferos, anfibios, reptiles y aves**	**Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección**	**1**	**SI**
PERCEPTUAL				
Paisaje	**Escénico**	**Modificaciones en la calidad visual**	**1**	**SI**
SOCIOECONÓMICO				
Medio socioeconomico	**Población**	**Cambios cuantitativos**	**0**	**NO**
	Calidad de vida	**Presencia de bienes y servicios básicos**	**1**	**SI**
	Empleo	**Incrementos en las fuentes de trabajo**	**1**	**SI**
	Actividad Turística	**Modificación de actividad turística**	**0**	**NO**

V.3.3 Indicadores de impacto.

Previamente a la identificación de impactos ambientales, para cada componente del sistema (físico, biótico o socioeconómico) se seleccionaron indicadores ambientales de estado y calidad, considerando la información relevante aportada por el diagnóstico ambiental, la revisión de las actividades causales del proyecto y los indicadores empleados en evaluaciones anteriores.

El indicador, es un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio (Ramos, 1987). También se define como medidas simples de factores o especies biológicas, bajo la hipótesis de que estas medidas son indicativas del sistema biofísico o socioeconómico.

Los indicadores ambientales se usan como herramientas para el seguimiento del estado del medio en relación con el desarrollo sostenible o posibles afectaciones ambientales (Organization for Economic Cooperation and Development, 1991). Se ha considerado el uso de indicadores para poder medir el funcionamiento del medio respecto a los niveles de calidad y sus modificaciones.

En lo que se refiere al estudio de impacto ambiental, los indicadores son de gran utilidad, ya que cumplen con uno o más de los siguientes objetivos:

- Resumir los datos ambientales existentes.
- Comunicar información sobre la calidad del medio afectado.
- Evaluar la vulnerabilidad o susceptibilidad a la contaminación de una determinada categoría ambiental.
- Centrarse selectivamente en los factores ambientales claves.
- Servir como base para la expresión del impacto al predecir las diferencias entre el valor del inicio con proyecto y el valor del mismo índice sin proyecto.

Además, los indicadores de impacto deben cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

Representatividad: se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la actividad.

Relevancia: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

Excluyente: no existe una superposición entre los distintos indicadores.

Cuantificable: medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.

Fácil identificación: definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

La principal aplicación que tienen los indicadores de impacto se registra al comparar alternativas, con lo que permiten determinar para cada elemento del ecosistema la magnitud de la alteración que recibe, sin embargo, estos indicadores también pueden ser útiles para estimar los impactos de un determinado proyecto, puesto que permiten cuantificar y obtener una idea del orden de magnitud de las alteraciones.

La presente evaluación del impacto ambiental comprende indicadores ambientales biofísicos, sociales y económicos que reflejan los cambios significativos en las distintas fases del proyecto.

A continuación, se enumera los índices con sus respectivos indicadores más representativos:

1. Calidad del aire. En el proyecto se aplican distintos indicadores, en las diferentes etapas, como son: número de fuentes móviles, emisión de contaminantes, capacidad de dispersión de sus emisiones, sólidos en suspensión (movimiento de partículas).

2. Calidad del agua superficial y/o subterránea. Se aplica los indicadores: obstrucción de cauces, arrastre de sedimentos y alteración potencial del acuífero derivada de la operación del proyecto.

3. Suelo. El principal indicador utilizado es la superficie de suelo afectado y el riesgo de erosión.

4. Vegetación. Este índice es indispensable, sus indicadores de impactos reflejan claramente el impacto sobre el medio: perdida de cobertura, especies protegidas o endémicas afectadas.

5. Fauna. Los principales indicadores son: Alteración del hábitat, número e importancia de lugares especialmente sensibles: zonas de reproducción, alimentación, especies y poblaciones afectadas por el efecto barrera o por riesgos de atropellamiento y especies endémicas protegidas o de interés afectadas.

6. Ruidos y vibraciones. Un indicador de impacto de este componente es el aumento en los niveles de percepción de ruido y movimientos originados por las actividades y su afectación en los humanos y la fauna.

7. Calidad visual (Paisaje). Los indicadores de este elemento son: número de puntos de especial interés paisajístico afectados, ínter visibilidad de la infraestructura y obras anexas, superficie interceptada y valoración de las diferentes unidades paisajísticas interceptadas por las obras.

8. Calidad de Vida. Este es un término que se ha desarrollado para indicar las características del medio socioeconómico de una determinada área, son distintos los indicadores para determinar este factor, pero destacan cuatro categorías de demandas vitales básicas: bienestar, oportunidad y entretenimiento, cada una se incluyen distintas dimensiones, como los siguientes; ingreso, vivienda, empleo, salud y bienestar, etc.

Previamente a la identificación de impactos ambientales, para cada componente del sistema (físico, biótico o socioeconómico) se seleccionaron indicadores ambientales de estado y calidad, considerando la información relevante aportada por el diagnóstico ambiental, la revisión de las actividades causales del proyecto y los indicadores empleados en evaluaciones anteriores.

Tabla 4. Indicadores de impacto.

COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO	INDICADOR	ACTIVIDAD
AIRE	Sólidos en suspensión	Concentración de partículas suspendidas y gases contaminados	En la etapa de construcción – operación por el movimiento de vehículos
	Emisión de contaminantes		En la etapa de construcción – operación por el movimiento de vehículos
AGUA	Arrastre de sedimentos	Niveles de erosión	En la etapa de construcción durante las actividades de remoción de vegetación
RUIDO	Generación de ruido	Niveles de ruido y vibraciones	En todas las etapas del proyecto
SUELO	Erosión	Aumento en los niveles de erosión	En la etapa de construcción durante las actividades de remoción de vegetación
	Atropellamiento y/o Alteración de especies de importancia	Abundancia faunística	Durante todas las etapas del proyecto por el movimiento de vehículos en zonas aledañas al AP.
	Ahuyentamiento de fauna	Abundancia faunística	Este se dará durante la ejecución de todas las obras y actividades contempladas para el desarrollo del proyecto, tanto en el área del proyecto como en los alrededores debido a la generación de ruido y la implementación del Programa de Protección de Fauna.

COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO	INDICADOR	ACTIVIDAD
PAISAJE	Contaminación visual por movimiento de vehículos	Calidad y armonía visual	En la Etapa de preparación del Sitio durante la colocación de letrinas portátiles. Durante la etapa de construcción por el transporte de personal e insumos a las zonas aledañas.
	Perdida de cualidades estéticas	Calidad y armonía visual	. En la etapa de construcción del segmento de la L.T.E, por la remoción de vegetación y tendido del cable
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Demanda de Servicios	Aumento en la demanda	Aumento en el requerimiento de insumos para realizar las actividades en todas las etapas del proyecto.
	Generación de empleos	Aumento de empleos en la región	Contratación de personal para todas las actividades del proyecto.

Una vez establecidos los indicadores de impactos se procedió a elaborar la **Matriz de Leopold modificada** para identificar las interacciones entre las actividades causales identificadas y los componentes ambientales, definiendo cuáles serán las actividades del proyecto que más impactos ocasionaran sobre el medio ambiente y así mismo establecer cuál será el Componente ambiental más afectado por el desarrollo del proyecto, dando como resultado una Matriz de Causa – Efecto (Anexo 5.1).

Se incorpora, asimismo, una valoración preliminar de la naturaleza de cada interacción o impacto, utilizando para ello los criterios generales de carácter en donde se identifica con el símbolo (-1) a las interacciones negativas o adversas, (0) Neutro y con la letra (+1) a las positivas o benéficas. La naturaleza del efecto se califica en términos genéricos como positivo, cuando el cambio favorece las condiciones de estabilidad estructural o funcional del factor ambiental; o negativo, cuando el cambio es desfavorable a éstas.

La naturaleza del efecto se califica en términos genéricos como positivo, cuando el cambio favorece las condiciones de estabilidad estructural o funcional del factor ambiental; o negativo, cuando el cambio es desfavorable a éstas.

Es relevante destacar en este punto que el concepto de potencialidad de los efectos alude precisamente a la posibilidad de ocurrencia de una alteración o modificación, sin que ello

signifique que necesariamente suceda. En la ejecución de proyectos regularmente se identifican un sinnúmero de impactos potenciales, pero no todos tienen probabilidad de ocurrir, debido, esencialmente, a que pueden preverse y, en consecuencia, evitarse o mitigarse a través de acciones concretas incorporadas por el proyecto.

De este ejercicio se obtuvo la Matriz de caracterización de los impactos. (Anexo 5.1)

V.3.4 Criterios y técnicas de valoración y jerarquización de los impactos.

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o actuación sobre el medio ambiente.

En ese sentido estos criterios y métodos tienen una función similar a los de la valoración del inventario, puesto que los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación tratan de valorar conjuntamente el impacto global de la obra.

La ocurrencia de impactos ambientales son expresiones de una o varias facetas de la vulnerabilidad o fragilidad del sistema ambiental, de manera que los efectos ocasionados en el ambiente, ya sea en uno, varios o todos los factores que lo integran, puede ser individualizada por una serie de características o atributos del impacto, que pueden valorarse cualitativamente.

Los atributos de los impactos ambientales que son tomados en cuenta para su análisis constituyen los criterios de valoración y/o jerarquización; y su selección es determinante para dotar de objetividad a la evaluación

La selección de la metodología para valorar los impactos ambientales y socioeconómicos y sus criterios se basa, como ya se mencionó en los apartados anteriores, en las recomendaciones contenidas en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental.

En este estudio, con el propósito de valorar y jerarquizar los impactos ambientales identificados como potenciales, se empleó una versión modificada de los criterios propuestos por Espinoza (2001), que involucra a siete atributos del impacto: (i) carácter; (ii) grado de incidencia; (iii) importancia; (iv) probabilidad de ocurrencia; (v) extensión; (vi) duración; y (vii) reversibilidad. Los

criterios y métodos que se utilizaron para la valoración (evaluación) de los impactos ambientales, poseen características semicuantitativas que permiten definir valores numéricos para la predicción del comportamiento de los impactos.

- ✓ Carácter: hace referencia a la naturaleza positiva o negativa del efecto, con respecto al estado del componente ambiental antes de iniciar el desarrollo del proyecto. Indica si, en lo que se refiere a la faceta de vulnerabilidad del factor ambiental que se analiza, la actividad es benéfica o perjudicial, entendiendo esto como favorable o no a la estabilidad del componente.

- ✓ Conforme al carácter, los impactos se clasifican en positivos, negativos y compatibles, considerando a estos últimos como aquéllos que, a pesar de tener un efecto potencialmente adverso, son aceptables desde el punto de vista normativo debido a su baja magnitud.

- ✓ Grado de incidencia en el medio ambiente: se relaciona con el nivel de perturbación en el factor ambiental o sistema; aporta información general sobre la magnitud del efecto y se clasifica como alta, regular y escasa.

- ✓ Importancia: califica la relevancia general del efecto desde el punto de vista de los recursos naturales y la calidad ambiental; se clasifica como alta, media y baja.

- ✓ Riesgo de ocurrencia: estima la probabilidad de que se presente el impacto; se clasifica como muy probable, probable o poco probable.

- ✓ Extensión: se refiere a la amplitud del territorio involucrado por el impacto; puede ser regional, local o puntual.

- ✓ Duración o temporalidad: se refiere al comportamiento en el tiempo de los impactos previstos e informa sobre la duración del efecto; se clasifica como permanente cuando el efecto se manifiesta por años y excede el tiempo de vida útil del proyecto; media, cuando el efecto sólo se expresa durante la operación del proyecto; o corta, si se expresa sólo en las etapas preoperativas del proyecto.

- ✓ Reversibilidad: tiene en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad del factor ambiental de retornar a la situación anterior a la acción; se clasifican en impactos.

Técnicas de valoración y jerarquización:

- Estimación de la magnitud del impacto:

Dado que la calificación individual y aislada de los criterios de análisis expresados anteriormente resulta insuficiente para comprender integralmente el valor e importancia de un impacto, es necesario recurrir a métodos que permitan integrar la información aportada por cada criterio y estimar el valor en su conjunto, mediante la asignación de valores numéricos de ponderación. Estos métodos son denominados semicuantitativos, dado que aportan una referencia numérica o valor de magnitud, aun cuando no estiman, efectivamente, el valor preciso, cuantificable, de la magnitud e importancia de un efecto.

En el caso particular, para la valoración de los impactos ambientales se seleccionó una variante de la técnica semicuantitativa de Espinoza (2001) para valorar la magnitud de los efectos, basada en: (i) la individualización de los criterios de análisis indicados anteriormente para cada impacto; (ii) la asignación de una calificación objetiva a cada criterio, de acuerdo con tres valores de ponderación determinados; y (iii) la estimación del valor de magnitud mediante una fórmula de cálculo.

Tabla 5. Criterios de Clasificación de Impactos y Valores de Ponderación.

Criterios	*Valores de Ponderación*		
Carácter (C)	Positivo (1)	Negativo (-1)	Compatible (-1)
Grado de Incidencia (P)	Alta (3)	Regular (2)	Escasa (1)
Importancia (I)	Alta (3)	Media (2)	Baja (1)
Probabilidad de Ocurrencia (O)	Muy probable (3)	Probable (2)	Poco probable (1)
Extensión €	Regional (3)	Local (2)	Puntual (1)
Duración (D)	Permanente (3)	Media (2)	Corta (1)
Reversibilidad ®	Irreversible (3)	Parcial (2)	Reversible (1)
Total	18	12	6

Tabla 6. Criterios de Valores de Ponderación.

VALORACIÓN DE MAGNITUD DE IMPACTOS IMPACTO TOTAL = C x (P + I + O + E + D + R)	
NIVELES DE MAGNITUD DE IMPACTOS	
NEGATIVO (-)	
SEVERO	≥(-) 16
MODERADO	(-15) ≥ (-)10
POSITIVO (+)	
ALTO	≥(+) 16
MEDIANO	(+15) ≥ (+) 10
BAJO	≤ (+) 9
COMPATIBLE (-)	
COMPATIBLE	≤ (-) 9

De acuerdo con esta técnica, según el carácter y el valor de magnitud, los impactos pueden clasificarse en positivos, negativos o compatibles; y, con base en los rangos establecidos de valores de magnitud, pueden tipificarse por niveles.

Tabla 7.Niveles de impacto ambiental considerados en la evaluación del proyecto.

Carácter	***Nivel***	***Valores de Magnitud***	***Interpretación***
Positivo	Alto	> o = 16	Se trata de efectos que tienden a mejorar las condiciones de los componentes que prevalecían antes del desarrollo del proyecto, ya sea porque: eliminan o reducen presiones preexistentes, favorecen la conservación de la calidad del componente ambiental, o mejoran francamente su condición.
	Mediano	10 - 15	Son efectos que pueden crear condiciones, tendencias o procesos, que permiten a los componentes ambientales, usualmente perturbados con anterioridad a la ejecución del proyecto, recuperar una calidad mejor a la que poseían.
	Bajo	< 9	Son efectos positivos, que, no obstante, no aportan un gran beneficio para los componentes del ambiente, crean condiciones favorables a la preservación de su calidad.
Negativo	Severo	> ó = (-16)	Son efectos adversos de tal magnitud, que la recuperación de las condiciones del componente ambiental perturbado por el desarrollo del proyecto exige la aplicación de medidas específicas y estrictas, de control y mitigación.
	Moderado	-10 a -15	Se trata de efectos negativos que alteran las condiciones del componente ambiental en una magnitud tal que es posible

Carácter	*Nivel*	*Valores de Magnitud*	*Interpretación*
			recuperarlas en cierto tiempo mediante prácticas de mitigación simples.
Compatible		< (-9)	Se trata de efectos en esencia adversos, pero de baja magnitud y sobre componentes del ambiente que recuperan sus condiciones y calidad una vez que cesa la acción que lo origina; pueden considerarse nulos o mínimos, no requieren de prácticas de mitigación y son compatibles con las regulaciones normativas.

Las matrices de Valoración de la Magnitud de los Impactos se presentan en el Anexo 5.1.

- Estimación de la significancia del impacto:

El propósito de la valoración de la significancia de los impactos consiste en identificar y jerarquizar los efectos que revisten mayor relevancia. La significancia, trascendencia o importancia de los impactos, es un atributo cualitativo que aporta gran utilidad para determinar el balance ambiental del proyecto, ya que asocia la magnitud del efecto con su capacidad de acumulación, la fragilidad del componente ambiental y la probabilidad de controlar el efecto.

Ello es importante, ya que suelen presentarse impactos magnitud alta o media, pero de poca significancia debido a que se manifiestan sobre factores ambientales poco frágiles o vulnerables, son fáciles de prevenir y no acumulativos.

Este tipo de análisis es apropiado para enriquecer la evaluación con criterios de discriminación que permitan ponderar el conjunto de los efectos identificados y evaluados, de manera que la autoridad ambiental cuente con suficientes elementos de discernimiento respecto del balance ambiental del proyecto.

La valoración de la significancia involucra una serie de criterios y categorías. Para el caso particular de este análisis, se seleccionó una técnica muy sencilla pero eficaz para la evaluación de la mayoría proyectos.

SIGNIFICANCIA = M + A + F + C

Tabla 8. Criterios de valoración y clasificación de la significancia de impactos.

CRITERIOS	CATEGORÍAS		
MAGNITUD (M)	Baja	Media	Alta
ACUMULACIÓN (A)	No acumulativo	Moderado	Alto
FRAGILIDAD DEL COMPONENTE (F)	Baja	Moderada	Alta
PROBABILIDAD DE CONTROL (C)	Alta	Mediana	Poca o nula
VALORES DE CÁLCULO	1	2	3

Rango de Valores	Nivel de significancia
4 — 6	Poco significativo
7 – 9	Moderadamente significativo
10 – 12	Muy significativo

Magnitud (M): expresa el nivel de incidencia o afectación sobre un componente ambiental determinado; puede ser: baja, media o alta. La determinación de la categoría de magnitud se corresponde con los valores y rangos empleados en la valoración de la magnitud expuesta en los aparatados precedentes. La ponderación respectiva se ilustra en la Tabla 22.

Tabla 9. Categorías y valores de ponderación de la magnitud de impactos.

NIVEL DE IMPACTO	CATEGORIA DE MAGNITUD	VALOR DE CÁLCULO
< 9	Baja	1
10 – 15	Media	2
> 16	Alta	3

Una de las ventajas de esta técnica es que puede emplearse para determinar la significancia de impactos tanto adversos, como positivos.

Acumulación (A): alude al incremento en la intensidad de un impacto preexistente como consecuencia del efecto que se analiza. Las categorías en este rubro son: no acumulativo, cuando se trata de efectos simples, que se manifiestan en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios.

Las categorías moderado y alto son aplicables a impactos que, de manifestarse, contribuirían a incrementar impactos preexistentes.

Fragilidad (F): es el grado de sensibilidad o susceptibilidad del componente ambiental que se analiza ante el desarrollo de las actividades causales del impacto. Se clasifica en: baja, moderada y alta, con valores de estimación del 1 al 3, respectivamente.

Probabilidad de control (C): este criterio se aplica de manera práctica con impactos adversos y se refiere a la probabilidad de aplicar medidas o prácticas para controlar el efecto, sean éstas de prevención, mitigación o compensación. Se alude específicamente a la probabilidad y no a la posibilidad de control, para incluir solamente a las medidas que realista y efectivamente puede incorporar el proyecto. La clasificación maneja las categorías de alta, mediana y poca o nula probabilidad. Para conservar el equilibrio en la ponderación y balance de la evaluación, en impactos positivos se entiende que al mantener o mejorar las condiciones de estabilidad del factor ambiental, no requieren de medidas de control, por lo que se les considera en la categoría de poca o nula probabilidad.

V.3.5 Posibles Impactos ambientales a generar sin la aplicación de medidas de mitigación.

Empleando las técnicas descritas anteriormente se realizó la valoración de los impactos ambientales identificados y expuestos previamente, empleando dos enfoques de análisis: (i) la estimación de la magnitud de los efectos; y (ii) la evaluación de su significancia.

La evaluación de la magnitud de los impactos se realizó, como fue indicado, con una variante de la técnica semicuantitativa de Espinoza (op cit.), en tanto que la relativa a la estimación de la significancia utilizó una técnica de análisis no publicada.

A efecto de facilitar la revisión, los resultados obtenidos con esas aplicaciones metodológicas se integraron en respectivas matrices simples, que expresan los valores estimados de magnitud y significancia de los impactos ambientales del proyecto, por actividad, componente e indicador ambiental, empleando un código colores para diferenciar los niveles asignados a los efectos. Los resultados de ambos métodos se trabajaron en una misma matriz, con el propósito de disponer, en una sola hoja de cálculo, del conjunto de datos relevantes. Las Tablas que contienen las matrices para la valoración de magnitud y significancia de los impactos se adjuntan en la información electrónica presentada en formato PDF dentro del Anexo 5.1 del presente documento.

De manera general, el desarrollo del proyecto **sin la implementación** de medidas de prevención, mitigación y compensación adecuadas podría ocasionar la generación de 60 impactos ambientales originados por las interacciones de los componentes ambientales con las actividades del proyecto. La magnitud y numero de impactos por etapa del proyecto se presenta en la siguiente tabla.

Carácter	Tipo	Preparación del Sitio	Construcción	Operación	Total de Impactos por magnitud
Negativo	Moderado	0	5	2	7
Positivo	Mediano	0	1	3	4
Compatible	Compatible	14	22	11	47
Total de impactos por etapa		**14**	**28**	**16**	**58**

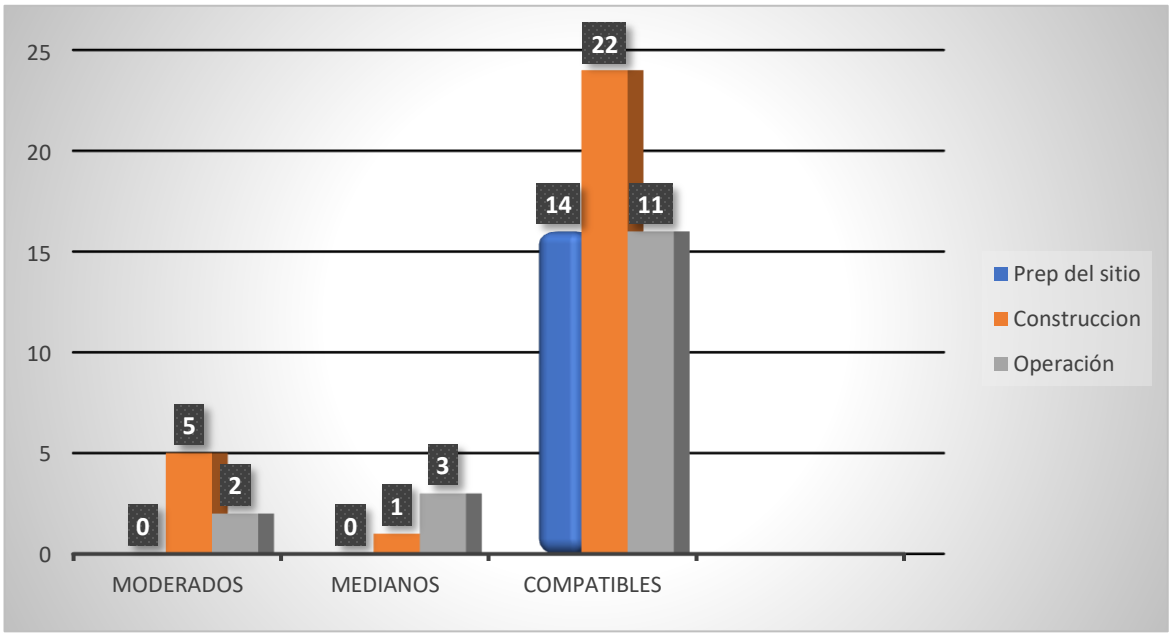


Tabla 10. Impactos del proyecto por tipo y nivel de magnitud

Con base en los resultados expuestos anteriormente, se observa que la mayoría de los impactos negativos del proyecto son de magnitud compatible, en tanto que la mayor parte de los efectos positivos tienen magnitud alta.

En cuanto al grado de significancia, la evaluación arroja los siguientes resultados.

Carácter	Preparación del Sitio	Construcción	Operación	Total de Impactos por significancia
Poco significativo	2	8	8	**18**
Moderadamente significativo	12	14	3	**29**
Muy significativo	0	6	5	**11**
Total de impactos por etapa del proyecto	**14**	**28**	**16**	**58**

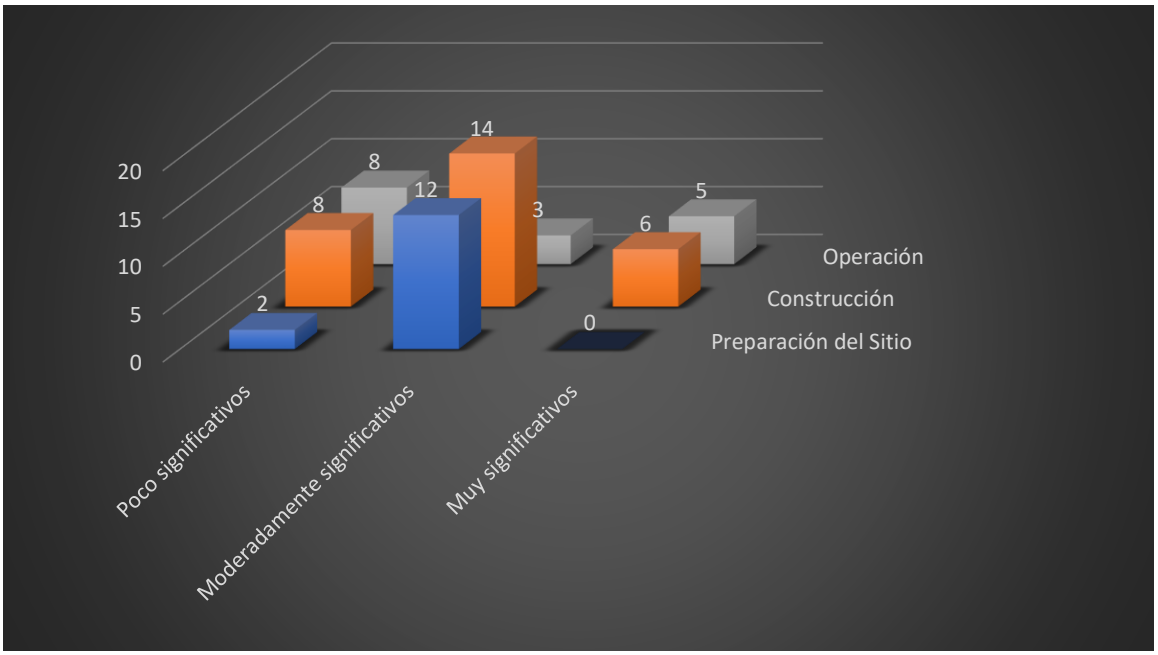


Tabla 11. Niveles de significancia y proporción de los impactos del proyecto.

Al analizar los impactos por su nivel de significancia, se tienen 18 impactos poco significativos, 29 impactos moderadamente significativos y 11 impactos muy significativos.

Con base en la evaluación del impacto ambiental realizada podemos concluir que las actividades que generaran un mayor impacto negativo con el desarrollo del proyecto son:

- Remoción de vegetación forestal en los polígonos de CUSTF

- Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual
- Mantenimiento de derecho de vía

V.4 Análisis de los impactos valorados.

Conforme a los resultados de la evaluación y valoración de impactos ambientales a generar por el desarrollo del proyecto "Ramal L.T.E. Las Truchas – Casa de Máquinas Hidroeléctrica Las Truchas", se elaboró la siguiente tabla, en la cual se presentan los impactos a generar por obra y componente ambiental sin la aplicación de las medidas de mitigación.

IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO.	
Clave del Impacto	**F1**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Monitoreos/ localización y/o identificación de sitios de anidamiento y madrigueras. Valoración de la actividad a desarrollar para la protección de especies de fauna silvestres
Clave del Impacto	**F2**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Instalar señalamientos de seguridad, preventivos de cuidado al medio ambiente y contenedores de residuos sólidos urbanos, manejo especial
Clave del Impacto	**B1**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Vegetación
Factor Ambiental	Vegetación primaria
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo

Actividad que lo generará	Identificación y localización de especies de flora susceptibles de rescate acorde al Programa de Protección de Flora
Clave del Impacto	**B2**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Fauna
Factor Ambiental	Mamíferos, anfibios, reptiles y aves
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Monitoreos/ localización y/o identificación de sitios de anidamiento y madrigueras. Valoración de la actividad a desarrollar para la protección de especies de fauna silvestres
Clave del Impacto	**B3**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Instalar señalamientos de seguridad, preventivos de cuidado al medio ambiente y contenedores de residuos sólidos urbanos, manejo especial
Clave del Impacto	**MS1**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Delimitación e identificación de los polígonos de CUSTF y MIA. Selección de vegetación a remover
Clave del Impacto	**MS2**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Monitoreos/ localización y/o identificación de sitios de anidamiento y madrigueras. Valoración de la actividad a desarrollar para la protección de especies de fauna silvestres

Clave del Impacto	MS3
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Identificación, y localización de especies de flora susceptibles de rescate acorde al Programa de rescate y reubicación
Clave del Impacto	**MS4**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Instalar señalamientos de seguridad, preventivos de cuidado al medio ambiente y contenedores de residuos sólidos urbanos, manejo especial
Clave del Impacto	**MS5**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Capacitación de Inducción al personal que participara en construcción de la LTE en las etapas de preparación, construcción y operación sobre medidas de seguridad y mitigación de impactos ambientales
Clave del Impacto	**MS6**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Delimitación e identificación de los polígonos de CUSTF y MIA. Selección de vegetación a remover
Clave del Impacto	**MS7**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico

Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Monitoreos/ localización y/o identificación de sitios de anidamiento y madrigueras. Valoración de la actividad a desarrollar para la protección de especies de fauna silvestres
Clave del Impacto	**MS8**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Identificación, y localización de especies de flora susceptibles de rescate acorde al Programa de rescate y reubicación
Clave del Impacto	**MS9**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Instalar señalamientos de seguridad, preventivos de cuidado al medio ambiente y contenedores de residuos sólidos urbanos, manejo especial
Clave del Impacto	**MS10**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Capacitación de Inducción al personal que participara en construcción de la LTE en las etapas de preparación, construcción y operación sobre medidas de seguridad y mitigación de impactos ambientales

IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	
Clave del Impacto	**F3**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Calidad
Indicador	Presencia de polvos, partículas suspendidas, y humo durante el desarrollo del Proyecto.
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Tendido de cableado eléctrico
Clave del Impacto	**F4**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Delimitación de Brecha
Clave del Impacto	**F5**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Clave del Impacto	**F6**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual
Clave del Impacto	**F7**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción

Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Tendido de cableado eléctrico
Clave del Impacto	**F8**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Suelo
Factor Ambiental	Erodabilidad
Indicador	Incremento del grado de erosión
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Clave del Impacto	**F9**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Suelo
Factor Ambiental	Uso de Suelo
Indicador	Cambio de Uso de Suelo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Clave del Impacto	**F10**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Agua superficial
Factor Ambiental	Patrón de Drenaje
Indicador	Cambios en el patrón de drenaje
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Clave del Impacto	**F11**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Agua superficial
Factor Ambiental	Calidad
Indicador	Presencia de contaminación por polvos, partículas disueltas, basura, grasas y aceites
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Clave del Impacto	**B4**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Vegetación
Factor Ambiental	Vegetación primaria
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección

Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Clave del Impacto	**B5**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Vegetación
Factor Ambiental	Vegetación primaria
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual
Clave del Impacto	**B6**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Fauna
Factor Ambiental	Mamíferos, anfibios, reptiles y aves
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Clave del Impacto	**B7**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Fauna
Factor Ambiental	Mamíferos, anfibios, reptiles y aves
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual
Clave del Impacto	**P1**
Medio Ambiental	Perceptual
Componente Ambiental	Paisaje
Factor Ambiental	Escénico
Indicador	Modificaciones en la calidad visual
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Clave del Impacto	**P2**
Medio Ambiental	Perceptual

Componente Ambiental	Paisaje
Factor Ambiental	Escénico
Indicador	Modificaciones en la calidad visual
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual
Clave del Impacto	**P3**
Medio Ambiental	Perceptual
Componente Ambiental	Paisaje
Factor Ambiental	Escénico
Indicador	Modificaciones en la calidad visual
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Tendido de cableado eléctrico
Clave del Impacto	**MS11**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Delimitación de Brecha
Clave del Impacto	**MS12**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Clave del Impacto	**MS13**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual
Clave del Impacto	**MS14**
Medio Ambiental	Socioeconómico

Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Tendido de cableado eléctrico
Clave del Impacto	**MS15**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Energización y Pruebas pre-operación de instalación eléctrica
Clave del Impacto	**MS16**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Liberación de LTE para operación
Clave del Impacto	**MS17**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de empleo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Delimitación de Brecha
Clave del Impacto	**MS18**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de empleo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Clave del Impacto	**MS19**
Medio Ambiental	Socioeconómico

Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de empleo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual
Clave del Impacto	**MS20**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de empleo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Tendido de cableado eléctrico
Clave del Impacto	**MS21**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de empleo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Energización y Pruebas pre-operación de instalación eléctrica
Clave del Impacto	**MS22**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Liberación de LTE para operación

IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN	
Clave del Impacto	**F12**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Calidad
Indicador	Presencia de polvos, partículas suspendidas, y humo durante el desarrollo del Proyecto.

Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Clave del Impacto	**F13**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Clave del Impacto	**F14**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Suelo
Factor Ambiental	Uso de Suelo
Indicador	Cambio de Uso de Suelo
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Clave del Impacto	**F14**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Suelo
Factor Ambiental	Propiedades químicas
Indicador	Contaminación del Suelo
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento preventivo de LTE en la instalación eléctrica
Clave del Impacto	**F15**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Suelo
Factor Ambiental	Propiedades químicas
Indicador	Contaminación del Suelo
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Clave del Impacto	**F16**
Medio Ambiental	Físico
Componente Ambiental	Agua superficial
Factor Ambiental	Calidad

Indicador	Presencia de contaminación por polvos, partículas disueltas, basura, grasas y aceites
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento preventivo de LTE en la instalación eléctrica
Clave del Impacto	**F17**
Medio Ambiental	Físico
Componente Ambiental	Agua superficial
Factor Ambiental	Calidad
Indicador	Presencia de contaminación por polvos, partículas disueltas, basura, grasas y aceites
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Clave del Impacto	**B8**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Vegetación
Factor Ambiental	Vegetación primaria
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Clave del Impacto	**B9**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Fauna
Factor Ambiental	Mamíferos, anfibios, reptiles y aves
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Clave del Impacto	**P4**
Medio Ambiental	Perceptual
Componente Ambiental	Paisaje
Factor Ambiental	Escénico
Indicador	Modificaciones en la calidad visual
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía

Clave del Impacto	MS23
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de vida
Indicador	Demanda de servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Mediano
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Operación de la Línea Eléctrica
Clave del Impacto	**MS24**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de vida
Indicador	Demanda de servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Mediano
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento preventivo de LTE en la instalación eléctrica
Clave del Impacto	**MS25**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de vida
Indicador	Demanda de servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Clave del Impacto	**MS26**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Mediano
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Operación de la Línea Eléctrica
Clave del Impacto	**MS24**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Mediano
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento preventivo de LTE en la instalación eléctrica

Clave del Impacto	MS25
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía

V.5 Conclusiones.

Como se puede apreciar, durante la etapa de construcción, se prevé que la actividad que generará más impactos ambientales negativos es la de desmonte, y el transporte de materiales y personal a la zona. En lo que respecta a la etapa de operación, el mantenimiento de la línea de transmisión eléctrica y la operación en si serán actividades que originarán impactos debido al riesgo de electrocución de aves.

Una vez identificados todos los impactos, se procedió a llevar a cabo su cuantificación y jerarquización donde una vez identificados los impactos, éstos se evalúan mediante su valoración cuantitativa para finalmente jerarquizarlos.

Con base en la jerarquización, el impacto adverso de mayor relevancia es la remoción de vegetación seguido de la afectación de la fauna debido al desplazamiento originado por el aumento de ruido y la presencia de personal, además del riesgo de electrocución, posteriormente la modificación al paisaje debido al desmonte, a la presencia de vehículos en zonas aledañas al sitio del proyecto y a la presencia de estructuras, como son las torres y la línea de conducción.

Sin embargo, tal como se indicó en el Capítulo IV del presente documento, se considera que la afectación al paisaje será poco significativa debido a que el diseño del segmento de la línea utilizará la menor longitud y superficie posible, lo que minimiza la necesidad de remover la cobertura vegetal existente, sin embargo, el desmonte y la presencia de las estructuras y la línea de transmisión eléctrica provocará una modificación al paisaje la cual se considera como no reversible.

En general, el resto de los impactos ambientales identificados se consideraron como adversos bajos, debido principalmente a que en su mayoría se presentarán de manera temporal y con posibilidades de ser mitigados.

Manifiesto de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

“Ramal L.T.E. Las Truchas - Casa de Máquinas Presa Hidroeléctrica Las Truchas”

Primero Empresa Minera S.A. de C.V.

CAPITULO VI.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Febrero, 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 2

Marco conceptual. 2

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 4

VI.2 Impactos residuales. 26

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

Marco conceptual.

La identificación de las medidas de mitigación o correctivas de los impactos ambientales se sustentan principalmente en la premisa de que siempre es mejor no producirlos, que establecer medidas correctivas pertinentes.

Como toda actividad humana, la minería produce impactos ambientales de diferente naturaleza y magnitud sobre los componentes del medio físico, biótico y social del entorno en donde se desarrolla. Las obras y actividades asociadas con el desarrollo minero tienen efectos diversos que no pueden generalizarse, ya que se encuentran determinados por numerosos factores que dependen de los atributos del proyecto y de las características del medio en donde se pretende realizar.

Respecto de los atributos del proyecto propuesto en este documento, son relevantes características como:

(i) el tipo de obras a realizar

(ii) la cantidad y dimensión de las obras;

(iii) los sistemas de operación, gestión y control ambiental previstos, entre otras; muchas de ellas definidas a su vez, por las particularidades tanto del yacimiento mineral de interés, como del contexto espacial donde éste se localiza.

Asimismo, los sitios donde se encuentran los yacimientos minero son tan diversos en cuanto a sus condiciones físicas y ambientales, estructura y composición del paisaje, integridad ecológica, relevancia, etc., que prácticamente cada proyecto u operación en este sector productivo es único y, por tanto, requiere de una evaluación específica en materia ambiental.

Las actividades que se pretende desarrollar por este proyecto, serán reguladas en su ejecución y se acompañaran de las medidas de protección ambiental necesarias, acorde a la Normatividad Vigente, mismas que se especificaran en este apartado.

En general, las medidas de mitigación se clasifican en cinco tipos, de acuerdo con el objetivo particular que persiguen:

Medidas preventivas: tienen el objetivo de evitar la ocurrencia de efectos negativos. La disponibilidad de estas medidas es esencial para reducir los costos ambientales del proyecto y asegurar que su desarrollo se conduzca dentro límites de afectación ambiental aceptables por la normatividad.

Medidas de mitigación: su aplicación pretende atenuar los efectos negativos inevitables dentro del entorno natural y social, para llevarlos a niveles aceptables desde el punto de vista de la normatividad o de la capacidad de carga o resiliencia del sistema ambiental.

Medidas de compensación: su objetivo consiste en generar un efecto positivo alternativo y equivalente a uno de carácter adverso que no es posible mitigar, creando un escenario similar al deteriorado, ya sea en el mismo lugar o en un sitio distinto.

Medidas de restauración: buscan restituir las condiciones preexistentes en un escenario ambiental que ha sido deteriorado, una vez que las fuentes de perturbación han desaparecido. También se conocen como medidas de rehabilitación o recuperación. Normalmente forman parte de los requerimientos establecidos por la normatividad o autoridad ambiental.

Medidas de control: muchas veces asociadas con las acciones de mitigación, estas medidas tienen el propósito de asegurar que las actividades causales de impacto ambiental se desarrollen en circunstancias tales que no excedan las condiciones de aceptabilidad ambiental del proyecto establecidas por la autoridad, generando efectos adversos previsibles o mitigables.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el proceso de identificación y evaluación de los impactos ambientales que probablemente se generarán por la construcción de las obras y la realización de las actividades que conformarán el Proyecto y con base en los análisis desarrollados en los Capítulos IV y V anteriores, en los cuales se discutieron las condiciones actuales imperantes en razón de las características

y grado de conservación de los elementos ambientales presentes en el sitio, su interrelación con las obras y actividades propuestas y los cambios benéficos o adversos esperados por la ejecución de las citadas obras y actividades, en el presente Capítulo se proponen las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales negativos, que se desarrollarán por la ejecución del Proyecto en sus diversas etapas.

Por lo anterior, esta sección de la MIA-R que nos ocupa, contiene una **descripción general de los impactos identificados, y las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales** planeadas para ejecutarse durante todas las etapas que conforma el Proyecto.

VI.1. *Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.*

MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO	
Clave del Impacto	**F1**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Monitoreos/ localización y/o identificación de sitios de anidamiento y madrigueras. Valoración de la actividad a desarrollar para la protección de especies de fauna silvestres
Descripción del impacto	Aumento en los niveles de ruido por la presencia del personal operativo
Medida de mitigación	No hay una medida de mitigación para este impacto, ya que debido a la magnitud de este y la extensión, se revertirán las condiciones a su estado original una vez terminada la instalación de la línea.
Clave del Impacto	**F2**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo

Actividad que lo generará	Instalar señalamientos de seguridad, preventivos de cuidado al medio ambiente y contenedores de residuos sólidos urbanos, manejo especial
Descripción del impacto	Aumento en los niveles de ruido por la presencia del personal operativo
Medida de mitigación	No hay una medida de mitigación para este impacto, ya que debido a la magnitud del mismo y la extensión, se revertirán las condiciones a su estado original una vez terminada la instalación de la línea.
Clave del Impacto	**B1**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Vegetación
Factor Ambiental	Vegetación primaria
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Identificación y localización de especies de flora susceptibles de rescate acorde al Programa de Protección de Flora
Descripción del impacto	Afectación a ejemplares de fauna derivadas de la presencia del personal.
Medida de mitigación	Capacitación al personal, sobre la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales. Se realizarán actividades propias del programa de protección de flora, como reubicación de especies de importancia, cactáceas o listadas bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Clave del Impacto	**B2**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Fauna
Factor Ambiental	Mamíferos, anfibios, reptiles y aves
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Monitoreos/ localización y/o identificación de sitios de anidamiento y madrigueras. Valoración de la actividad a desarrollar para la protección de especies de fauna silvestres
Descripción del impacto	Afectación a ejemplares de fauna derivadas de la presencia del personal.
Medida de mitigación	Capacitación al personal, sobre la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales. Se realizarán actividades propias del programa de protección de fauna, como ahuyentamiento, identificación de madrigueras y/o sitios de anidamiento que sean susceptibles de reubicarse, así como la identificación de especies de lento desplazamiento que requieran su reubicación.
Clave del Impacto	**B3**

Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Instalar señalamientos de seguridad, preventivos de cuidado al medio ambiente y contenedores de residuos sólidos urbanos, manejo especial
Descripción del impacto	Aumento en los niveles de ruido por la presencia del personal operativo
Medida de mitigación	No hay una medida de mitigación para este impacto, ya que debido a la magnitud de este y la extensión, se revertirán las condiciones a su estado original una vez terminada la instalación de la línea.
Clave del Impacto	**MS1**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Delimitación e identificación de los polígonos de CUSTF y MIA. Selección de vegetación a remover
Descripción del impacto	Aumento en la demanda de servicios para la operación del proyecto, insumos y requerimientos del personal que labore en el proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS2**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Monitoreos/ localización y/o identificación de sitios de anidamiento y madrigueras. Valoración de la actividad a desarrollar para la protección de especies de fauna silvestres
Descripción del impacto	Aumento en la demanda de servicios para la operación del proyecto, insumos y requerimientos del personal que labore en el proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS3**
Medio Ambiental	Socioeconómico

Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Identificación, y localización de especies de flora susceptibles de rescate acorde al Programa de rescate y reubicación
Descripción del impacto	Aumento en la demanda de servicios para la operación del proyecto, insumos y requerimientos del personal que labore en el proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS4**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Instalar señalamientos de seguridad, preventivos de cuidado al medio ambiente y contenedores de residuos sólidos urbanos, manejo especial
Descripción del impacto	Aumento en la demanda de servicios para la operación del proyecto, insumos y requerimientos del personal que labore en el proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS5**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Capacitación de Inducción al personal que participara en construcción de la LTE en las etapas de preparación, construcción y operación sobre medidas de seguridad y mitigación de impactos ambientales
Descripción del impacto	Aumento en la demanda de servicios para la operación del proyecto, insumos y requerimientos del personal que labore en el proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS6**
Medio Ambiental	Socioeconómico

Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Delimitación e identificación de los polígonos de CUSTF y MIA. Selección de vegetación a remover
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS7**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Monitoreos/ localización y/o identificación de sitios de anidamiento y madrigueras. Valoración de la actividad a desarrollar para la protección de especies de fauna silvestres
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS8**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Identificación, y localización de especies de flora susceptibles de rescate acorde al Programa de rescate y reubicación
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS9**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo

Actividad que lo generará	Instalar señalamientos de seguridad, preventivos de cuidado al medio ambiente y contenedores de residuos sólidos urbanos, manejo especial
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS10**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Preparación del sitio
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Capacitación de Inducción al personal que participara en construcción de la LTE en las etapas de preparación, construcción y operación sobre medidas de seguridad y mitigación de impactos ambientales
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.	
Clave del Impacto	**F3**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Calidad
Indicador	Presencia de polvos, partículas suspendidas, y humo durante el desarrollo del Proyecto.
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Tendido de cableado eléctrico
Descripción del impacto	Generación de polvos, partículas suspendidas y gases de combustión por el tránsito de vehículos que llevaran al personal e insumos a las áreas cercanas al proyecto.
Medida de mitigación	Se llevará a cabo la revisión y mantenimiento periódico de los vehículos que sean utilizados, con la finalidad de no rebasar los límites máximos permisibles para la emisión de contaminantes a la atmósfera y ruido que establecen las normas oficiales mexicanas aplicables.
Clave del Impacto	**F4**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido

Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Delimitación de Brecha
Descripción del impacto	Aumento en los niveles de ruido por la presencia de personal en el área del proyecto y vehículos de transporte en zonas aledañas al proyecto.
Medida de mitigación	Se realizará la revisión y mantenimiento periódico de los vehículos que sean utilizados, con la finalidad de no rebasar los límites máximos permisibles para la emisión de ruido que establecen las normas oficiales mexicanas aplicables.
Clave del Impacto	**F5**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Descripción del impacto	Aumento en los niveles de ruido por la presencia de personal en el área del proyecto
Medida de mitigación	No se ha considerado una medida de mitigación para este impacto, ya que se dará de manera temporal, además que será poco significativo debido a la magnitud de vegetación a remover y las condiciones en que se removerá la vegetación, misma que por su bajo volumen se picará y acomodará de acuerdo a las curvas de nivel para disminuir la erosión en el área del proyecto.
Clave del Impacto	**F6**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual
Descripción del impacto	Aumento en los niveles de ruido por la presencia de personal en el área del proyecto
Medida de mitigación	No se ha considerado una medida de mitigación para este impacto, ya que se dará de manera temporal, además que será poco significativo debido a él volumen a remover, por lo que el impacto será reversible una vez que se haya concretado esta actividad
Clave del Impacto	**F7**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido

Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Tendido de cableado eléctrico
Descripción del impacto	Aumento en los niveles de ruido por la presencia de personal en el área del proyecto
Medida de mitigación	No se ha considerado una medida de mitigación para este impacto, ya que se dará de manera temporal.
Clave del Impacto	**F8**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Suelo
Factor Ambiental	Erodabilidad
Indicador	Incremento del grado de erosión
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Descripción del impacto	Aumento en los niveles de erosión debido a la remoción de la cobertura vegetal
Medida de mitigación	Como se indicó en el capítulo II, solo se removerá la vegetación arbórea que pueda afectar el desempeño de la L.T.E., respetando la vegetación arbustiva y herbáceas. La vegetación que sea sujeta a corta, se picará y acomodará de acuerdo a las curvas de nivel para disminuir la erosión en el área del proyecto. En cuanto a las zonas aledañas al proyecto se llevará a cabo el enriquecimiento vegetal de un polígono para reducir los niveles de erosión del SA identificados durante el desarrollo del EHPS para este proyecto.
Clave del Impacto	**F9**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Suelo
Factor Ambiental	Uso de Suelo
Indicador	Cambio de Uso de Suelo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Descripción del impacto	Cambio d Uso de Suelo de Terrenos Forestales
Medida de mitigación	Este es un impacto irreversible dadas las características de los proyectos referentes a líneas eléctricas, sin embargo se tiene contemplado el enriquecimiento vegetal en un polígono aledaño al área del proyecto para coadyuvar a minimizar los índices de erosión, y conservar la biodiversidad en el SA.
Clave del Impacto	**F10**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Agua superficial
Factor Ambiental	Patrón de Drenaje

Indicador	Cambios en el patrón de drenaje
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Descripción del impacto	Cambios en el patón de drenaje e infiltración debido a la remoción de vegetación.
Medida de mitigación	Este será un impacto temporal, una vez que se haya finalizado el tendido del cableado para la operación de la L.T.E. se permitirá el crecimiento de la vegetación que no afecte el desempeño de la Línea. Si bien el área del proyecto no es una zona de recarga para el acuífero, se considera mantener la cobertura herbácea y arbustiva que no afecte el funcionamiento de la L.T.E. con el objetivo de mantener los niveles de infiltración de los polígonos sujetos a CUSTF.
Clave del Impacto	**F11**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Agua superficial
Factor Ambiental	Calidad
Indicador	Presencia de contaminación por polvos, partículas disueltas, basura, grasas y aceites
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Descripción del impacto	Emisión de contaminantes por presencia de personal y uso de maquinaria.
Medida de mitigación	Toda la maquinaria, equipo y vehículos serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo que asegura su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares de las normas en materia de emisiones. Durante toda la vida útil del proyecto la maquinaria y equipo serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo y correctivo que asegura su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares de la NOM-081-SEMARNAT-1994 en materia de ruido. Si bien no se utilizaran vehículos en el área del proyecto, en caso de realizar actividades de mantenimiento y reparación en el sitio del proyecto por el uso de motosierras, deberán adoptarse las medidas necesarias para evitar la contaminación del suelo por aceites, grasas, combustibles o similares.
Clave del Impacto	**B4**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Vegetación
Factor Ambiental	Vegetación primaria
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección

Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Descripción del impacto	Disminución de la cobertura vegetal e indicies de biodiversidad.
Medida de mitigación	Como se indicó en el capítulo II, solo se removerá la vegetación arbórea que pueda afectar el desempeño de la L.T.E., respetando la vegetación arbustiva y herbáceas. La vegetación que sea sujeta a corta, se picará y acomodará de acuerdo a las curvas de nivel para disminuir la erosión en el área del proyecto. En cuanto a las zonas aledañas al proyecto se llevará a cabo el enriquecimiento vegetal de un polígono para reducir los niveles de erosión del SA identificados durante el desarrollo del EHPS para este proyecto.
Clave del Impacto	**B5**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Vegetación
Factor Ambiental	Vegetación primaria
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual
Descripción del impacto	Disminución de la cobertura vegetal e indicies de biodiversidad.
Medida de mitigación	Como se indicó en el capítulo II, solo se removerá la vegetación arbórea que pueda afectar el desempeño de la L.T.E., respetando la vegetación arbustiva y herbáceas. La vegetación que sea sujeta a corta, se picará y acomodará de acuerdo a las curvas de nivel para disminuir la erosión en el área del proyecto. En cuanto a las zonas aledañas al proyecto se llevará a cabo el enriquecimiento vegetal de un polígono para reducir los niveles de erosión del SA identificados durante el desarrollo del EHPS para este proyecto.
Clave del Impacto	**B6**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Fauna
Factor Ambiental	Mamíferos, anfibios, reptiles y aves
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Descripción del impacto	Alteración del hábitat y afectación a especies de importancia

Medida de mitigación	Capacitación al personal, sobre la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales. Se realizarán actividades propias del programa de protección de fauna, como ahuyentamiento, identificación de madrigueras y/o sitios de anidamiento que sean susceptibles de reubicarse, así como la identificación de especies de lento desplazamiento que requieran su reubicación conforme al Programa de Protección de Fauna.
Clave del Impacto	**B7**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Fauna
Factor Ambiental	Mamíferos, anfibios, reptiles y aves
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual
Descripción del impacto	Alteración del hábitat y afectación a especies de importancia
Medida de mitigación	Capacitación al personal, sobre la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales. Se realizarán actividades propias del programa de protección de fauna, como ahuyentamiento, identificación de madrigueras y/o sitios de anidamiento que sean susceptibles de reubicarse, así como la identificación de especies de lento desplazamiento que requieran su reubicación conforme al Programa de Protección de Fauna.
Clave del Impacto	**P1**
Medio Ambiental	Perceptual
Componente Ambiental	Paisaje
Factor Ambiental	Escénico
Indicador	Modificaciones en la calidad visual
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Descripción del impacto	Disminución de la calidad estética debido a la presencia de infraestructura eléctrica
Medida de mitigación	Este se considera un impacto permanente, ya que la naturaleza del proyecto por ende involucra un vida útil de más de 50 años si se lleva a cabo el mantenimiento preventivo adecuado.
Clave del Impacto	**P2**
Medio Ambiental	Perceptual
Componente Ambiental	Paisaje
Factor Ambiental	Escénico
Indicador	Modificaciones en la calidad visual
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual

Descripción del impacto	Disminución de la calidad estética debido a la presencia de infraestructura eléctrica
Medida de mitigación	Este se considera un impacto permanente, ya que la naturaleza del proyecto por ende involucra un vida útil de más de 50 años si se lleva a cabo el mantenimiento preventivo adecuado.
Clave del Impacto	**P3**
Medio Ambiental	Perceptual
Componente Ambiental	Paisaje
Factor Ambiental	Escénico
Indicador	Modificaciones en la calidad visual
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Tendido de cableado eléctrico
Descripción del impacto	Disminución de la calidad estética debido a la presencia de infraestructura eléctrica
Medida de mitigación	Este se considera un impacto permanente, ya que la naturaleza del proyecto por ende involucra un vida útil de más de 50 años si se lleva a cabo el mantenimiento preventivo adecuado.
Clave del Impacto	**MS11**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Delimitación de Brecha
Descripción del impacto	Aumento en la demanda de servicios para la operación del proyecto, insumos y requerimientos del personal que labore en el proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS12**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Descripción del impacto	Aumento en la demanda de servicios para la operación del proyecto, insumos y requerimientos del personal que labore en el proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS13**

Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual
Descripción del impacto	Aumento en la demanda de servicios para la operación del proyecto, insumos y requerimientos del personal que labore en el proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS14**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Tendido de cableado eléctrico
Descripción del impacto	Aumento en la demanda de servicios para la operación del proyecto, insumos y requerimientos del personal que labore en el proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS15**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de Vida
Indicador	Demanda de Servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Energización y Pruebas pre-operación de instalación eléctrica
Descripción del impacto	Aumento en la demanda de servicios para la operación del proyecto, insumos y requerimientos del personal que labore en el proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS16**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción

Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Liberación de LTE para operación
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS17**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de empleo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Delimitación de Brecha
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS18**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de empleo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Remoción de vegetación forestal en los polígonos
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS19**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de empleo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Apertura de Brecha, limpia y acomodo de material residual
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS20**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de empleo

Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Tendido de cableado eléctrico
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS21**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de empleo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Energización y Pruebas pre-operación de instalación eléctrica
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS22**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incrementos en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Construcción
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Liberación de LTE para operación
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.

IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN	
Clave del Impacto	**F12**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Calidad
Indicador	Presencia de polvos, partículas suspendidas, y humo durante el desarrollo del Proyecto.
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía

Descripción del impacto	Generación de polvos, partículas suspendidas y gases de combustión por el tránsito de vehículos que llevaran al personal e insumos a las áreas cercanas al proyecto.
Medida de mitigación	Se llevará a cabo la revisión y mantenimiento periódico de los vehículos que sean utilizados, con la finalidad de no rebasar los límites máximos permisibles para la emisión de contaminantes a la atmósfera y ruido que establecen las normas oficiales mexicanas aplicables.
Clave del Impacto	**F13**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Aire
Factor Ambiental	Ruido y vibraciones
Indicador	Aumento en los niveles de ruido
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Descripción del impacto	Aumento en los niveles de ruido por la presencia de personal en el área del proyecto
Medida de mitigación	No se ha considerado una medida de mitigación para este impacto, ya que se dará de manera temporal, además que será poco significativo debido a la magnitud de vegetación a remover y las condiciones en que se removerá la vegetación, misma que por su bajo volumen se picará y acomodará de acuerdo a las curvas de nivel para disminuir la erosión en el área del proyecto.
Clave del Impacto	**F14**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Suelo
Factor Ambiental	Uso de Suelo
Indicador	Cambio de Uso de Suelo
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Descripción del impacto	Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales
Medida de mitigación	Este es un impacto irreversible dadas las características de los proyectos referentes a líneas eléctricas, sin embargo se tiene contemplado el enriquecimiento vegetal en un polígono aledaño al área del proyecto para coadyuvar a minimizar los índices de erosión, y conservar la biodiversidad en el SA.
Clave del Impacto	**F14**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Suelo
Factor Ambiental	Propiedades químicas
Indicador	Contaminación del Suelo
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo

Actividad que lo generará	Mantenimiento preventivo de LTE en la instalación eléctrica
Descripción del impacto	Emisión de contaminantes por presencia de personal y uso de vehiculos.
Medida de mitigación	Toda la maquinaria, equipo y vehículos serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo que asegura su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares de las normas en materia de emisiones. Durante toda la vida útil del proyecto la maquinaria y equipo serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo y correctivo que asegura su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares de la NOM-081-SEMARNAT-1994 en materia de ruido. Si bien no se utilizaran vehículos en el área del proyecto, en caso de realizar actividades de mantenimiento y reparación en el sitio del proyecto por el uso de motosierras, deberán adoptarse las medidas necesarias para evitar la contaminación del suelo por aceites, grasas, combustibles o similares.
Clave del Impacto	**F15**
Medio Ambiental	Fisico
Componente Ambiental	Suelo
Factor Ambiental	Propiedades químicas
Indicador	Contaminación del Suelo
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Descripción del impacto	Emisión de contaminantes por presencia de personal y uso de vehículos.
Medida de mitigación	Toda la maquinaria, equipo y vehículos serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo que asegura su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares de las normas en materia de emisiones. Durante toda la vida útil del proyecto la maquinaria y equipo serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo y correctivo que asegura su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares de la NOM-081-SEMARNAT-1994 en materia de ruido. Si bien no se utilizaran vehículos en el área del proyecto, en caso de realizar actividades de mantenimiento y reparación en el sitio del proyecto por el uso de motosierras, deberán adoptarse las medidas necesarias para evitar la contaminación del suelo por aceites, grasas, combustibles o similares.
Clave del Impacto	**F16**
Medio Ambiental	Físico
Componente Ambiental	Agua superficial
Factor Ambiental	Calidad
Indicador	Presencia de contaminación por polvos, partículas disueltas, basura, grasas y aceites

Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento preventivo de LTE en la instalación eléctrica
Descripción del impacto	Emisión de contaminantes por presencia de personal y uso de maquinaria.
Medida de mitigación	Toda la maquinaria, equipo y vehículos serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo que asegura su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares de las normas en materia de emisiones. Durante toda la vida útil del proyecto la maquinaria y equipo serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo y correctivo que asegura su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares de la NOM-081-SEMARNAT-1994 en materia de ruido. Si bien no se utilizaran vehículos en el área del proyecto, en caso de realizar actividades de mantenimiento y reparación en el sitio del proyecto por el uso de motosierras, deberán adoptarse las medidas necesarias para evitar la contaminación del suelo por aceites, grasas, combustibles o similares.
Clave del Impacto	**F17**
Medio Ambiental	Físico
Componente Ambiental	Agua superficial
Factor Ambiental	Calidad
Indicador	Presencia de contaminación por polvos, partículas disueltas, basura, grasas y aceites
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Descripción del impacto	Emisión de contaminantes por presencia de personal y uso de maquinaria.
Medida de mitigación	Toda la maquinaria, equipo y vehículos serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo que asegura su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares de las normas en materia de emisiones. Durante toda la vida útil del proyecto la maquinaria y equipo serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo y correctivo que asegura su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares de la NOM-081-SEMARNAT-1994 en materia de ruido. Si bien no se utilizaran vehículos en el área del proyecto, en caso de realizar actividades de mantenimiento y reparación en el sitio del proyecto por el uso de motosierras, deberán adoptarse las medidas necesarias para evitar la contaminación del suelo por aceites, grasas, combustibles o similares.
Clave del Impacto	**B8**

Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Vegetación
Factor Ambiental	Vegetación primaria
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Descripción del impacto	Disminución de la cobertura vegetal e indicies de biodiversidad.
Medida de mitigación	Como se indicó en el capítulo II, solo se removerá la vegetación arbórea que pueda afectar el desempeño de la L.T.E., respetando la vegetación arbustiva y herbáceas. La vegetación que sea sujeta a corta, se picará y acomodará de acuerdo a las curvas de nivel para disminuir la erosión en el área del proyecto. En cuanto a las zonas aledañas al proyecto se llevará a cabo el enriquecimiento vegetal de un polígono para reducir los niveles de erosión del SA identificados durante el desarrollo del EHPS para este proyecto.
Clave del Impacto	**B9**
Medio Ambiental	Biótico
Componente Ambiental	Fauna
Factor Ambiental	Mamíferos, anfibios, reptiles y aves
Indicador	Modificaciones cuantitativas y cualitativas. Especies en estatus de protección
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Poco significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Descripción del impacto	Alteración del hábitat y afectación a especies de importancia
Medida de mitigación	Capacitación al personal, sobre la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales. Se realizarán actividades propias del programa de protección de fauna, como ahuyentamiento, identificación de madrigueras y/o sitios de anidamiento que sean susceptibles de reubicarse, así como la identificación de especies de lento desplazamiento que requieran su reubicación conforme al Programa de Protección de Fauna.
Clave del Impacto	**P4**
Medio Ambiental	Perceptual
Componente Ambiental	Paisaje
Factor Ambiental	Escénico
Indicador	Modificaciones en la calidad visual
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Moderado
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía

Descripción del impacto	Disminución de la calidad estética debido a la presencia de infraestructura eléctrica
Medida de mitigación	Este se considera un impacto permanente, ya que la naturaleza del proyecto por ende involucra un vida útil de más de 50 años si se lleva a cabo el mantenimiento preventivo adecuado.
Clave del Impacto	**MS23**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de vida
Indicador	Demanda de servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Mediano
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Operación de la Línea Eléctrica
Descripción del impacto	Aumento en la demanda de servicios para la operación del proyecto, insumos y requerimientos del personal que labore en el proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS24**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de vida
Indicador	Demanda de servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Mediano
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento preventivo de LTE en la instalación eléctrica
Descripción del impacto	Aumento en la demanda de servicios para la operación del proyecto, insumos y requerimientos del personal que labore en el proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS25**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Calidad de vida
Indicador	Demanda de servicios
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Descripción del impacto	Aumento en la demanda de servicios para la operación del proyecto, insumos y requerimientos del personal que labore en el proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS26**

Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Mediano
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Operación de la Línea Eléctrica
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS24**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Mediano
Significancia	Muy significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento preventivo de LTE en la instalación eléctrica
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.
Clave del Impacto	**MS25**
Medio Ambiental	Socioeconómico
Componente Ambiental	Medio Socioeconómico
Factor Ambiental	Empleo
Indicador	Incremento en las fuentes de trabajo
Etapa del proyecto en la que se generará	Operación
Magnitud	Compatible
Significancia	Moderadamente significativo
Actividad que lo generará	Mantenimiento de derecho de vía
Descripción del impacto	Aumento de las fuentes de trabajo por las actividades del proyecto
Medida de mitigación	Debido a que es un impacto benéfico, no se considera una medida de mitigación para el mismo.

Como se ha indicado a lo largo del documento, la implementación del proyecto no originara impactos significativos o relevantes dentro del Área de Estudio delimitada para el mismo, debido a la magnitud y cantidad de las obras del proyecto. Sin embargo, con la finalidad de realizar el proyecto bajo la regulación de la normatividad aplicable para un aprovechamiento sustentable, se presenta el análisis de los lineamientos que especifican las siguientes Normas Oficiales Mexicanas que son aplicables a las obras del proyecto y la forma en como el proyecto cumplirá con ellas.

Nomenclatura	Título y Fecha de Publicación	Etapa aplicable al Proyecto	Forma de cumplimiento
NOM-041-SEMARNAT-2006	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de vehículos automotores en Circulación que utilizan gasolina como combustible (DOF 06/03/07).	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.	Se contará con un programa de mantenimiento preventivo para los vehículos de los contratistas que utilicen gasolina como combustible, este programa se basará en lo establecido en el manual de cada vehículo. Asimismo, se cumplirá con la verificación vehicular
NOM-045-SEMARNAT-2006	Que regula los niveles máximos permisibles de emisión de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación, que utilizan Diésel como combustible (DOF 13/09/07)	Preparación del sitio y construcción	Se contará con un programa de mantenimiento preventivo para los vehículos de los contratistas que utilice Diésel como combustibles. Así mismo se cumplirá con la verificación vehicular.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (DOF 23/06/06)	Preparación del sitio, Construcción y Operación, y Mantenimiento	Los residuos peligrosos generados serán identificados, almacenados y dispuestos de acuerdo con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma	Preparación del sitio, construcción y operación, y mantenimiento	Los residuos serán almacenados en contenedores específicos (de forma temporal), observando sus características de incompatibilidad.

Nomenclatura	Título y Fecha de Publicación	Etapa aplicable al Proyecto	Forma de cumplimiento
	Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 (DOF 22/10/93)		
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	Preparación del sitio, y construcción	El manejo de las especies y poblaciones en riesgo se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley General de Vida Silvestre, considerando la ejecución de un Programa de protección, rescate y reubicación de las especies.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y método de medición (DOF 13/01/95)	Preparación del sitio y Construcción	Se contará con un programa de mantenimiento preventivo para los vehículos, de forma que se cumpla con los límites máximos permisibles. Asimismo, se cumplirá con la verificación vehicular.

VI.2 Impactos residuales.

Una vez realizado el análisis anterior, se considera que con la aplicación adecuada de las medidas de mitigación, se presentarán dos impactos residuales una vez finalizado el desarrollo del proyecto, los cuales consisten en la afectación a la calidad visual, y la remoción de la cobertura vegetal en el área del proyecto. Ambos impactos son de magnitud compatible debido a la capacidad de absorción del medio natural.

Manifiesto de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

“Ramal L.T.E. Las Truchas - Casa de Máquinas Presa Hidroeléctrica Las Truchas”

Primero Empresa Minera S.A. de C.V.

CAPITULO VII.

PRONOSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Febrero, 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 3

VII.1 Pronóstico del escenario 4

VII. 2 Programa de Vigilancia Ambiental 39

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, el biotopo (conjunto de componentes abióticos por ejemplo clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología, corrientes, batimetría, etc.) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente terrestre existente en un espacio y tiempo determinados.

Las funciones de un ecosistema se refieren al flujo de energía y al ciclo de materiales que circulan a través de los componentes estructurales del ecosistema (biotopo y biocenosis) y poseen una interdependencia natural. Su integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre sus componentes. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos) y garantizar la integridad funcional de un ecosistema.

Cualquier alteración en los componentes del ambiente se refleja en menor o mayor grado en la modificación del hábitat, siendo que toda modificación ocasiona alteraciones benéficas o adversas al ecosistema. Las expectativas provocadas se dirigen a que estas se pueden traducir en un factor moderado de deterioro, sin embargo, se considera que no se crearán condiciones que se traduzcan en afectaciones trascendentales o irreversibles a nivel de Sistema Ambiental.

Con base en la información presentada en los capítulos anteriores, a continuación, se muestra un pronóstico del escenario ambiental basado en las condiciones actuales del área del Proyecto y su Sistema Ambiental, la ejecución de las obras y/o actividades del Proyecto con y sin la aplicación de las medidas propuestas para el proyecto por componente ambiental.

VII.1 Pronóstico del escenario

De acuerdo a la clasificación climática realizada por Köppen en 1936 y modificada por la maestra Enriqueta García de Miranda para adaptarla a las condiciones particulares de México, tenemos que:

AI del proyecto	*AP*
Tipos: • *Semicalido subhúmedo del grupo c* • *Semicalido subhúmedo del grupo c* • *Semicálido, templado subhúmedo* • *Calido subhumedo* • *Cálido subhúmedo* • *Cálido subhúmedo* • *Semifrío subhúmedo* • *Templado subhúmedo* • *Templado subhúmedo* • *Templado*	C(W2) Templado Temperatura media anual entre 12°c y 18°c, temperatura del 33% 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.

Para conocer la cantidad de agua que entra y sale debido a la precipitación de lluvia y evapotranspiración en el AI del proyecto se calculó el Balance Hídrico del SA, así como del Área del Proyecto.

Balance hídrico en el Sistema Ambiental.

El balance hídrico es una herramienta que permite conocer características de la cuenca mediante la aplicación del principio de conservación de la masa o la ecuación de continuidad (Díaz y Alarcon, 2018).

Como conclusión se tiene que con en el estado actual de la vegetación en el SA el volumen medio de escurrimiento es de **231'539,348.17 m^3**, mientras que la infiltración es de **239'536,956.52 m^3**. En el caso de que se removiera la cobertura vegetal por completo se tendría un volumen medio de escurrimiento sería de **349'730,144.94 m^3** y la infiltración de

121'346,159.74 m^3. Con esto se concluye que se estaría dejando de infiltrar casi el doble de lo que actualmente se infiltra, si se modificara la cobertura de la vegetación en el área.

Balance hídrico actual y potencial en el Área del Proyecto.

Una vez que se realicen las actividades de CUSTF y estas se concluyan, el suelo permanecerá desnudo durante un año. **Considerando el tiempo que el suelo permanecerá desnudo anteriormente mencionado se tiene que en el polígono 1 con el CUSTF el volumen de escurrimiento aumentara 11.16 m^3 adicionales a lo que escurre en condiciones actuales, mientras que en el polígono 2 se aumentaran 47.92 m^3 adicionales al escurrimiento actual, sumado ambos valores el escurrimiento total es de 59.08 m^3 adicionales a lo que escurre actualmente en la superficie total del CUSTF.** Esta es la cantidad de m^3 que se escurrirán durante el año en el que el suelo quedara desprovisto de vegetación.

Con base a lo anteriormente descrito se tiene que las cantidades de m^3 que dejaran de infiltrarse en los polígonos de CUSTF son: **11.16 m^3 para el polígono 1 y 47.92 m^3 para el polígono 2, de tal manera que la suma de estos valores es igual a 59.08 m^3** que se perderán de infiltración con el cambio de usos de suelo, lo cual se tiene que este permanecerá desprovisto de vegetación por el lapso de un año, mientras se revegeta de manera espontánea.

Como conclusión se tiene que las cantidades en m^3 en que aumentara el escurrimiento serán las mismas en que disminuirá la infiltración, de tal manera que la cantidad total de escurrimiento a controlar e infiltración a compensar es de **59.08 m^3**.

a) Geología y geomorfología.

En base a la cartografía geológica escala 1:50,000 editada por el Servicio Geológico Mexicano, dentro de la microcuenca hidrológica donde se ubica el proyecto, se tiene la presencia de la carta geológica "DURANGO" clave G13-11, y apoyándose en la carta geológica G13-D52 "San Juan del Rio", se describe este aspecto.

PROVINCIA	SUBROVINCIA	SISTEMA DE TOPOFORMAS
Sierra Madre Occidental CLAVE: III	Gran Meseta y Cañones Duranguense CLAVE: 15	Sierra Alta con Cañonex
		Superficie de Gran Meseta con Cañadas

La zona donde se localiza el Proyecto cuenta con un rango altitudinal que va de los 1,940 a 2,230 msnm y de los 2,230 a los 2,520 msnm, con un terreno mayoritariamente montañoso.

De acuerdo al estudio de la Composición y estructura de las comunidades vegetales, en la Sierra Madre Occidental, Durango, México, la fisiografía del SA es muy variable, encontrándose rangos de pendiente del 0 al 10% hasta rangos de 60 a 65% (Ilustración 6).

El Área de influencia del proyecto está conformada principalmente por lomeríos con pendientes complejas que oscilan entre el 25% y el 35%, así como mesetas altas con pendientes uniformes de 0 a 10% (terrenos ondulados) y en menor proporción se encuentran áreas con pendientes pronunciadas, alcanzando un 45% las consideradas como escarpadas y que representan un 10% de la superficie del Sistema Ambiental (Aragón et al.).

b) Suelos.

Dentro del AI del proyecto existe una gran variedad de unidades de suelo, se lograron identificar 53 tipos de suelo; lo que nos indica una alta variabilidad edafológica. El grupo con mayor cobertura es el Phaeozem, Cambisol y Leptosol. También como producto del ambiente en que se han desarrollado, los suelos muestran un elevado contenido de arcilla, proveniente del intemperismo de los tipos de roca que se encuentran tanto dentro como fuera del AI del proyecto. La mayor parte de los suelos tienen texturas franco-arcillosas.

De acuerdo con los datos vectoriales de edafología de la Carta G13-11 "Durango", Esc. 1:250,000 de INEGI, específicamente para el área del proyecto, el tipo de suelo identificado corresponde a **CMsklep + PHcrlep/2r**, cuyas características se describen a continuación:

- Suelo: **CMsklep**

CM	**Cambisol. Suelo que tiene un horizonte subsuperficial (Cámbico) que muestra evidencias de alteración y remoción, no tiene consistencia quebradiza y un espesor de por lo menos 15 cm.**
Calificadores	
Esquelético (sk)	que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediados en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad
Epileptico (lep)	que tiene roca continua que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.

- Suelo: **PHcrlep/2r**

PH	**Phahezom. Suelo que presenta una capa superficial de color oscuro (horizonte Mólico) y una saturación con bases del 50% o mayor y una matriz libre de carbonato de calcio por lo menos hasta una profundidad de 100 cm o hasta el límite con una capa contrastante (roca, cementación).**
Calificadores	
Cromico (cr)	que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.
Leptico (le)	**que tiene roca continua que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.**

Grado de Susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica en el SA.

Tasa de erosión hídrica en el SA

La tasa de erosión correspondiente al SA se basó en las condiciones actuales de la cobertura vegetal (erosión actual), y el máximo posible de erosión que se podría presentar si se removiera la cobertura vegetal en su totalidad.

La erosión actual presente es de **8.56 ton/ha/año,** por tal se puede concluir que con las condiciones actuales de vegetación el grado de erosión es nula a ligera menor de 10 ton/ha/año, que es el máximo permisible para que se considere como erosión natural como se presenta en el Tabla "grado de la erosión hídrica en rangos (ton/ha/año)". Multiplicando

la perdida de suelo actual en ton/ha/año por la superficie del SA se tiene que en ton/año se están perdiendo **2'194,987.76 ton/año**.

La pérdida de suelo que se podría ocasionar si se removiera el total de la cobertura vegetal en el SA sería de **856.42 ton/ha/año**, la erosión potencial se consideraría de grado muy alta, ya que el rango se encuentra por encima de las 200 ton/ha/año, como se pude observar en la Tabla "grado de la erosión hídrica en rangos (ton/ha/año)". Si se multiplica la superficie total del SA por la erosión en ton/ha/año, en dado caso que se eliminara la cubierta vegetal se perderían **5'716,031.76 ton/año**.

La tasa de erosión es la diferencia de restar la erosión actual menos la erosión potencial y el resultado es la cantidad de perdida de suelo que se erosionaría si se removiera la cobertura vegetal del SA.

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosion = 2'194{,}987.76\ ton/año - 219'498{,}775.5588\ ton/año}$$

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosión\ (ton/año) = 217'303{,}787.80\ ton/año}$$

Tasa de erosión eólica en el SA

La tasa de erosión correspondiente al SA se basó en las condiciones actuales de la cobertura vegetal (erosión actual), y el máximo posible de erosión que se podría presentar si se removiera la cobertura vegetal en su totalidad (erosión potencial).

La erosión actual presente es de **8.93 ton/ha/año,** multiplicando la perdida de suelo actual por la superficie del Sistema Ambiental se tiene que en ton/año se están perdiendo **2'288,519.72 ton/año**. Si se removiera la vegetación por completo, se perderían **43.61 ton/ha/año**, multiplicando la pérdida de suelo potencial en ton/ha/año por el área total del SA se tiene que se perderían **11'177,372.72 ton/año**.

La tasa de erosión es el resultado de restar la erosión actual menos la erosión potencial, de esta forma se tiene que la tasa de perdida de suelo por erosión eólica dentro del SA en ton/año sería de **8'888,853.00 ton/año**, esto se daría solo si se removiera la cobertura vegetal de la superficie del SA.

Tipos de erosión y degradación presentes en el Área del proyecto (INEGI).

Tasa de erosión hídrica en el AP.

La pérdida de suelo en ton/ha/año en el escenario actual es de **2.96 ton/ha/año** para el polígono 1 y de **2.89 ton/ha/año** para el polígono 2 ambos polígonos darán como resultado un total de **5.85 ton/ha/año**, una vez que el suelo se encuentre desprovisto de vegetación con el cambio de uso de la erosión potencial será de **296.13 ton/ha/año** para el polígono 1 para el polígono 2 será de **288.58 ton/ha/año**, es dos valores en total suman **548.71 ton/ha/año**.

Una vez que se tienen los resultados de la pérdida de suelo en ambos escenarios y en ton/ha/año para cada uno de los polígonos de CUSTF, estos se multiplican por la superficie de los polígonos para obtener la perdida de suelo por acción del agua por superficie en ton/año. En el polígono uno se tiene que se pierden actualmente **0.07 ton/año** y en el polígono 2 se están perdiendo **0.29 ton/año**, estos dos valores suman **0.37 ton/año**. Con la remoción de la vegetación por el CUSTF en el polígono 1 se perderán **7.05 ton/año** mientras que en el polígono 2 la perdida será de **29.49 ton/año**, ambos valores suman **36.54 ton/año**. **Con el resultado de la resta de la erosión actual menos la erosión potencial se obtiene como diferencia 6.98 ton/año para el polígono 1 y 29.20 ton/año para el polígono 2, sumando ambos valores dan un total de 36.18 ton/año que se perderán en la superficie que se someterá a CUSTF** dentro del AP.

Una vez que se realice el CUSTF en el AP, el suelo permanecerá desnudo durante un año, si se realiza la operación de multiplicar el resultado de la perdida de suelo en los dos escenarios el resultado es el mismo ya que se multiplica por 1. **De esta manera se considera que durante el tiempo en el que el suelo permanecerá desprovisto de cobertura vegetal se perderán 6.89 ton/año en el polígono 1 y 29.20 en el polígono 2 sumando un total de 36.18 ton/año que contempla la superficie del CUSTF**.

Tasa de erosión eólica en el AP.

La pérdida de suelo en ton/ha/año en el escenario actual es de **6.69 ton/ha/año** para los dos polígonos, un vez que se realice el CUSTF y que el suelo se encuentre desprovisto de vegetación, se tiene que la erosión potencial será de **33.47 ton/ha/año** para los dos polígonos. Una vez que se tiene estos resultado se multiplican por la superficie que ocupa cada polígono y se obtiene que en ton/año en el **polígono 1** actualmente se están perdiendo **0.16 ton/año** y en el **polígono 2** se pierden **0.68 ton/año, ambas cantidades suman un total de 0.84 ton/año**. Multiplicando el valor de erosión potencial en ton/ha/año por la incidencia de la superficie de cada polígono se obtiene lo siguiente: en el **polígono 1** se perderán **0.80 ton/año** y el en **polígono 2 se perderán 3.42 ton/año, sumando las cantidades de perdida de suelo de ambos polígonos se tendrían 4.22 ton/año.** Obteniendo el resultado de la operación de restar la erosión actual menos la erosión potencial en ton/año, se tiene una tasa de erosión para **polígono 1 de 0.64 ton/año** y para el **polígono 2 es de 2.74 ton/año**, sumando ambos resultados se tiene un total de **3.37 ton/año** de perdida de suelo en los dos polígonos.

Tasa de perdida de suelo por erosión eólica MIA superficie de CUSTF

Polígono	**Superficie (ha)**	**Erosión actual (ton/ha/año)**	**Erosión potencial (ton/ha/año)**	**Erosión actual por Sup. (ton/año)**	**Erosión potencial por Sup. (ton/año)**	**Tasa de erosión (ton/año)**
Polígono 1	0.0238	6.69	33.47	0.16	0.80	0.64
Polígono 2	0.1022	6.69	33.47	0.68	3.42	2.74
Total erosión				**0.84**	**4.22**	**3.37**

Una vez que se realicen las actividades de CUSTF y estas se concluyan, el suelo permanecerá desnudo durante un año, de esta manera es que los resultados de la perdída de suelo se mantienen iguales, ya que se multiplican por 1 que corresponde al año en que no habrá cobertura vegetal. **Por tal es que se considera que durante el tiempo en el que el suelo permanecerá desprovisto de cobertura vegetal se perderán 0.64 ton/año en el polígono 1 y 2.74 en el polígono 2 sumando un total 3.37 ton/año que contempla la superficie del CUSTF**.

c) Hidrología superficial y subterránea.

Considerando la cartografía del tema consultada y del Diccionario de Datos Hidrológicos de Aguas Superficiales editado por el INEGI se describe el marco hidrológico del AI del proyecto:

CUENCA HIDROLOGICA	SUBCUENCA HIDROLOGICA	MICROCUENCA	CLAVE	SUPERFICIE (ha)
Rio San Loreno	Rio de Los Remedios	Cuevecillas	10-028-01-087	21,903.657
(B)	(b)			

El uso del agua superficial en la sierra es agrícola, siguiendo en importancia el pecuario y posteriormente el doméstico; considerando las características hidrológicas de la cuenca se evaluó un coeficiente de escurrimiento de 12.59% que relacionado con los 2621.96 millones de m3, anuales precipitados determinan un escurrimiento anual de 330.25 millones de m3, dentro del estado.

Hidrología subterránea.

De acuerdo a la información proporcionada por el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGAPU) de CONAGUA, el proyecto se encuentra dentro del Acuífero Río San Lorenzo en la Región Hidrologico-Administrativa Pacifico-Norte que intersecta con el Estado de Sinaloa, cuyos datos son:

Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica d 49,905 008 Mm3/año, Descarga natural 188 Mm3, Recarga total media anual de 335 Mm3/año, Sobreexplotación 0, Indice de disponibilidad .33949, Disponibilidad a febrero de 2014 54,392751 con fecha de publicación en el DOF 27/08/2009.

De acuerdo al balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, es de 335.0 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 58.29 millones de metros cúbicos, por entradas de flujo subterráneo, la recarga vertical de 276.71 millones de metros cúbicos anuales, a partir de agua de lluvia en las zonas montañosas, así como la recarga inducida por retornos de riego en la red hidroagrícola de canales de distribución de agua, en los cultivos distribuidos en la superficie del acuífero.

La descarga del acuífero ocurre a través de salida por flujo subterráneo de 68.3 millones de metros cúbicos, salida mediante extracción de agua subterránea a través de las captaciones de 125.6 millones de metros cúbicos anuales, descarga por flujo base que va hacia el mar de 31.5 millones de metros cúbicos y un volumen por evapotranspiración en zonas de niveles someros de 111.72 millones de metros cúbicos. El cambio de almacenamiento negativo considera un volumen de 2.12 millones de metros cúbicos.

Problemática detectada en el acuifero.

- Escasez natural de agua

En la superficie del acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, la precipitación media anual es de 916 milímetros y la evaporación potencial es de 1,573 milímetros, por lo que un volumen importante del agua precipitada se evapora, lo que implica que el escurrimiento y la infiltración sean reducidos.

Dichas circunstancias, además de la creciente demanda del recurso hídrico en la región, para cubrir las necesidades básicas de sus habitantes y seguir impulsando las actividades económicas de la misma, y la limitada disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero, podría generar competencia por el recurso entre los diferentes usos, implicando el riesgo de que se presenten efectos negativos de la explotación intensiva del agua subterránea, tanto en el ambiente como a los usuarios del recurso.

- Riesgo de sobreexplotación

En el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, la extracción total es de 125.6 millones de metros cúbicos anuales, mientras que la recarga que recibe el acuífero, está cuantificada en 335.0 millones de metros cúbicos anuales y la descarga natural comprometida es de 188.0 millones de metros cúbicos anuales.

Aun con la existencia de los instrumentos referidos en el Considerando Octavo del presente, en el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, existe el riesgo de que el incremento de la demanda de agua subterránea genere los efectos perjudiciales causados por la explotación

intensiva, tales como la profundización de los niveles de extracción, la inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición de los manantiales y del caudal base y de la descarga hacia el mar y la zona de estuarios, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea y una posible intrusión salina, por lo que es necesario prevenir la sobreexplotación, proteger al acuífero de un desequilibrio hídrico y deterioro ambiental que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

La extracción de agua subterránea para satisfacer el incremento de la demanda, puede originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar la sobreexplotación, impidiendo el impulso de las actividades productivas y poniendo en riesgo el ambiente y el abastecimiento de agua para los habitantes de la región que dependen de este recurso.

- Riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua

En el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, existe riesgo de contaminación, debido a la falta de tratamiento de las aguas residuales y a la gran cantidad de fosas sépticas en zonas donde no se cuenta con drenaje sanitario, así como el uso de agroquímicos, además de la ocasionada por la actividad pecuaria, que representan fuentes potenciales de contaminación del agua subterránea.

Adicionalmente, el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, es un acuífero costero y los aprovechamientos próximos a la línea de la costa tienen un factor que limita la extracción de agua subterránea, ya que el espesor del agua dulce es reducido, por lo que existe el riesgo potencial de que la intrusión marina incremente la salinidad del agua subterránea en la zona actual de explotación, que se concentra en la zona cercana al litoral y próxima a la interface salina, en caso de que la extracción intensiva del agua subterránea provoque abatimientos tales, que ocasionen la modificación e inversión de la dirección del flujo de agua subterránea, y consecuentemente el agua marina pudiera migrar hacia las zonas de agua dulce, provocaría que la calidad del agua subterránea se deteriore, hasta imposibilitar su utilización sin previa desalación; lo que implicaría elevados costos y restringiría el uso del agua, que sin duda

afectaría al ambiente, a la población, a las actividades que dependen del agua subterránea y al desarrollo económico de la región.

Como se puede observar en la información anterior el Acuífero Rio San Lorenzo es un acuífero costero, por lo que se considera que el proyecto no impactara a el acuífero ya que se localiza en la parte alta de la sierra madre occidental.

d) Vegetación.

La vegetación identificada en el AI del proyecto según la carta de Uso de Suelo y Vegetación clave G13-11 "DURANGO", Serie VI, Editada por el INEGI, consiste en Bosque de encino-pino y elementos de selva baja caducifolia, donde los árboles varían en alturas de 4 a 15 metros en las especies de bosque de encino y en selva baja caducifolia; hasta alturas de 20 mts en el género *Pinus*.

De las especies vegetales identificadas en el inventario forestal, se tiene *Erythrina coralloides* Colorín listada bajo categoría de Amenazada con distribución No Endémica en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Índices de abundancia.

El ecosistema de CUSTF presenta un índice de diversidad de 1.85, mientras que el SA que es de 2.19. Así mismo, el ecosistema del SA presenta una equidad de 0.95, similar al área objeto de CUSTF, esto indica que hay mayor riqueza en el ecosistema del SA que en el área objeto de CUSTF y que la distribución de individuos por especie es similar para ambas. A partir de los datos obtenidos, se determinó la riqueza específica en dos zonas del SA; encontrándose presentes 10 especies.

Análisis de biodiversidad.

La superficie del área del proyecto se verá afectada, debido a que se removerá vegetación dentro del área, lo que en un momento dado pudiera traducirse a pérdida de biodiversidad de flora y por ende de fauna que habita en la zona ya que esta acción causa migración

debido a que eliminan las áreas de protección y fuentes de alimentación para determinados grupos de especies, rompiéndose así las cadenas tróficas.

Sin embargo en las áreas aledañas al proyecto existen áreas con características ecológicamente similares y según los estudios realizados para las áreas del proyecto (área de CUSTF) y zonas contiguas (SA) los índices de diversidad (Shannon) , así como de Valor de importancia (IVI) en algunos casos son mayores en las áreas de CUSTF, por lo que el impacto será mínimo. Para mitigar estas acciones se realizará reubicación de especies de fauna de lento desplazamiento como mamíferos y reptiles y se tendrá especial atención en aquellas especies que estén listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estos resultados plantean la importancia de mantener la estructura y composición de la vegetación para la conservación de las especies por lo que se plantean medidas que permitan conservar la densidad y coberturas que presenta la zona propuesta para cambio de uso de suelo.

En algunos casos algunas especies presentan un valor mayor en la zona de CUSTF, sin embargo a fin de equilibrar estos valores se sugieren acciones las cuales permiten conservar la densidad existente en al área que se pretende afectar; dado que salvo en plantaciones (y ni aun en esos casos) es imposible que los valores se correspondan; sin embargo se puede observar que todas las especies registradas se encuentran tanto en las zona propuesta para cambio de uso de suelo como en el SA, aunque en diferente densidad (lo cual es característico en este tipo de vegetación, en la cual como ya se mencionó, se presentan manchones de vegetación así como áreas desprovistas de ella), lo cual se puede explicar dadas las condiciones y abrupto del terreno, la diferencia altitudinal y ser esta una zona llamada de transición, así como la presencia de cercos perimetrales que limitan el pastoreo o presencia de ganado en algunas zonas, lo que propicia que las densidades y número de individuos varíe; sin embargo lo relevante es que todas las especies se encuentran representadas en el SA y aun cuando estas sean afectadas con la implementación del proyecto, seguirán presentes en la zona ya que en los muestreos y transectos realizados se logró observar la presencia de estas especies distribuidas en una superficie y cantidad importante dentro de la SA.

Erosión hídrica en el área de enriquecimiento vegetal

Para compensar la pérdida de suelo causada por la erosión hídrica, que se ocasionara por el cambio de uso de suelo se propone el enriquecimiento de cobertura vegetal de una superficie de 1.0000 ha (10,0000 m^2), dentro de La SA Hidrológica Forestal. Para esto se realizó la estimación de la erosión hídrica actual así como la erosión una vez que se realice el enriquecimiento de cobertura vegetal. Este cálculo se obtuvo mediante la metodología de la USLE anterior mente descrita, para este caso solo se presentarán los resultados de cada uno de los factores que integran la ecuación (USLE) así como el resultado final, se anexa calculo en formato Excel.

Factor de erosividad de la lluvia área de enriquecimiento vegetal

El área propuesta para el enriquecimiento de cobertura vegetal, está dentro de la región erosiva X, de esta manera es, que el cálculo de este factor para dicha área es el siguiente:

$$\boldsymbol{R} = 6.8938P + 0.000442P^2$$

$$\boldsymbol{R} = 6.8938(820.8) + 0.000442(820.8)^2$$

$$\boldsymbol{R = 5,956.21\ MJ.mm/(ha.hr)}$$

Factor de erosionabilidad del suelo área de enriquecimiento vegetal

Tomando en cuenta que las condiciones del área propuesta para enriquecimiento, cuenta con condiciones similares a la del cambio de uso de suelo, con base en el cuadro "contenido de COS promedio de las Regiones Ecológicas Mayores de México (Segura–Castruita *et al*., 2005)" la superficie se encuentra dentro de la región ecológica Mayor de bosque de coníferas y encinos por lo que el valor de Pg C es de **2.86**. Considerando que el contenido de carbono orgánico puede servir como una determinación indirecta de la materia orgánica a través del uso de un factor de corrección aproximada. El factor empleado el "factor de Van Bemmelen" de 1.724 se ha utilizado durante muchos años y se basa en la suposición de que la materia orgánica contiene 58 % de carbono orgánico (Tabatabai, 1996).

Aplicando la fórmula para estimar el contenido de materia orgánica para el área de enriquecimiento queda de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{M.O.}\ (\%) = 1.724 * 2.86$$

$$\boldsymbol{M.O.}\ (\%) = 4.931$$

Según el método EUPS, el porcentaje de materia orgánica oscila entre 0 y 4 % con valores de números enteros. Si el contenido fijado es más que el rango especificado, se asume un 4% (Mancilla, 2008).

Una vez que se obtuvo el porcentaje de materia orgánica y con base en el cuadro "valores de K en función de la textura y contenido de materia orgánica" empleado anteriormente para determinar el valor de K del SA, se tiene que el factor K del área de enriquecimiento de cobertura vegetal es de textura arcillo arenosa con un contenido de materia orgánica que oscila entre 2.0 – 4.0 %, de esta manera se considera un factor de erosionabilidad de **0.012.**

Factor longitud (L) y grado de la pendiente (S) área de enriquecimiento vegetal

El grado de inclinación del terreno (S) entrega al componente de gravedad necesario para comenzar el movimiento del flujo concentrado y otorgare la velocidad, mientras que la longitud de la pendiente (L) es un factor que condiciona el volumen de agua que fluye en la ladera determinada, y por otro lado el esfuerzo de corte que el flujo tiene (Mancilla, 2008).

La pendiente media del terreno es la diferencia de la resta de la cota final (Hf) menos la cota inicial (Hi) dividida por la longitud (L) del terreno multiplicado por 100 como se presenta a continuación:

$$S = \frac{Hf - Hi}{L} * 100$$

Despegando la ecuación se tiene lo siguiente:

S = *X*

Hf *= 2553 (m)*

Hi *= 2525 (m)*

L *= 171 (m)*

$$S = \frac{2553 - 2525}{171} * 100$$

S = 16.37 %

Para calcular el valor de LS se basó en la siguiente formula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965\ S + 0.00138\ S^2)$$

Despejando la formula se tiene lo siguiente:

LS = *X*

λ = *171 (m)*

S = *16.37 %*

m = *0.5*

$$LS = (171)^{0.5} (0.0138 + 0.00965) (16.37) + 0.00138 (16.37)^2$$

LS = 7.09

El resultado del factor LS del área de reforestación es: S 16.37 y LS 7.09.

Factor de protección de la vegetación C área de enriquecimiento vegetal

La cubierta vegetal del suelo tiene una influencia muy amplia en el control de la pérdida del suelo por erosión hídrica, y está definida por la vegetación natural y cultivada. Esta determina en gran parte la perdida de suelo debido a la protección que brinda al mismo contra la acción de los agentes erosivos. La abundante densidad de vegetación reduce la erosión en límites aceptables. La eficiencia de esta depende de altura y continuidad de la cubierta vegetal arbórea, de la densidad de la cobertura en el suelo y la densidad de raíces (Figueroa *et al*., 1191); Los bosques son los más efectivos, aunque un pastizal en buenas condiciones puede tener la misma eficiencia (Laredo, 1994.)

El factor C es la capacidad de la vegetación para amortiguar el efecto de desprendimiento de partículas de suelo por las gotas de lluvia e impedir el arrastre de sedimentos con el escurrimiento superficial. Su valor es una función de las combinaciones entre cobertura, secuencia de cultivos, prácticas de manejo y del estado de crecimiento y desarrollo de la cobertura vegetal al momento en que actúa el agente erosivo (Wischmeier y Smith, 1978). A medida que la cobertura vegetal sea mayor, el valor de C es cada vez menor, por lo que el rango para este parámetro va de 0 (correspondiente a un terreno totalmente protegido) a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección). Además de la vegetación activa, en el valor de C se toma en cuenta la presencia de residuos de plantas muertas, las raíces, los sistemas radiculares de los pastos y árboles, ya que todos estos elementos contribuyen a mantener al suelo en su sitio e incrementan la infiltración (Montes-León *et al*, 2011).

El valor de C actual para el área de enriquecimiento de cobertura vegetal es de 0.100, el cual corresponde a bosque y a un nivel de productividad bajo. Una vez que se realice el enriquecimiento de cobertura vegetal será 0.010 correspondiente a bosque con nivel de productividad medio como lo indica el cuadro "valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo".

C Sin reforestación = 0.100

C Con reforestación = 0.010

Resultado de la erosión hídrica área de enriquecimiento vegetal estado actual

El resultado de la erosión hídrica actual, está determinada por la multiplicación de los factores R*K*LS*C, donde el factor de cobertura vegetal corresponde a bosque con bajo nivel de productividad, en esta condición se contempla el estado actual del terreno con la cobertura vegetal y nivel de productividad de la misma. La pérdida actual de suelo por acción del agua es la siguiente para el área que se propone para enriquecimiento de cobertura vegetal.

La erosión actual de la superficie de enriquecimiento de cobertura vegetal es de 50.64 ton/ha/año, la cual se clasifica como una erosión alta, el rango de esta clase va de las 50 – 200 ton/ha/año, como lo describe el cuadro "grados de la erosión hídrica en rangos (ton/ha/año" anteriormente descrito en el numeral 8.6.

Resultado de erosión hídrica Con enriquecimiento vegetal

El resultado de la erosión hídrica en el área de enriquecimiento de cobertura vegetal está determinada por la multiplicación de los factores R*K*LS*C, el factor de cobertura vegetal una vez que se realicen los trabajos de enriquecimiento pasara de un nivel de productividad bajo a moderado, por los cual este factor corresponderá a bosque y con nivel de productividad moderado, una vez que este se realice la perdida de suelo será de 0.51 ton/ha/año, con esto la erosión se considerara como natural, ya que se encontrara por debajo de las 10 ton/ha/año y como lo describe el "grados de la erosión hídrica en rangos (ton/ha/año" anteriormente descrito en el numeral 8.6, se clasificara como nula o moderada.

Tasa de erosión hídrica área de enriquecimiento vegetal

Para obtener la tasa de erosión en el área de enriquecimiento de cobertura vegetal, se multiplica el resultado que se obtuvo en cada uno de los escenarios (erosión actual y erosión potencial "erosión proyectada") por la superficie del área a enriquecer, para obtener la erosión en tonelada/año (ton/año). De tal forma que en condiciones actuales dicha área presenta una erosión de **50.64 ton/ha/año**, multiplicando este valor por 1, que corresponde

a la hectárea, el resultado en ton/año es el mismo pero en ton/año, **50.64 ton/año**. Una vez que se realicen los trabajos de enriquecimiento de la cobertura vegetal se perderán 0.51 ton/ha/año, multiplicando este valor por la hectárea, el resultado es mismo pero en ton/año **0.51 ton/año.**

Una vez que se obtuvieron los resultados de multiplicar la cantidad de perdida de suelo en ton/ha/año por la superficie, se resta la erosión actual menos la potencial (proyectada) para obtener la tasa de perdida de suelo por erosión hídrica, a continuación se presenta la operación:

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosión\ (ton/ha)} = A\ atual - A\ potncial\ (proyectada)$$

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosión\ (ton/ha) = 50.64 - 0.51}$$

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosión\ (ton/ha) = 50.13}$$

Conclusión erosión hídrica área de enriquecimiento vegetal

Considerando que la tasa de erosión hídrica que se regenerara en el área por el cambio de uso de suelo es de **36.18 ton/año** y la tasa de perdida de suelo del área propuesta para el enriquecimiento es de **50.13 ton/año**, con esto se tiene que la erosión que se compensara con dichos trabajos es mayor a la que se generara con el CUSTF. Realizando la operación de restar la perdida de suelo generada por el CUSTF menos la erosión proyectada con el enriquecimiento de cobertura vegetal se tiene que diferencia es de **14.43 ton/año**, es decir que se compensara la erosión causada por el cambio de usos de suelo y adicionalmente, se tendrá dicha cantidad a favor con la realización de los trabajos antes mencionados, en el cuadro siguiente se presentan las tasas de erosión con el CUSTF y con enriquecimiento de cobertura vegetal.

Tasas de erosión hídrica CUSTF y enriquecimiento de cobertura vegetal

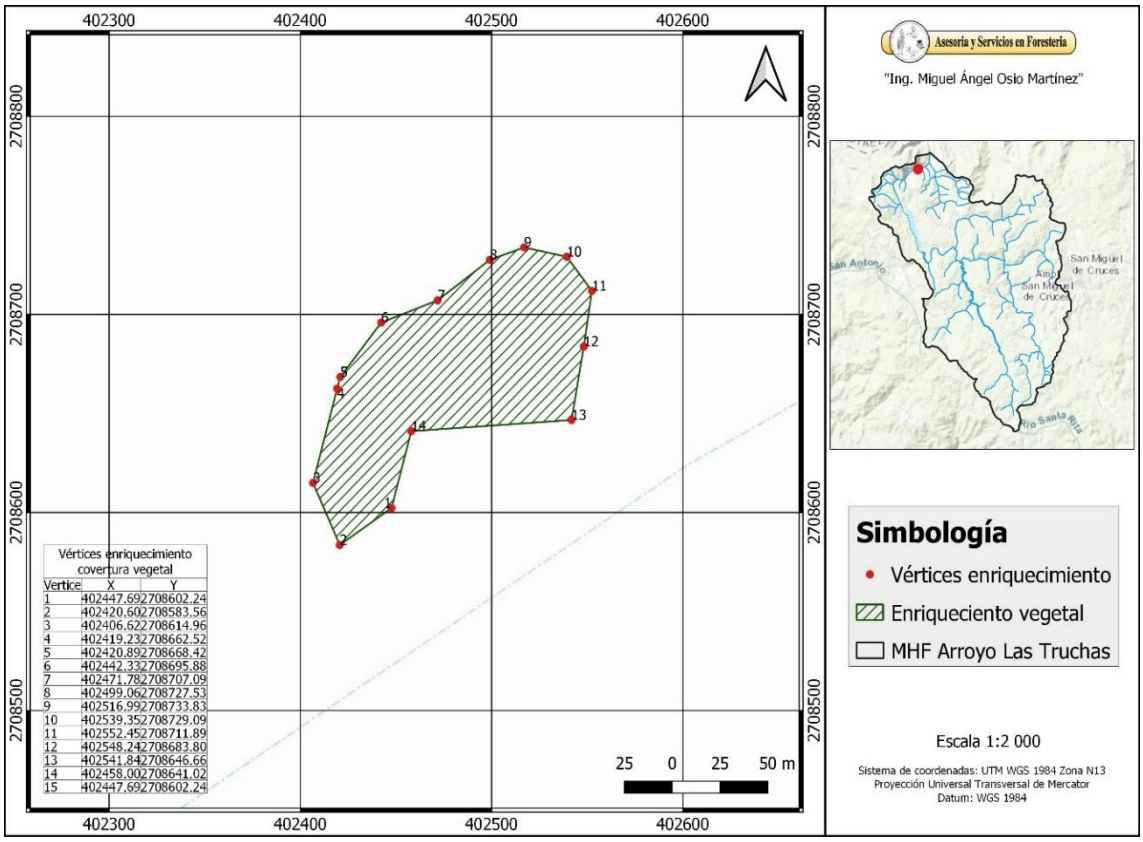
Obra	Superficie (ha)	Tasa de erosión por Sup. (ton/año)

CUSTF	0.1260	36.18
Enriquecimiento	1.0000	50.61
Total suelo compensado		**14.43**

En relación con el cuadro anterior se tiene que la perdida de suelo ocasionada por el CUSTF se compensara con el enriqueciendo de un polígono con superficie de 1.0000 ha (10,000 m^2), en el siguiente cuadro se presentan las coordenada de los vértices que forman el polígono donde se realizaran los trabajos anterior mente mencionados. De igual manera en la figura siguiente se presenta el plano del polígono correspondiente al área propuesta para el enriquecimiento de cobertura vegetal.

Coordenadas del polígono de enriquecimiento vegetal erosión hídrica

Vértice	X	Y
1	402447.69	2708602.24
2	402420.6	2708583.56
3	402406.62	2708614.96
4	402419.23	2708662.52
5	402420.89	2708668.42
6	402442.33	2708695.88
7	402471.78	2708707.09
8	402499.06	2708727.53
9	402516.99	2708733.83
10	402539.35	2708729.09
11	402552.45	2708711.89
12	402548.24	2708683.8
13	402541.84	2708646.66
14	402458.00	2708641.02
15	402447.69	2708602.24



Vértices enriquecimiento cobertura vegetal

Vertice	X	Y
1	402447.69	2708602.24
2	402420.60	2708583.56
3	402406.62	2708614.96
4	402419.23	2708662.52
5	402420.89	2708668.42
6	402442.33	2708695.88
7	402471.78	2708707.09
8	402499.06	2708727.53
9	402516.99	2708733.83
10	402539.35	2708729.09
11	402552.45	2708711.89
12	402548.24	2708683.80
13	402541.84	2708646.66
14	402458.00	2708641.02
15	402447.69	2708602.24

Plano del polígono de enriquecimiento vegetal erosión hídrica

Erosión eólica actual y potencial área de enriquecimiento vegetal

Considerando la falta de documentación sobre la perdida de suelo por acción del viento, se realiza la estimación del cálculo de erosión eólica del área propuesta para el enriquecimiento de cobertura vegetal. Para eso se empleó la metodología anteriormente descrita que corresponde a la SEDUE (1988). Se estimó la perdida de suelo por erosión eólica actual contemplando las condiciones actuales de vegetación de dicha superficie, de la misma manera se obtuvo la estimación de la perdida suelo una vez que se realice en enriquecimiento de cobertura vegetal.

Para el cálculo de la capa erosión laminar eólica expresada en toneladas por hectárea por año (Ee) se aplica la siguiente fórmula:

$$Ee = IAVIE \times CATEX \times CAUSO$$

Para el caso del enriquecimiento de rodal solo se presentan los resultados de la estimación de la perdida de suelo por erosión eólica, se anexa memoria de cálculo en formato Excel.

Índice de agresividad del viento área de enriquecimiento vegetal

Primeramente, se calculó el índice de agresividad del viento mediante la siguiente formula:

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

Para conocer el valor de IAVIE primeramente se obtuvo el valor de PECRE, como se describe continuación:

$$PECRE = 0.2408 \times PREC - 0.0000372 \times (PREC)^2 - 33.1019$$

Para estimar el valor de PECRE en el área de enriquecimiento de cobertura vegetal se consideró la precipitación media anual de la estación meteorológica 10031 Huahuapan, con precipitación de 820.8 mm (0.8208 m) durante un periodo de observación de 1981 a 2010.

$$PECRE = 0.2408 \times 820.8 - 0.0000372 \times (820.8)^2 - 33.1019$$

PRCRE = 139.48

Sustituyendo el valor que resulta de calcular el PECRE en la fórmula para conocer el índice de agresividad del viento se obtiene que IAVIE = 53.98 Si el resultado de IAVIE es mayor de 20, se considera como área de influencia para el estudio de la erosión eólica.

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 \times (139.48)$$

IAVIE = 53.98

Clasificación de textura y clase área de enriquecimiento vegetal

Para el cálculo de la capa de calificación de textura y la fase en del área de enriquecimiento, se empleó la carta edafológica Serie II escala 1:250,000 G13D11 (INEGI, 2027) y con los recorridos de campo mediante el levantamiento de la información del inventario, por usos

identificados se determinó que el suelo es de textura media y fase pedregosa o gravosa para los dos polígonos de cambio de uso de suelo.

La superficie del polígono propuesto es de 1.0000 ha (10,000 m^2) el cual es de textura media y fase pedregosa o gravosa con valor de CATEX de 0.62. Esto de acuerdo al cuadro de valores de suelos no calcáreos para el cálculo de la capa de clasificación y textura.

CATEX = 0.62

Calificación por uso de suelo (CAUSO) área de enriquecimiento vegetal

Continuando con el procedimiento se calificó el uso del suelo (CAUSO) del área de enriquecimiento. Considerando que actualmente el área a enriquecer cuenta con muy poca o nula densidad de cobertura vegetal, el valor de causo corresponde a 1 una vez que se realicen los trabajos de enriquecimiento el valor de CUASO será de 0.20 que corresponde a bosque.

CAUSO actual = 1

CAUSO enriquecimiento = 0.20

Resultados de erosión eólica actual área de enriquecimiento vegetal

La pérdida de suelo que se tiene actualmente en el área que se propone para el enriquecimiento de cobertura vegetal es de **33.47 ton/ha/año**, esto considerando que el área cuenta con poca o nula densidad de cobertura vegetal donde el valor de causo es de 1. En condiciones actuales dentro de la superficie a enriquecer se considera que la erosión es de clase moderada ya que se encuentra en el rango que va de las 12 – 50 ton/ha/año.

Resultados de erosión eólica potencial (proyectada) área de enriquecimiento vegetal

La cantidad de suelo que se perderá una vez que se realicen los trabajos de enriquecimiento de cobertura vegetal será de **6.69 (ton/ha/año)**, esto considerando que en el área aumentara la densidad de la cobertura vegetal y el valor de causo será de 0.20 que corresponde a un CAUSO de bosque. En condiciones actuales dentro de la superficie a

enriquecer se considera que la erosión proyectada con dichos trabajos será de clase nula o liguera (erosión natural) ya que estará en el rango que va de 0 – 12 ton/ha/año.

Tasa de erosión eólica área de enriquecimiento vegetal

Para obtener la tasa de erosión del área propuesta para enriquecimiento de cobertura vegetal, se multiplica el resultado que se obtuvo en cada uno de los escenarios (erosión actual y erosión potencial "proyectada") por la superficie que ocupa el polígono de enriquecimiento, para obtener la erosión en tonelada/año (ton/año). Una vez realizada esta operación, la tasa de erosión se obtiene de la resta de la erosión actual menos la erosión potencial (proyectada), la diferencia de estas dos es la cantidad de suelo que se estará perdiendo en ton/año.

El polígono propuesto para el enriquecimiento de cobertura vegetal es de 1.0000 ha (10,1000 m ^{2}), con las condiciones actuales en las que se encuentra la vegetación la pérdida de suelo en ton/ha/año en el escenario actual es de **33.47 ton/ha/año**, multiplicando este valor por la superficie que ocupa el polígono propuesto el resultado de la erosión actual en ton/año es de **33.47 ton/año**, esto debido a que el resultado se multiplica por 1 que corresponde a la hectárea de enriquecimiento. La erosión potencial en ton/ha/año es de **6.69 (ton/ha/año)**, considerando la superficie del área propuesta para enriquecimiento y multiplicando este valor por 1 que corresponde a dicha superficie se tendría que la erosión proyectada con enriquecimiento en ton/año sería de **6.69 ton/año**, debido a que dicho valor se multiplica por la superficie a enriqueces y esta es de 1 hectárea.

Realizando la resta de la erosión actual menos la erosión proyectada se tiene que la tasa de erosión del polígono propuesto para el enriquecimiento de cobertura vegetal es de **26.77 ton/año**. Continuación se presenta dicha operación:

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosión\ (ton/ha)} = Ee\ atual - Ee\ potncial\ (proyectada)$$

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosión\ (ton/ha) = 33.47 - 6.69}$$

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ erosión\ (ton/ha) = 26.77}$$

Conclusión erosión eólica área de enriquecimiento vegetal

Considerando que la tasa de erosión eólica que se regenerara por el cambio de uso de suelo es de **3.37 ton/año**, se propone el enriquecimiento de cobertura vegetal sobre la una superficie de 1.0000 ha (10,000 m^2) para compensar la pérdida de suelo por el CUSTF. De esta manera se tiene que la tasa de erosión del área de enriquecimiento es de **26.77 ton/año**, realizando la operación de restar la tasa de erosión del CUSTF menos la tasa de erosión del área de enriquecimiento se tiene que la diferencia es de **23.40 ton/año.** Con esto se tiene que con la superficie de enriquecimiento se compensa la erosión que provocara el CUSTF y a la vez se tendrá un benéfico de 23.40 ton/año, en el siguiente cuadro se presenta las tasas de erosión eólica del CUSTF y enriquecimiento.

Tasas de erosión eólica CUSTF y enriquecimiento vegetal

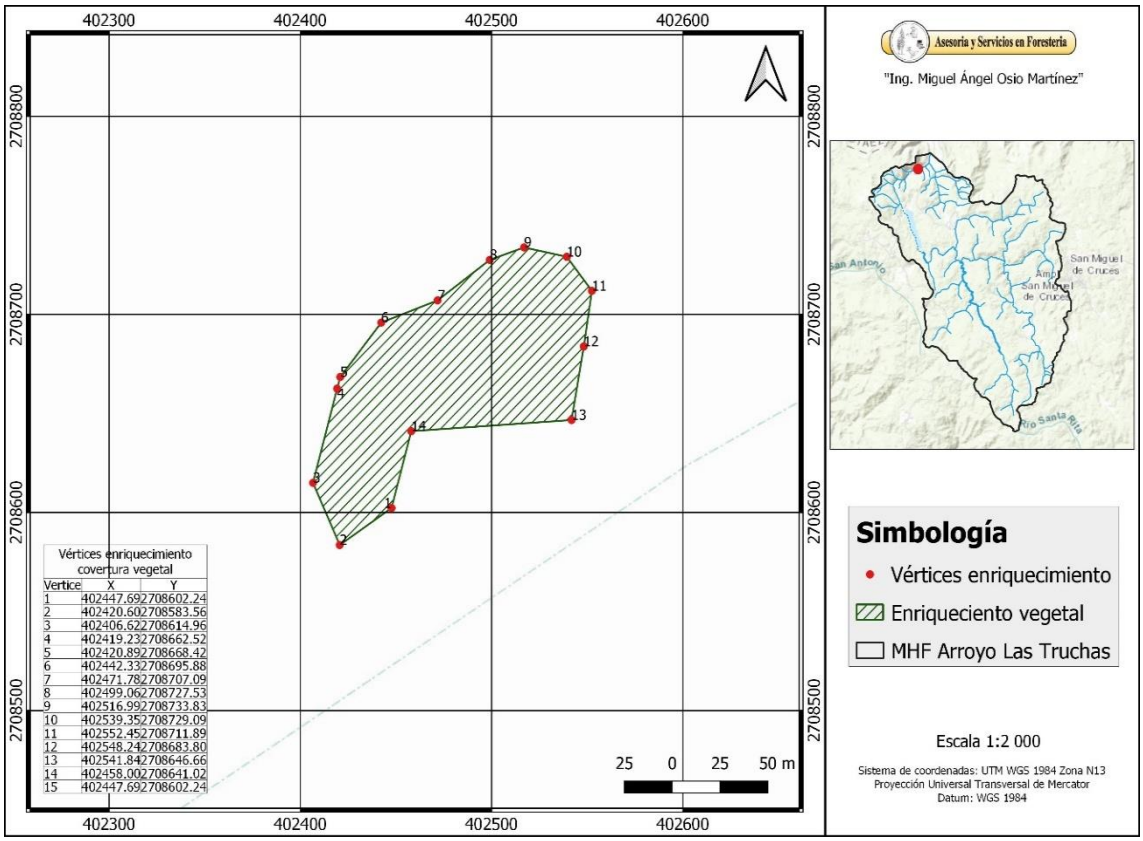
Obra	Superficie (ha)	Tasa de erosión por Sup. (ton/año)
CUSTF	0.1260	3.37
Enriquecimiento	1.0000	26.77
Total suelo compensado		**23.40**

En relación con el cuadro anterior se tiene que la perdida de suelo ocasionada por el CUSTF se compensara con el enriqueciendo de un polígono con superficie de 1.0000 ha (10,000 m^2), en el siguiente cuadro se presentan las coordenada de los vértices que forman el polígono donde se realizaran los trabajos anterior mente mencionados. De igual manera en la figura siguiente se presenta el plano del polígono correspondiente al área propuesta para el enriquecimiento de cobertura vegetal.

Coordenadas del polígono de enriquecimiento vegetal erosión eólica

Vértice	X	Y
1	402447.69	2708602.24
2	402420.6	2708583.56
3	402406.62	2708614.96
4	402419.23	2708662.52
5	402420.89	2708668.42
6	402442.33	2708695.88

7	402471.78	2708707.09
8	402499.06	2708727.53
9	402516.99	2708733.83
10	402539.35	2708729.09
11	402552.45	2708711.89
12	402548.24	2708683.8
13	402541.84	2708646.66
14	402458.00	2708641.02
15	402447.69	2708602.24



Plano del polígono de enriquecimiento vegetal erosión eólica

Balance hídrico actual y potencial área de enriquecimiento vegetal

Para la estimación del balance hídrico del área propuesta para el enriquecimiento se siguió la metodología anteriormente descrita en la estimación del balance del SA la cual fue tomada de la NOM-011-CNA-2015 en su forma reducida:

$$Infiltración = P - ETR - Ve$$

Para el caso del enriquecimiento de rodal solo se presentan los resultados de la estimación del balance hídrico, se anexa memoria de cálculo en formato Excel.

Volumen de agua precipitada área de enriquecimiento vegetal

El área propuesta para enriquecimiento cuenta con una superficie de 1.0000 ha (10,000 m^2). Los datos meteorológicos empleados corresponden a la estación meteorológica 10031 Huahuapan con 820.8 mm (0.8208 mm) con un rango de años de observación de 1981 – 2010.

Volumen de agua precipitada enriquecimiento

Polígono	Precipitación ponderada (mm)	Precipitación (m)	Superficie (ha)	Superficie (m^2)	Volumen precipitado (m^3)
Enriquecimiento	820.8	0.8208	1.0000	10,000.00	8,208.00

Evapotranspiración área de enriquecimiento vegetal

Para el cálculo de la evapotranspiración en el área de CUSTF se empleó el método de Coutagne el cual es empleado por la CONAGUA. Este método es aplicable para valores de precipitaciones (m/año) comprendidos entre el intervalo definido por:

$$\frac{1}{8 \times \lambda} \; y \; \frac{1}{2 \times \lambda}$$

Donde: $\lambda = \frac{1}{0.8 + 0.14 \times t}$

Siendo t = temperatura media anual (°C)

Para dicho rango el autor propone la siguiente expresión:

$$ETR = P - \lambda \times P^2$$

Donde:

ETR = evapotranspiración real en maño^{-1}

Sustituyendo los valores queda de la siguiente manera:

$$\lambda = \frac{1}{0.8 + 0.14 \times t}$$

$$\lambda = \frac{1}{0.8 + 0.14 \times 20.4}$$

$$\lambda = 0.274$$

$$\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{8 \times \lambda}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{8 \times 0.274}} = 0.457 \quad \text{y} \quad \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2 \times \lambda}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2 \times 0.274}} = 1.828$$

Una vez comprobado que la precipitación del área de CUSTF en cuestión está entre el rango de $\frac{1}{8\times\lambda}$ y $\frac{1}{2\times\lambda}$ procedemos a calcular la evapotranspiración con la siguiente expresión:

$$ETR = P - \lambda \times P^2$$

$$ETR = 0.8208 - 0.274 \times 0.8208^2$$

$$ETR = 0.637\ m/año$$

Una vez que se obtuvo el valor de la evapotranspiración este valor se multiplica por la superficie del área de enriquecimiento en m^2 que dando de la siguiente manera:

Sin enriquecimiento	Con enriquecimiento
$\boldsymbol{ETR = 0.637 \times 10{,}000.00}$	$\boldsymbol{ETR = 0.637 \times 10{,}000.00}$
$\boldsymbol{ETR = 6{,}370.00}$	$\boldsymbol{ETR = 6{,}730.00}$

De tal manera se tiene que en la superficie de enriquecimiento en estado actual y con trabajos de enriquecimiento de cobertura vegetal la evapotranspiración es de **6,730.00**

m^3/año como se puede apreciar en el siguiente cuadro, cabe mencionar que el volumen de agua evapotranspirada se mantiene igual en condiciones actuales y con enriquecimiento.

Volumen de agua evapotranspirada en el área de enriquecimiento vegetal

Polígono	Superficie (ha)	Superficie (m^2)	ETR m^3/año
Enriquecimiento	1.0000	10,000.00	6,370.00

Escurrimiento superficial área de enriquecimiento vegetal

El cálculo del escurrimiento medio nos indica el volumen de agua que se puede almacenar o retener con base a la cantidad de agua que se pierde por escurrimiento. Para la estimación del volumen medio que escurre en la superficie propuesta para enriquecimiento se utilizó la metodología como lo indica la NOM-011-CNA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. De acuerdo con el método indirecto propuesto en la NOM-011-CNA-2015 el volumen medio anual de escurrimiento se determina mediante la siguiente expresión:

$$Ve = P \times At \times Ce$$

Los datos meteorológicos empleados en el área de enriquecimiento se tomaron de la estación meteorológica 10031 Huahuapan, con un periodo de años de observación de 1981 – 2010 y precipitación media anual de 820.8 mm (0.8208 mm). La superficie del área propuesta es de 1.0000 ha (10,000.00 m^2). El cálculo del coeficiente de escurrimiento se determinó en función del tipo y uso del suelo y el volumen de precipitación anual.

Con apoyo de la carta edafológica G13-11 escala 1:250000 (INEGI, 2007) y los recorridos de campo, realizados mediante el levantamiento del inventario, se determinó que el tipo de suelo del área corresponde a suelo mediamente permeable. De la misma manera la carta de uso de suelo y vegetación serie VI INEGI, menciona que el tipo de vegetación corresponde a bosque en ambos polígonos, para validar esta información con el levantamiento de los datos de inventario se concluyó que por usos identificados la vegetación presente en el área

corresponde a bosque como se presenta en el siguiente cuadro, con esto se obtiene el valor de K.

Permeabilidad y uso del suelo en el área de enriquecimiento vegetal

Polígono	Permeabilidad	Tipo de vegetación	Superficie ha
Enriquecimiento	Mediamente permeable	Bosque	1.0000

Debido a que en el área de propuesta para el polígono de enriquecimiento la densidad de la cobertura vegetal actual es menos del 25 %, se tiene que el valor de K corresponde a 0.28, con los trabajos de enriquecimiento de cobertura vegetal esta aumentara a una densidad del 25 al 50 % y el valor de K será de 0.26. Esto según el cuadro "valores de K" anterior mente descrito en el numeral 6.3.

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

K: Parámetro que depende del tipo y uso de suelo	Coeficiente de escurrimiento anual (Ce)
Si K resulta menor o igual que 0.15	Ce = K (P-250) / 2000
Si K es mayor que 0.15	Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5

Como el valor de K en el área propuesta para enriquecimiento es mayor a 0.15 precedemos a calcular el coeficiente con la siguiente formula:

$$Ce = K\ (P - 250)\ /\ 2000\ +\ (K - 0.15)\ /\ 1.5$$

Polígono	Ce actual	Ce Con enriquecimiento
Enriquecimien	$Ce = 0.28 \times (820.8 - 250)/2000 + (0.22 - 0.15)\ /\ 1.5$	$Ce = 0.26 \times (820.8 - 250)/2000 + (0.28 - 0.15)\ /\ 1.5$

to

$$Ce = 0.17 \qquad\qquad Ce = 0.15$$

Una vez que se obtuvo el coeficiente de escurrimiento procedemos a calcular el volumen medio anual que escurre en el área de enriqucimiento quedando de la siguiente manera:

$$Ve = P \times At \times Ce$$

Polígono	Ce actual	Ce Con enriquecimiento
Enriquecimiento	$Ve = 0.8208 * 10{,}000.00 \times 0.17$ $Ve = 1{,}367.28$	$Ve = 0.8208 * 10{,}000.00 \times 0.15$ $Ve = 1{,}210.99$

Actualmente dentro del área propuesta para el enriquecimiento de cobertura vegetal escurren **1,367.28 m^3/año** .Una vez que se incremente la densidad de vegetación con el enriquecimiento escurrirán 1,210.99 **m^3/año** como se presenta en el siguiente cuadro.

Resultado de volumen medio (Ve) de escurrimiento en el área de enriquecimiento vegetal

Polígono	Ve m^3/año actual	Ve m^3/año Con enriquecimiento
Enriquecimiento	1,367.28	1,210.99

Infiltración área de enriquecimiento vegetal

La metodología para el cálculo del balance hídrico fue tomada de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015 en su forma reducida:

$$Infiltración = P - ETR - Ve$$

Sustituyendo los valores de la fórmula de la infiltración se tiene lo siguiente para de enriquecimiento en los diferentes escenarios:

Polígono	Infiltración m^3/año actual	Infiltración m^3/año Con

		enriquecimiento
Enriquecimiento	$Infiltración = 8,200.00 - 6,37.00 - 1,$	$Infiltración = 8,200.00 - 6,37.00 - 1,210.99$
	$Infiltración = 470.72$	$Infiltración = 627.01$

En las condiciones actuales de la cobertura vegetal se infiltran **470.72 m^3/año**. Una vez que se incremente la cobertura vegetal, se infiltraran **627.01 m^3/año**.

Resultado de la infiltración en el área de enriquecimiento vegetal

Polígono	Infiltración m^3/año actual	Infiltración m^3/año Con enriquecimiento
Enriquecimiento	470.72	627.01

1.1. Tasa de escurrimiento e infiltración área de enriquecimiento vegetal

La tasa de escurrimiento e infiltración se obtuvo de la operación de restar el escurrimiento actual menos el escurrimiento proyectado, al igual que la infiltración actual menos la infiltración proyectada, el resultado de esto es la cantidad de **m^3/año** que escurrieran y se infiltrara en el área propuesta para enriquecimiento de cobertura vegetal.

1.1.1. Tasa de escurrimiento área de enriquecimiento vegetal

La diferencia de la resta del escurrimiento actual menos el escurrimiento proyectado es la tasa de m^3 que disminuirá el escurrimiento superficial del polígono propuesto para las actividades de enriquecimiento. Se tiene que en condiciones actuales escurren **1,367.28 m^3/año** una vez que se realicen los trabajos de enriquecimiento el escurrimiento proyectado será de **1,210.99 m^3/año** el resultado de la resta de ambos valores es de **156.29 m^3/año**, esta cantidad de m^3 es lo que dejara de escurrir una vez que se tenga el enriquecimiento y se aumente la densidad de cobertura vegetal.

Tasa de escurrimiento en el área de enriquecimiento vegetal

Polígono	Escurrimiento m^3/año actual	Escurrimiento m^3/año Con	Tasa de escurrimiento

		enriquecimiento	m^3/año
Enriquecimiento	1,367.28	1,210.99	156.29

Tasa de infiltración área de enriquecimiento vegetal

La diferencia de la resta de la infiltración actual menos la infiltración proyectada es la tasa de m^3 que aumentará la infiltración en el polígono propuesto para las actividades de enriquecimiento. Se tiene que en condiciones actuales se infiltran **470.72 m^3/año** una vez que se realicen los trabajos de enriquecimiento la infiltración proyectada será de **627.01 m^3/año** el resultado de la resta de ambos valores es de **156.29 m^3/año**, esta cantidad de m^3 es lo que se infiltrara una vez que se tenga el enriquecimiento y se aumente la densidad de cobertura vegetal.

Tasa de escurrimiento en el área de enriquecimiento vegetal

Polígono	Escurrimiento m^3/año actual	Escurrimiento m^3/año Con enriquecimiento	Tasa de escurrimiento m^3/año
Enriquecimiento	470.72	627.01	156.29

Conclusión de escurrimiento e infiltración enriquecimiento vegetal

La tasa de escurrimiento del área de CUSTF es de **59.08 m^3** que es el volumen que aumentara el escurrimiento y en el área de enriquecimiento es de **156.29 m^3** es el volumen que disminuirá el escurrimiento, con esto se tienen que la resta de la tasa de escurrimiento del CUSTF menos la tasa del escurrimiento proyectado da un resultado de **97.21 m^3**, esto indica que con el aumento de la densidad de cobertura vegetal se compensara el escurrimiento generado por el CUSTF y se tendrán a favor 97.21 m^3/año, dicha cantidad es lo que dejara de escurrir cuando se realicen las actividades de enriquecimiento de cobertura vegetal.

Tasa de escurrimiento por actividad

Actividad	Superficie (ha)	Tasa de escurrimiento (m^3/año)

CUSTF	0.1260	59.08
Enriquecimiento	1.0000	156.29
Total volumen de agua compensado		**97.21**

La tasa de infiltración del área de CUSTF es de **59.08 m^3** es el volumen que dejara de infiltrarse y en el área de enriquecimiento es de **156.29 m^3** es el volumen que aumentara la infiltración, con esto se tienen que la resta de la tasa de infiltración del CUSTF menos la tasa infiltración proyectada da un resultado de **97.21 m^3**, esto indica que con el aumento de la densidad de cobertura vegetal se compensara la disminución de la infiltración generado por el CUSTF y se tendrán a favor **97.21 m^3/año**, dicha cantidad es lo aumentara la infiltración cuando se realicen las actividades de enriquecimiento de cobertura vegetal.

Tasa de infiltración por actividad

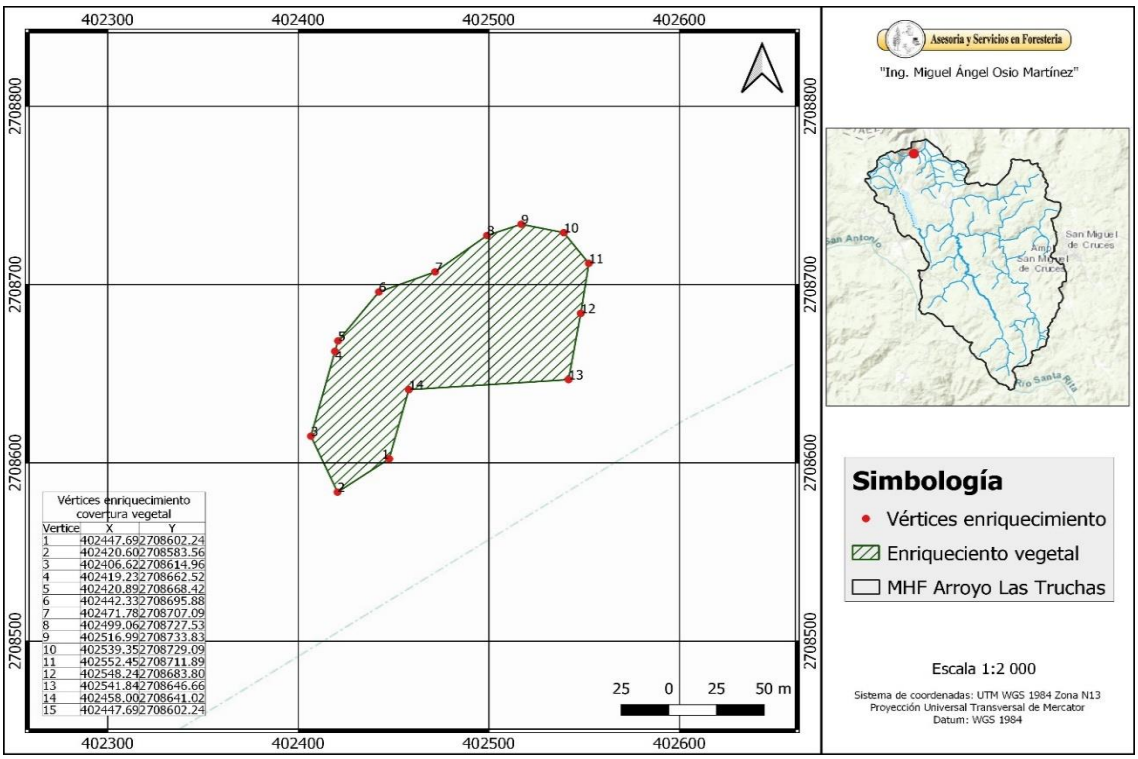
Actividad	Superficie (ha)	Tasa de infiltración (m^3/año)
CUSTF	0.1260	59.08
Enriquecimiento	1.0000	156.29
Total volumen de agua compensado		**97.21**

Con relación a lo anterior se concluye que con el polígono por puesto para el enriquecimiento de cobertura vegetal se compensan; el aumento de escurrimiento y la diminución de la infiltración del CUSTF, para ello a continuación en el siguiente se presentan las coordenadas de los vértices que conforman al polígono de enriquecimiento de cobertura vegetal, de la misma forma se en la siguiente figura se presenta el plano del área propuesta para enriquecimiento.

Coordenadas del polígono de enriquecimiento vegetal balance hídrico

Vértice	X	Y
1	402447.69	2708602.24
2	402420.6	2708583.56
3	402406.62	2708614.96

4	402419.23	2708662.52
5	402420.89	2708668.42
6	402442.33	2708695.88
7	402471.78	2708707.09
8	402499.06	2708727.53
9	402516.99	2708733.83
10	402539.35	2708729.09
11	402552.45	2708711.89
12	402548.24	2708683.8
13	402541.84	2708646.66
14	402458.00	2708641.02
15	402447.69	2708602.24



Plano del polígono de enriquecimiento de cobertura vegetal balance hídrico

Total de especies a establecer en el SA.

Estrato Arbóreo SA	Estrato Arbóreo CUSTF

Nombre científico	Nombre común	No de individuos	No de individuos	Diferencia	Individuos a incorporar
Acacia pennatula	Tepame	29	17	12	12
Arbutus xalapensis	Madroño	11	5	6	6
Bocconia arbórea	Palo diablo	5		5	
Bursera bipinnata	Torote	5		5	
Ceiba aesculifolia	Pochote	10		10	
Comarostaphylis polifolia	Macuate	21	14	7	7
Conzattia multiflora	Navío	5		5	
Erythrina coralloides	Colorín	2		2	
Ipomoea arborescens	Palo Blanco	14		14	
Pinus tenuifolia	Pinus tenuifolia	13	7	6	6
Prunus serotina	Capulín	3		3	
Quercus candicans	Encino ancho	10	6	4	4
Quercus castanea	Capulincillo	71	54	17	17
Quercus laurina	Encino laurelillo	6	1	5	
Quercus resinosa	Encino amarillo	5	1	4	4
Quercus tuberculata	Encino	10		10	
Sapindus saponaria	Jaboncillo	3		3	
TOTAL		**221**	**105**		**55**

e) Medio Socioeconómico.

El proyecto que se pretende desarrollar esta relacionado con la operación de la Planta Hidroeléctrica Las Truchas, la cual fue establecida desde 1930 para producir energía eléctrica suficiente para la operación de la Planta de Beneficio y Mina de Tayoltita, la cual es una fuente de empleo para los habitantes de la Región de San Dimas, y alrededores.

Las comunidades que guardan una relación directa con el proyecto son principalmente la cabecera municipal de San Dimas y las Localidades de Huahuapan y las Truchas, donde se ubica el proyecto que se pretende desarrollar.

La base económica de las comunidades del AI de proyecto se sustenta básicamente en la producción agropecuaria, actividades comerciales, servicios tradicionales de prestación de servicios y la minería, siendo la producción agropecuaria y la minería las actividades económicas más cercanas a estas comunidades.

f) Paisaje.

El paisaje dentro del AI del proyecto se considera homogéneo, sin que un elemento en especial domine sobre el resto, se encuentra limitado por montañas y cerros. La calidad lumínica es alta.

En cuanto a la calidad del paisaje y la fragilidad de este tenemos que:

- El área propuesta para el proyecto combina una calidad restrictiva nula, pero una baja fragilidad debido a la existencia de la Unidad Minera, lo que indica que es una zona donde el proyecto se podría promocionar sin problemas ya que no se tiene una alta visibilidad de la zona que recibirá el impacto por la existencia de camuflajes naturales que la disimulan.
- Por la sencillez del paisaje en el AI de proyecto, se tienen posibilidades adecuadas de absorción de ciertos elementos ya que son difíciles de visualizar, sobre todo si aún no se tienen las dimensiones exactas proyectadas al abandono del proyecto.

VII. 2 Programa de Vigilancia Ambiental

Un programa de vigilancia ambiental tiene por función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación y que establezca la verificación del cumplimiento de dichas medidas de mitigación, estableciendo los procedimientos para hacer las correcciones y los ajustes necesarios.

Una vez que se cuente con los resolutivos correspondientes en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo; durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción; tanto el Residente de Obra como el Supervisor Externo ó en su caso, personal especializado en la materia, serán quienes supervisarán que se lleven a cabo las

medidas de mitigación descritas en el presente estudio y las que la autoridad correspondiente determine adecuadas para el desarrollo del proyecto en armonía con el ambiente, teniendo como objetivos principales los siguientes:

- Se llevará un control de los procedimientos de supervisión para verificar el cumplimiento de éstas, estableciendo los procedimientos para hacer las correcciones y los ajustes necesarios.

- Se registrarán en una bitácora los pormenores de las mismas, fechas de realización, los nombres de los encargados en realizarlas, etc.

Con la finalidad de garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas se implantará un Programa de Vigilancia Ambiental (Anexo 7.1) para el **Proyecto,** en el cual se incluirán las actividades consideradas en los siguientes Programas:

- Programa de Protección de Flora.

- Programa de Protección de Fauna.

Dichos Programas se presenta en los Anexos 4.2 y 4.3 e incluyen los elementos indicados por la Guía para la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, que se listan a continuación:

1. Objetivos y alcances

2. Fichas técnicas que se utilizarán para dar seguimiento a cada una de las medidas propuestas.

3. Indicadores de seguimiento basados en criterios técnicos y/o ecológicos, medibles y verificables en tiempo y espacio, que permitan medir la eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y compensación.

VII.4 Conclusiones.

Con base en la evaluación realizada pueden concluirse que el proyecto, en las condiciones en las que se encuentra previsto desarrollarlo hasta su cierre, presenta un balance ambiental positivo, considerando lo siguiente:

Del conjunto de impactos ambientales potenciales analizados, tenemos que los más relevantes son:

- Disminución temporal de la abundancia de flora y fauna silvestre en el área del proyecto, como resultado del desarrollo de actividades que generan perturbación y desplazamiento de los animales.

El uso de las mejores tecnologías existentes y la amplia experiencia de la empresa en el desarrollo de este tipo de proyectos garantiza el control de las soluciones para evitar que se afecte por contaminación a la población y al medio ambiente.

Actividades como el manejo correcto de los residuos y sustancias peligrosas, control de polvos y emisiones, el monitoreo de medios ambientales y la restauración final del sitio, generan actualmente certidumbre y condiciones favorables para los habitantes próximos al área del proyecto.

Manifiesto de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

“Ramal L.T.E. Las Truchas - Casa de Máquinas Presa Hidroeléctrica Las Truchas”

Primero Empresa Minera S.A. de C.V.

CAPITULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

Febrero, 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES. 3

VIII.1 Formatos de Presentación. 3

VIII.1.1 Planos definitivos 3

VIII.1.2 Fotografías 3

VIII.1.3 Videos 3

VIII.1.4 Listas de flora y fauna 3

VIII.1.5 Otros anexos 4

VIII.1.6 Glosario de términos 4

VIII.2 Bibliografía 8

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

VIII.1 Formatos de Presentación.

De acuerdo con el artículo número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entrega un ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental, mismo que se encuentra en memoria magnética, entregando 3 discos, los cuales incluyen planos temáticos, estudios técnicos realizados para la conformación del proyecto, imágenes, e información que complementa el estudio mismo que se presenta en formato Word y PDF para Consulta Pública.

De igual manera se ha integrado un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental en cuatro ejemplares, mismo que se presenta en memoria magnética en formato Word y PDF para Consulta Pública.

VIII.1.1 Planos definitivos

Los planos del proyecto se incluyen dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental para el Proyecto, así como en los anexos de esta de acuerdo con el siguiente orden:

Anexo 2.1 Plano General de las Obras del Proyecto.

Anexo 4.5 Planos Temáticos

VIII.1.2 Fotografías

Se presenta la memoria fotográfica del área del proyecto en el Anexo 4.4 del presente documento.

VIII.1.3 Videos

No aplica.

VIII.1.4 Listas de flora y fauna

En el Apartado IV.2.2 del Capítulo IV se presentan los listados de Flora y Fauna presentes en el Sistema Ambiental del proyecto.

VIII.1.5 Otros anexos

Del Capitulo I.

1.1. Documentación Legal De Los Terrenos

1.2. Acta Constitutiva De La Empresa

1.3 Constancia Situación Fiscal

1.4 Documentación Del Representante Legal.

Del Capítulo IV.

4.1 Estudio Hídrico y de Perdida de Suelo (EHPS)

4.2 Programa de Protección de Flora

4.3 Programa de Protección de Fauna.

4.4 Anexo Fotográfico

Del Capítulo V.

5.1 Matrices De Impacto Ambiental.

Del Capítulo VII.

7.1 Programa de Vigilancia Ambiental.

VIII.1.6 Glosario de términos

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Cárcamo de bombeo: Consiste en un depósito de agua para mantener un suministro constante a un sistema de bombeo.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios, fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Fluvial: Relativo o perteneciente a los ríos.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

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 residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

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 o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

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.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.

b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.

c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.

d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Irrigar: Llevar agua a las tierras mediante canales, acequias, etc., regar.

Jagüey: Pozo o zanja llena de agua, ya artificialmente, ya por filtraciones del terreno.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

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 el impacto ambiental 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.

Milla marina (o marítima): Teóricamente es equivalente a la distancia media que separa dos puntos de la superficie terrestre situados a igual longitud y cuya latitud difiere de un

minuto de arco. Por acuerdo internacional, se le ha atribuido el valor convencional de 1,852 m.

Muelle: Son obras que se realizan en la orilla del mar o de un río para consolidarla, permitir el atraque de los barcos y facilitar su carga y descarga.

Muro de contención: Su función es similar a la de un dique, que permite el represamiento de un cuerpo de agua o también para evitar el deslizamiento de suelo u otro material.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Obras de conducción: Son obras requeridas para transportar el agua captada, desde la fuente hasta el lugar de almacenamiento, regulación, tratamiento o distribución.

Pluvial: Relativo a la lluvia.

Presa de almacenamiento: Estas presas, como su nombre lo dice, tienen la función de almacenar agua para ser un abastecimiento confiable del recurso agua a lo largo del año, específicamente en temporadas de sequía. Su función es múltiple y pueden ser útiles para irrigación de zonas agrícolas, para suministro a zonas industriales y urbanas y para producir energía eléctrica, principalmente. Se establecen interceptando el escurrimiento de un caudal permanente, de manera que se garantice el llenado de la presa de manera continua.

Presa derivadora: La función de estas presas es interceptar una corriente para elevar la columna de agua para poder así derivar el agua hacia otras zonas que requieren del recurso e incluso para derivar a otras presas, sin necesidad de establecer sistemas de bombeo para llevar el agua a zonas más altas.

Presa de control de avenidas: La función de estas presas es la de evitar que las grandes avenidas que llegan a darse en temporada de lluvias puedan producir inundaciones en zonas agrícolas, urbanas, industriales, etc. al salirse los ríos de su cauce. Esta presa retiene temporalmente los grandes volúmenes de agua y permite su gradual escurrimiento aguas abajo, de manera controlada. Estas presas pueden establecerse a lo largo de un río para ir almacenando el escurrimiento y repartirlo entre varias de ellas.

Represa: Sinónimo de presa o de embalse.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Rompeolas: Dique avanzado en el mar que se construye a la entrada de los puertos para que no penetre en ellos el oleaje.

Salmuera: Agua fuertemente cargada de sal, que puede resultar, por ejemplo, de la evaporación del agua del mar.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Subsoleo: Introducción de maquinaria para aflojar profundamente el suelo.

Tómbolo: Conjunto formado por lo que primitivamente era un islote y la lengua de arena que lo une al continente.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Varadero: Plano inclinado de madera o de concreto que se prolonga desde la orilla del mar hacia el fono y cuyo objeto es el de poder sacar a tierra las embarcaciones para repararlas o para otros usos, ya sea por medio de un cabrestante (especie de torno de tambor vertical para halar o tirar de un cable), arrastrándolos por la quilla de la embarcación sobre postes, o si son mayores colocándolas sobre rieles.

VIII.2 **Bibliografía**

- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía UNAM. 5a.ed. Serie Libros No. 6. México.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa W. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática). 2000.

- Flores-Villela, O. 1993a. Herpetofauna mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies.
- Flores, V.O. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y la UNAM. México.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Inst. de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D.F. 217 pp.
- Aparicio M, FJ. 1992. Fundamentos de hidrología de superficie. Ed Limusa. 303 p.
- Cortés, T. (1991). Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 168 p.
- Figueroa, SB; A. Amante, H.G. Cortes, J. Pimentel, E.S. Osuna, J.M. Rodríguez y F.J. Morales. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. SARH-Colegio de Postgraduados. México. 150 p.
- Flores López, Hugo Ernesto; Martínez Menes, Mario; Oropeza Mota, J. Luis; Mejía Saens, Enrique; Carrillo González, Rogelio. 2003. Integración de la EUPS a un SIG para estimar la erosión hídrica del suelo en una cuenca hidrográfica de Tepatitlán, Jalisco, México. Terra Latinoamericana, vol. 21, núm. 2, abril-junio, 2003, pp. 233-244 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Disponible en http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57315595010.
- Foster, GR; Meyer, LD y Onstad, CA. (1977). *A Runoff Erosivity Factor and Variable Slope Length Exponents for Soil Loss Estimates. Transactions of the ASAE, 20(4), 0683–0687.* doi:10.13031/2013.35628.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2007. Conjunto de datos vectorial edafológico. Escala 1:250 000 serie II Continuo Nacional Durango. Disponible en https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/default.html#Descargas.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2013. Continúo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0). Escala 1:50 000. Disponible en https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/.

- Melchor-Marroquín, JI y Chagoya-Fuentes, JL. 2016. Diagnóstico de la erosión hídrica en la cuenca del río Tuxpan, Veracruz, México. Aqua-LCA. Vol 8, núm. 2. 25-35 Disponible en http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PHI-03ArticuloJoseMelchor.pdf.

- Montes-León, MAL; Uribe-Alcántara, EM y García-Celis, E. 2011. Mapa Nacional de erosión potencial. Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. II, núm. 1: 5-17. Disponible en http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v2n1/v2n1a1.pdf.

- Ordoñez G, JJ. 2011. Balance hídrico superficial. Cartilla técnica. Sociedad Geográfica de Lima. Foro Peruano para el agua. Lima Perú. Disponible en https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/balance_hidrico.pdf.

- Pastrana O, O. 2014. Determinación de la erosión hídrica potencial y actual a través de los sistemas de información geográfica. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 114 pp. Disponible en http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3846/63103%20PASTRANA%20ORTIZ,%20ONOFRE%20%20TESIS.pdf?sequence=1.

- Pedroza V, A. 2015. Estimación de la erosión hídrica mediante dos métodos de la ecuación universal e pérdida de suelo (EUPS) en la cuenca del río Chapingo, Texcoco. Universidad Autónoma del Estado de México. Tesis de licenciatura. Toluca de Lerdo. 114 pp. Disponible en http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/25604/TESIS_AM%C3%89RICA%20PROTEGIDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Ramírez L, JM. 2009. Producción de sedimentos en cuencas: revisión de criterios y aplicabilidad a la cuenca del río Apulco. Tesis de maestría, UNAM. Jiutepec, Morelos. Mx. 108 pp. Disponible en http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2831/ramirezleon.pdf?sequence=1.

- Renard, KG; Foster, GR; Weesies, GA; McCool, DK y Yoder, DC. 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). Agriculture Handbook 703. US Departament of Agriculture-ARS. Tuczon, AZ. Disponible en https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=cQEUAAAAYAAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=Renard,+K.G.,+L.D.+Meyer+%26+G.R.+Foster.+1996.+Predicting+soil+erosion+by+water:+A+guide+to+conservation+planning+with+revised+universal+soil+erosion+equation.&ots=HBRiqfbCRi&sig=P6Ja8VveU--rnHeS0_cRnHtHm5I#v=onepage&q&f=false.
- SEMARNAT, Dirección de Geomática. 2004. Degradación del suelo en la República Mexicana. Escala 1:250 000, en formato vectorial. Disponible en http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/degra250kgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xsl_indent=no</onlink.
- Vagaría, A y Gaspari, F. 2015. Estimación de la admisibilidad de pérdidas de suelo por erosión hídrica en la cuenca del arroyo napaleofú, provincia de Buenos Aires Argentina. Revista geográfica venezolana. 56. 105-119. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/282132202_Estimacion_de_la_admisibilidad_de_perdidas_de_suelo_por_erosion_hidrica_en_la_cuenca_del_arroyo_Napaleofu_provincia_de_Buenos_Aires-Argentina.
- Wischmeier, W. H., and Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537. Disponible en https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT79706928/PDF.
- Gobierno Estatal del Estado de Jalisco, Mayo de 2018. San Sebastián del Oeste, Diagnóstico del Municipio.
- Servicio Geológico Mexicano, Secretaría de Economía Diciembre de 2018. Panorama Minero del Estado de Jalisco, Coordinación Regional.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 13 de marzo de 2011. Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2011.
- Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Reforma DOF 5 de Junio de 2018. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

- SEMARNAT, SIMEC, CONANP, Área de Protección de Recursos Naturales CADNR 043 Estado de Nayarit.
- Gobierno de Jalisco, Secretaria de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable. Documento Técnico Municipio de San Sebastián del Oeste.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recurso Naturales, noviembre de 2002. Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Minero modalidad Particular.