



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

## I. Nombre del área que clasifica.

Oficina de Representación en Sinaloa.

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

SEMARNAT-09-001-B Manifestación de Impacto Ambiental  
Trámite unificado de cambio de uso del suelo forestal. Modalidad B No.  
25SI2021FD057

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

Domicilio de personas físicas, teléfono de personas físicas, correo electrónico de personas físicas, nombre de personas físicas y cédula profesional

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

Artículo 116 de la Ley de General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; Artículos 106 y 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública; Trigésimo octavo, cuadragésimo y cuadragésimo primero de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de Versiones Públicas; y el artículo 3, Fracción IX, de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados.

## V. Firma del titular del área.

Mtra. María Luisa Shimizu Aispuro

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

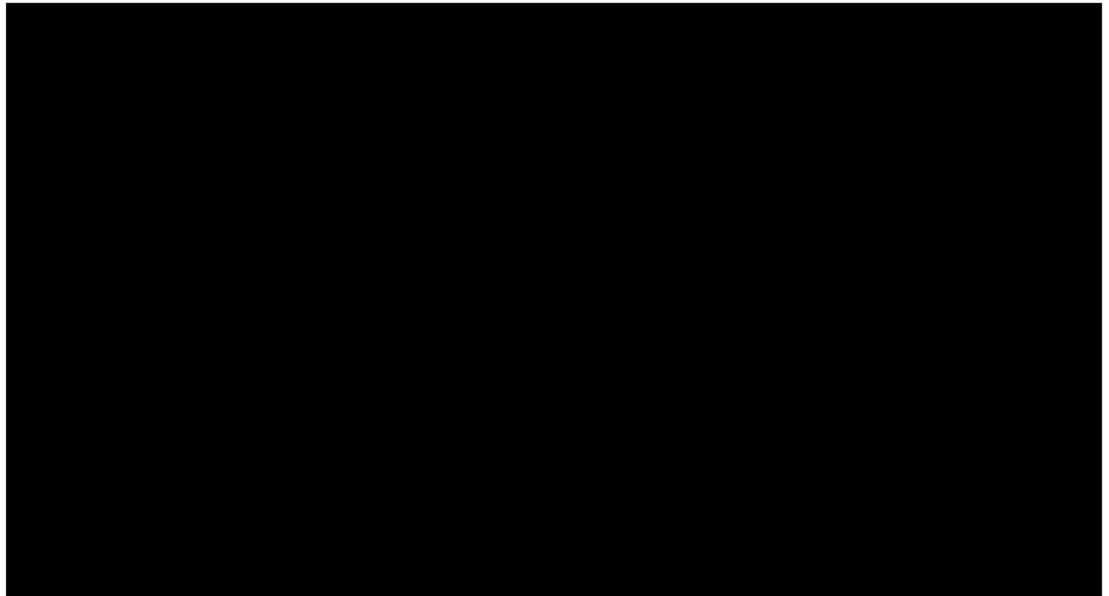
ACTA\_02\_2025\_SIPOT\_4T\_2024\_FXXVII, en la sesión celebrada el 17 de enero del 2025.

Disponibles para su consulta en:

[http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2025/SIPOT/ACTA\\_02\\_2025\\_SIPOT\\_4TO\\_2024\\_FXXVII.pdf](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2025/SIPOT/ACTA_02_2025_SIPOT_4TO_2024_FXXVII.pdf)

# **Documento Técnico Unificado Modalidad B**

**Del Proyecto  
"Ampliación de Tepetateras"**



## CONTENIDO

<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE .....</b>	<b>1</b>
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....	1
I.1.1 Nombre del proyecto .....	1
I.1.2 Ubicación del proyecto .....	1
I.1.3 Duración del proyecto .....	2
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE .....	2
I.2.1 Nombre o Razón Social .....	2
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes .....	2
I.2.3 Datos del Representante Legal .....	3
I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones .....	3
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO .....	3
I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental .....	3
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP .....	3
I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento .....	3
I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo .....	4
<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>6</b>
II.1. INFORMACIÓN GENERAL .....	6
II.1.1 Naturaleza del proyecto .....	6
II.1.2 Objetivo del proyecto .....	8
II.1.3 Ubicación física .....	9
II.1.4 Urbanización del área .....	10
II.1.5 Inversión requerida .....	10
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO .....	11
II.2.1 Dimensiones del proyecto .....	11
II.2.2 Representación gráfica regional .....	12
II.2.3 Representación gráfica local .....	13
II.2.4 Preparación del Sitio .....	16
a) Delimitación del área sujeta a CUSTF .....	17
b) Ejecución del programa de Rescate y reubicación de fauna silvestre .....	18
c) Ejecución del programa de Rescate y reubicación de flora .....	20
d) Desmonte y despalme del terreno .....	21
e) Ejecución del programa de conservación de suelos .....	22
II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto .....	26
II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto .....	26

**"Ampliación de Tepetateras"**

<i>II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo.</i>	26
a) Diseño e intensidad de muestreo utilizado	26
b) Número de sitios de muestreo y su distribución, en función de las características que presente cada polígono o polígonos de afectación directa.	28
c) Forma de los sitios	29
d) Tamaño de los sitios expresados en m <sup>2</sup>	29
e) Variables dasométricas (DAP, altura total, cobertura, etc.)	30
f) Variables ecológicas (especie, nombre común, etc.)	31
g) Coordenadas UTM de los sitios de muestreo	32
h) Justificación de metodologías y uso de fórmulas	32
V.2. NÚMERO DE INDIVIDUOS QUE SE ESPERA REMOVER	34
V.3. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS	35
V.3.1. <i>Estimación de existencias volumétricas por especie/ tipo de vegetación</i>	35
V.3.2. <i>Estimación de existencias volumétricas por propietario/ predio</i>	37
<i>II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.</i>	38
a). Estimación del valor económico de los recursos forestales maderables.	39
b) Estimación del valor económico de los recursos no maderables	41
c) Estimación del valor económico de los recursos faunísticos	43
d) Estimación del valor económico de los servicios ambientales.	44
<i>II.2.9 Operación y mantenimiento</i>	45
<i>II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones</i>	47
<i>II.2.11 Programa de trabajo</i>	48
<i>II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera</i>	50
<i>II.2.13 Residuos</i>	50
Tepetate	50
Basura y residuos no-toxicos	51
Residuos Peligrosos	51
<b>III.VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO</b>	<b>52</b>
III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES	52
Constitucion Política de los Estados Unidos Mexicanos	52
Convenios o tratados internacionales	54
Leyes y sus Reglamentos (federales, estatales y municipales)	56
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento	62
Ley de Aguas Nacionales.	66
III.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)	67
III.2.1. <i>Ordenamiento General del Territorio</i>	67
III.2.2. <i>Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sinaloa</i>	74
III.2.3. <i>Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial municipal.</i>	74

**"Ampliación de Tepetateras"**

III.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	75
<i>III.3.1. Áreas Naturales Protegidas</i> .....	75
Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal.....	75
Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal.....	76
<i>III.3.2. Otros instrumentos existentes</i> .....	77
Regiones Hidrológicas Prioritarias.....	77
Áreas Terrestres Prioritarias .....	78
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).....	79
Regiones Marinas prioritarias (RMP's) .....	80
III.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS .....	81
III.5. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU) .....	86
Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.....	86
Plan Nacional de Desarrollo Minero.....	88
Programa Sectorial Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales .....	88
El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 .....	88
Plan Municipal de Desarrollo de Choix 2014-2016.....	89
III.6. OTROS INSTRUMENTOS .....	89
<b>IV.DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....</b>	<b>90</b>
IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO .....	90
IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) .....	96
IV.2.1. <i>Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA</i> .....	96
IV.2.2.1 Medio abiótico .....	96
a) Clima y fenómenos meteorológicos: .....	96
b) Geomorfología:.....	101
Ambiente geológico del proyecto .....	101
Fisiografía del proyecto .....	104
Pendiente media del proyecto .....	106
Fenómenos geológicos .....	107
c) Suelo:.....	108
Tipos de suelos.....	108
Estado de conservación del suelo .....	112
Estimación de erosión.....	112
d) Agua: .....	122
Hidrología superficial .....	122
Análisis de captación de agua.....	125
Hidrología subterránea.....	133
IV.2.2.2 Medio biótico .....	135
a) Vegetación .....	135
b) Fauna:.....	155

**"Ampliación de Tepetateras"**

IV.2.2.3 Medio socioeconómico .....	166
a) Demografía .....	166
b) Factores socioculturales.....	169
c) Cobertura de servicios .....	170
d) Población económicamente activa (por edad, sexo, estado civil, etc.) .....	172
IV.2.2.4 Paisaje .....	173
IV.3. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIEGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO. ....	174
<i>La provisión del agua en cantidad y calidad.....</i>	175
<i>La captura de carbono, de contaminantes y de componentes naturales .....</i>	176
<i>La generación de oxígeno.....</i>	177
<i>El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.....</i>	178
<i>La modulación o regulación climática.....</i>	179
<i>La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida .....</i>	180
<i>La protección y recuperación de suelos .....</i>	183
<i>El paisaje y la recreación .....</i>	183
IV.4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	185
Normativos .....	185
De diversidad .....	185
Rareza.....	186
Naturalidad .....	186
Grado de aislamiento.....	186
Integridad Funcional.....	186
Riesgos/vulnerabilidad .....	186
<b>V.IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.</b> .....	<b>187</b>
V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS .....	187
V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS .....	190
V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS .....	193
<i>Fauna silvestre .....</i>	193
<i>Tipos de vegetación y flora .....</i>	194
<i>Recurso suelo.....</i>	195
<i>Volumen y calidad del agua .....</i>	196
V.4. CONCLUSIONES .....	198
<b>VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....</b>	<b>200</b>
XII.1. ANÁLISIS DE LA BIODIVERSIDAD.....	200
XII.2 FAUNA SILVESTRE.....	201
XII.3. TIPOS DE VEGETACIÓN Y FLORA.....	203
XII.4. NO SE PROVOCARÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS.....	204
1).- Tasa de erosión que se presenta en las condiciones actuales, señalando los procesos erosivos que ocurren de manera natural. ....	204
2).- Tasa de erosión que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal, considerando el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo. ....	205

**"Ampliación de Tepetateras"**

3).- Tasa de erosión implementando las medidas de mitigación para el proyecto.....	205
<b>XII.5 NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN, Y .....</b>	<b>206</b>
a).- Volumen de agua que se capta en las condiciones actuales .....	207
b).- El volumen de agua que se capta con la remoción de la vegetación en el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo.....	207
c).- El volumen de agua que se captaría con la implementación de las medidas de mitigación.....	208
<b>XII.6. LOS USOS ALTERNATIVOS DEL SUELO QUE SE PROPONEN EN EL PRESENTE ESTUDIO, SON MÁS PRODUCTIVOS A LARGO PLAZO EN LA REGIÓN, QUE EL RESTO DE LAS ACTIVIDADES QUE ACTUALMENTE SE LLEVAN A CABO.....</b>	<b>209</b>
a) Los usos alternativos del suelo que se proponen son más productivos a largo plazo.....	209
b) Se diversifican actividades .....	211
c) Se privilegia el uso potencial del terreno .....	212
<b>VII.MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES .....</b>	<b>214</b>
<b>VII.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.....</b>	<b>214</b>
<i>Fauna silvestre .....</i>	<i>218</i>
<i>Tipos de vegetación y flora .....</i>	<i>219</i>
<i>Suelos.....</i>	<i>219</i>
<i>Volumen y calidad del agua .....</i>	<i>223</i>
<b>VII.2. IMPACTOS RESIDUALES .....</b>	<b>225</b>
<b>VII.3. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS.....</b>	<b>225</b>
<b>VII.4. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO .....</b>	<b>225</b>
<i>VII.4.1. Estimación de los costos de las actividades de reforestación .....</i>	<i>225</i>
<i>VII.4.2. Estimación de los costos de la implementación de las obras de conservación de suelo.....</i>	<i>227</i>
<i>VII.4.3. Estimación de los costos de la implementación de las actividades de mantenimiento.....</i>	<i>228</i>
<b>VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>230</b>
<b>VIII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.....</b>	<b>230</b>
<b>VIII.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN ..</b>	<b>232</b>
<b>VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL.....</b>	<b>239</b>
<b>VIII.5. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.....</b>	<b>240</b>
<b>VIII.6 SEGUIMIENTO Y CONTROL .....</b>	<b>242</b>
<b>IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....</b>	<b>244</b>
<b>IX.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....</b>	<b>244</b>
<i>IX.1.1 Cartografía.....</i>	<i>244</i>
<i>IX.1.2 Fotografías .....</i>	<i>244</i>
<i>IX.1.3 Videos .....</i>	<i>244</i>
<b>IX.2 OTROS ANEXOS .....</b>	<b>244</b>

## RELACION DE ANEXOS

### **ANEXO 1. INFORMACION LEGAL DE LA EMPRESA**

- ANEXO 1-1. COPIA CERTIFICADA DEL PROMOVENTE PRISAY, SA DE CV
- ANEXO 1-2. COPIA SIMPLE DEL REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DE PRISAY, SA DE CV
- ANEXO 1-3. COPIA CERTIFICADA DEL PODER DE REPRESENTACIÓN LEGAL
- ANEXO 1-4. COPIA DE IDENTIFICACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL

### **ANEXO 2. ORIGEN LEGAL DEL TERRENO. COPIA CERTIFICADA DEL CONVENIO DE OCUPACIÓN TEMPORAL DEL EJIDO CAJON DE CANCIO, CON COPIA CERTIFICADA DE ACTA DE ASAMBLEA INSCRITA EN EL RAN Y COPIA CERTIFICADA DE CARPETA BÁSICA DE DOTACIÓN DEL EJIDO.**

### **ANEXO 3. PLANOS SUJETOS A CUSTF**

- ANEXO 3.1. PLANO DE OBRAS QUE COMPONEN LA SUPERFICIE SOLICITADA EN CUSTF ACORDE A LO SEÑALADO EN LA FRACCIÓN XXVII DEL ARTÍCULO 2 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE
- ANEXO 3.2. CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS POLÍGONOS QUE COMPONEN LA SUPERFICIE SOLICITADA EN CUSTF
- ANEXO 3.3. FORMATO ELECTRÓNICO DE LOS POLÍGONOS SUJETOS A CUSTF.

### **ANEXO 4. MEMORIA DE DATOS DE FLORA**

- ANEXO 4.1. MEMORIA DE DATOS DE CAMPO OBTENIDOS EN LA MHF
- ANEXO 4.2. CÁLCULOS DE PARÁMETROS POBLACIONALES Y DE DIVERSIDAD EN LA MHF
- ANEXO 4.3. MEMORIA DE DATOS DE CAMPO OBTENIDOS EN EL PREDIO SUJETO A CUSTF.
- ANEXO 4.4. CÁLCULOS DE PARÁMETROS POBLACIONALES Y DE DIVERSIDAD EN EL PREDIO SUJETO A CUSTF.
- ANEXO 4.5. MEMORIA Y ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN FORESTAL DEL PREDIO SUJETO A CUSTF POR PREDIO Y POLÍGONO DE CONSTRUCCIÓN.

### **ANEXO 5. MEMORIA DE DATOS DE FAUNA SILVESTRE**

- ANEXO 5-1. MEMORIA DE DATOS DE FAUNA SILVESTRE EN LA MHF.
- ANEXO 5-2. MEMORIA DE DATOS DE FAUNA SILVESTRE EN EL PREDIO CUSTF.

### **ANEXO 6. MEMORIA DE DATOS DE ESTIMACION DE EROSION**

- ANEXO 6-1 ESTIMACION DE EROSION HIDRICA EN EL PREDIO CUSTF.
- ANEXO 6-2 ESTIMACION DE EROSION EOLICA EN EL PREDIO CUSTF.

### **ANEXO 7. MEMORIA DE DATOS DE ESTIMACION DE BALANCE DE AGUA EN EL PREDIO CUSTF.**

### **ANEXO 8. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES.**

*"Ampliación de Tepetateras"*

## I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

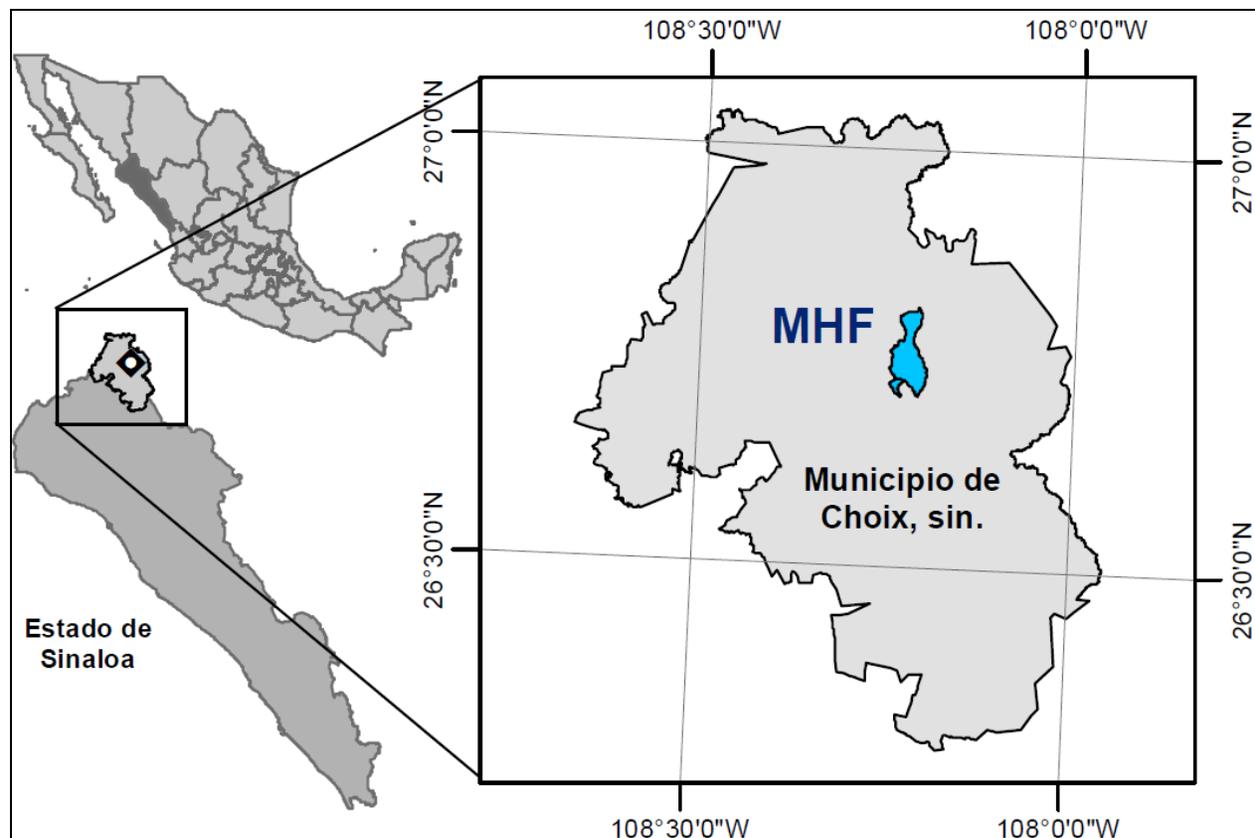
### I.1 Datos Generales del proyecto

#### I.1.1 Nombre del proyecto

Ampliación de tepetatera.

#### I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto ampliación de tepetateras se localiza en terrenos del Ejido Cajón de Cancio y se ubica aproximadamente a 18 km al Este de la cabecera municipal de Choix, en el Mpio. de Choix, Edo. de Sinaloa.



Macrolocalización del proyecto

**"Ampliación de Tepetateras"**

El resumen de ubicación del proyecto es el siguiente:

**Detalle de la ubicación geopolítica y forestal del proyecto**

País :	México.
Estado :	Sinaloa.
Municipio :	En el municipio Choix se tiene una ocupación de la totalidad del predio sujeto a CUSTF equivalente a 19.1791 ha.
Ecosistema (s) :	Ecosistema Templado de la totalidad del predio sujeto a CUSTF equivalente a 19.1791 ha.
Uso (s) de suelo y de vegetación:	El proyecto requiere en su totalidad de 21.7298 ha de los cuales 19.1791 ha presenta cobertura forestal de bosque de encino (BQ) de acuerdo a los resultados de trabajo de campo y a la Serie III y V de Usos de Suelo y Vegetación de INEGI.
Cuenca hidrológica :	Región hidrológica 10, Sinaloa, Cuenca del Río Fuerte, subcuenca c del Río de Choix, en la microcuenca hidrológica forestal delimitada para el proyecto de 3,259.45 ha (ver detalle en el Capítulo IV).
Predio (s) :	Dentro de un predio llamado Ejido de Cancio donde se posee anuencia de ocupación temporal se encuentra el polígono que compone el CUSTF de acuerdo a lo que se señala más adelante.
Polígono (s) :	El proyecto se compone de dos polígonos, donde uno se encuentra previamente afectado por pastizal cultivado y son 19.1791 ha de un polígono requerido en CUSTF de acuerdo a lo que se destaca más adelante.

### I.1.3. Duración del proyecto

Son 10 años de vida útil del proyecto, con 36 meses de ejecución de Cambio de Uso del Suelo.

## I.2. Datos Generales del promovente

### I.2.1 Nombre o Razón Social

[REDACTED]

### I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED]

*"Ampliación de Tepetateras"*

### **I.2.3 Datos del Representante Legal**

[Redacted]

### **I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones**

[Redacted]

## **I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado**

### **I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental**

[Redacted]

[Redacted]

### **I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP**

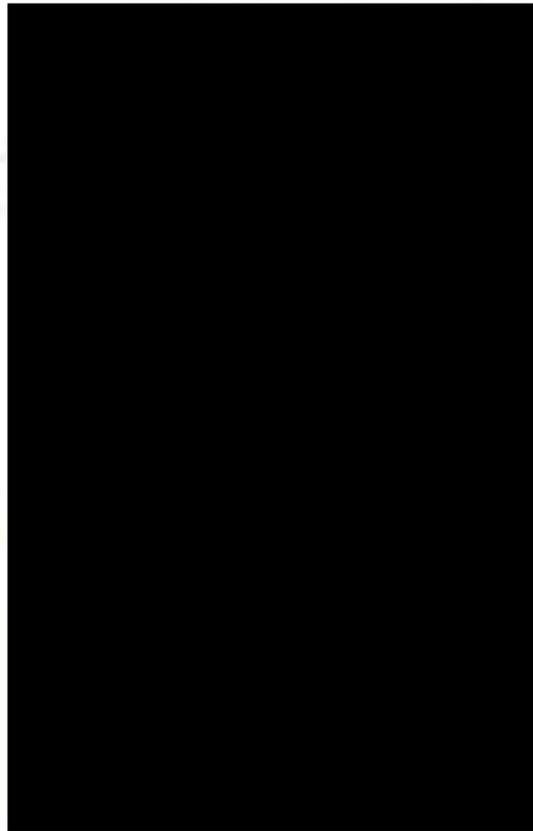
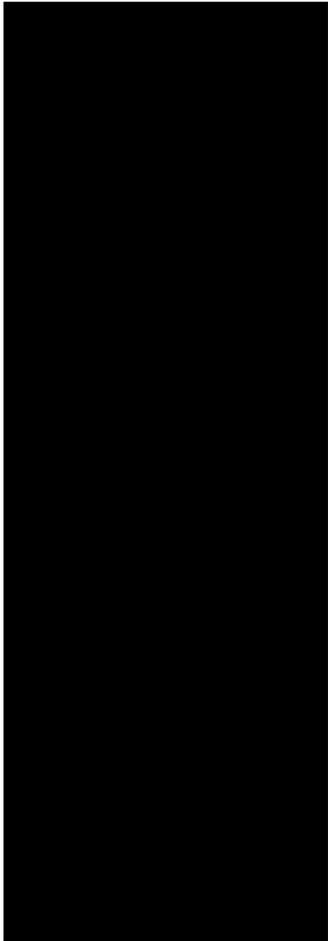
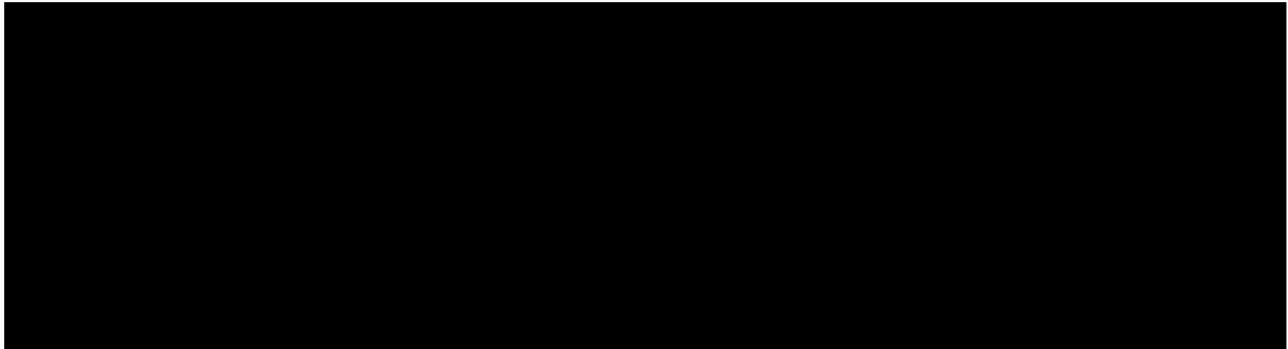
[Redacted]

### **I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento**

[Redacted]

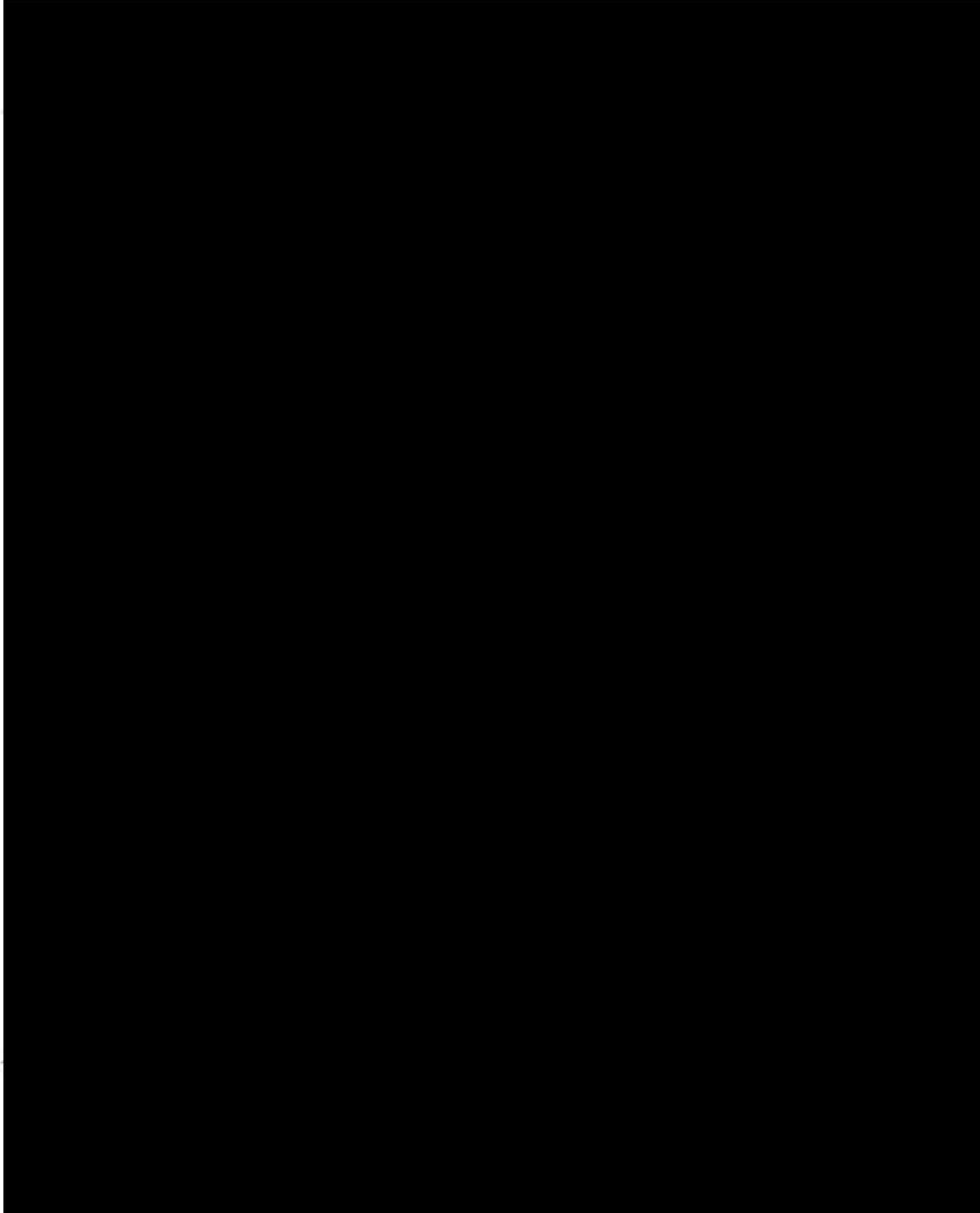
*"Ampliación de Tepetateras"*

**I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.**





*"Ampliación de Tepetateras"*



## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1. Información General

#### II.1.1 Naturaleza del proyecto

Las obras que abarca el proyecto incluye una obra minera: las tepetateras, cuya finalidad es contar con un sitio adecuado para almacenar todo aquel material sin valores económicamente extraíbles, que será generado por las obras mineras del Proyecto, así como los posibles sobrantes de cortes en accesos o plataformas en la construcción de obras superficiales. Estos dos polígonos serán necesario de acuerdo al resultado de recientes estudios para el desarrollo de la mina, los cuales establecen que se requerirá de una mayor superficie para el área de la tepetatera.

La tepetatera se construye con el mismo material inerte de extracción, mediante técnicas de vaciado muy conocidas en el ámbito minero Nacional e Internacional, empleándose maquinaria pesada, camiones y equipo basculante para conformar el depósito. Una vez que el tepetate se lleva hasta el sitio de la tepetatera por medio de los camiones y la rampa de acarreo al área de vaciado, donde por gravedad y compactación debida al propio peso del material rocoso y gravoso estéril que conforma el tepetate, se deposita el material en el sitio de forma gradual, creciendo así la obra en masa, anchura, altura y volumen de tal manera que se permita proseguir con la disposición, cabe aclarar que este proceso se realizara con ángulo de reposo natural.

Los residuos generados del minado serán caracterizados para determinar las concentraciones de elementos tóxicos y el potencial de generación de drenaje ácido de roca, conforme a la Norma Oficial Mexicana, NOM-157-SEMARNAT-2009, la cual establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros, establece los procedimientos de muestreo y caracterización para el tepetate, con el propósito de promover la prevención de la generación y valorización de los residuos, así como alentar su manejo integral a través de nuevos procesos.

Las pruebas que se realizarán para determinar la peligrosidad de los residuos provenientes del Minado, serán conforme al Numeral 5.4.2.1, de la NOM-157-SEMARNAT-2009. Tomando en cuenta los resultados que se obtendrán de dichas pruebas, el promovente desarrollará el Plan de Manejo de Residuos Mineros durante la operación, de conformidad con lo establecido en la NOM-0157-SEMARNAT-2009.

Dentro de estos polígonos habrá un acceso que servirá para el traslado de los materiales, así como para comunicar hacia el resto de las obras mineras.

El área requerida para el proyecto destinado para las áreas de la tepetatera será de 21.728 ha compuesto por dos polígonos, donde sólo uno de ellos, de una superficie total de 19.1791 ha conformado por 9 vértices de arreglo irregular que requiere desmonte, al tener cobertura natural de bosque de encino (BQ). El otro polígono menor, de 2.5507 ha, se encuentra dentro de terrenos de pastizal cultivado (PC), por lo que no requiere ya desmonte.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Cabe mencionar que en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto NO se encuentra dentro de áreas naturales protegidas decretadas de ninguna jurisdicción ni presenta conflicto con zonas de atención prioritaria de conservación.

Para la continuidad de la actividad minera en el sector, se requiere como proyecto asociado la ampliación de las tepetateras, que permita la disposición del material con material no aprovechable.

Como en todo proyecto no natural, que se inserta en una región de la cual será desplazada la cobertura vegetal nativa, limitando el hábitat, con la consecuente promoción de erosión y reducción de captación de agua, se intuyen impactos ambientales en el sitio. Sin embargo, una vez valoradas, estas afectaciones se identifican de índole local, sin comprometer los recursos de su entorno y resultan mitigables o con posibilidad de ser compensadas en el sitio al procurar las labores de protección, control y mitigación que se proponen en este estudio.

En apego a la normatividad ambiental vigente y proyectando las obras sólo en espacios que no deterioren ni limiten los flujos naturales de desarrollo físico y biológico del entorno que compone el ecosistema de la región como se va destacando a lo largo del desarrollo de la presente solicitud.

De esta forma y considerando que el proyecto que sustenta el presente estudio técnico justificativo reviste de gran importancia para el desarrollo económico de la región Noroeste y del país en su conjunto, en los párrafos subsecuentes se desahogan los cuatro criterios normativos, establecidos en el marco jurídico que rige el procedimiento que nos ocupa, mismos que motivan la autorización excepcional del cambio de uso de suelo en terrenos forestales solicitado.

La superficie requerida en CUSTF forma parte de la totalidad requerida para la ejecución del proyecto el cual se señaló previamente como 21.7298 ha, donde el total de superficie forestal es de 19.1791 ha, de acuerdo a la siguiente tabla:

**Desglose de superficies del proyecto**

Nombre del propietario	Superficie total de la propiedad (ha)	Polygono	Tipo de obra	No. Vértices	Superficie total (ha)	Superficie sujeta a CUSTF en ha	Régimen de propiedad	Municipio	Tipo(s) de vegetación	Afectación temporal o permanente/ con o sin sellamiento de suelo
Cajón de Cancio	5,272.49	1	Tepetatera	9	19.1791	19.1791	Ejidal	Choix	BQ	Afectación temporal sin sellamiento de suelo.
		2	Tepetatera adicional	11	2.5507	0			PC	
					21.7298					

**"Ampliación de Tepetateras"**

La totalidad de la superficie que se requiere en CUSTF NO implica el sellamiento de suelo dada la naturaleza de las tepetateras, no realizando el desmonte sino cubriendo el mismo con la disposición del tepetare. En consecuencia, la afectación será permanente, porque al estar con compactación de suelo, sólo al término de las operaciones podrá eventualmente ser revegetada, hasta que sea realizado la desintoxicación y saneamiento del área al término de la vida útil del proyecto.

### II.1.2 Objetivo del proyecto

Derivado de los planes de expansión, redimensionamiento de las instalaciones, aseguramiento de la calidad de sus procesos, mejora en la seguridad y controles ambientales de sus instalaciones, la empresa Prisay, S.A. de C.V. requiere de la Ampliación de tepetateras para cumplir con la funcionalidad de su proceso y mantener operativa en el quehacer minero de esa región.

Por lo anterior expuesto, se pretende Obtener la autorización para el Cambio de Utilización de Terrenos Forestales para la construcción y operación de diversos usos de apoyo minero, habiéndose diseñado en apego a la normativa para este tipo de obras y configurado en dos (2) polígonos con una superficie total 21.7298 ha, en un predio a favor del promovente, de los cuales 19.1791 ha posee cobertura natural, dentro del ecosistema Templado, con cobertura total bosque de encino (BQ) evidenciado por la cartografía Serie III y V para el proyecto. Se presenta la ocupación del proyecto a continuación:

**Superficie total del proyecto respecto a la superficie forestal de ocupación**

Superficie total : 21.7298	
Etapas	Superficie forestal
1	0 ha autorizado
	21.7298 proyecto
	0 ha pendientes
<b>Total de superficie forestal</b>	<b>19.1791</b>

Entre los objetivos específicos se encuentran generar a través de la derrama económica del Proyecto la creación de empleos directos e indirectos que incidirán de manera positiva y directamente sobre la población en la región serrana de Choix, Sinaloa.

Respetar los sistemas naturales, protegiendo y conservando los escurrimientos naturales, controlar los procesos erosivos del predio, desplazamiento y reubicación de fauna silvestre, así como el rescate y trasplante de flora de interés en el área para asegurar que no se interrumpan los procesos biológicos y ecosistémicos de la región.

El proyecto es técnicamente seguro, toda vez que los siguientes criterios justifican la ejecución del proyecto propuesto:

**"Ampliación de Tepetateras"**

- Para definir la ampliación se tomó en consideración la zonificación de los usos de suelo y vegetación presentes, dentro de terrenos que no tuvieran conflictos de ocupación.
- No afectación a ecosistemas sensibles o relevantes. En el trazo definitivo del proyecto también se consideró la no afectación a zonas de alta importancia ecológica o ecosistemas frágiles, siendo el mismo fuera de áreas naturales protegidas.
- Evitar afectar los núcleos de población, considerando su probable radio de crecimiento, que permita una operación segura y sin conflicto futuro en la compatibilidad de usos de suelo.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto se definió considerando los criterios que aportaran ventajas en el ámbito técnico, ambiental y socioeconómico, esto es, se buscó que la conjunción de estos permitieran una fácil tarea en las actividades propias de la construcción, considerando también la accesibilidad del terreno, y paralelamente se minimizaran los impactos al ambiente mediante una menor afectación de los recursos forestales; también se consideró el régimen de propiedad.

Más adelante, en la justificación del proyecto y en el desarrollo del documento, estos preceptos se fortalecerán través de los considerandos obtenidos en la evaluación del sitio.

### II.1.3 Ubicación física

El proyecto ampliación de tepetateras se localiza en terrenos del Ejido Cajón de Cancio y se ubica aproximadamente a 18 km al Este de la cabecera municipal de Choix, en el Mpio. de Choix, Edo. de Sinaloa.

El resumen de ubicación del proyecto es el siguiente:

**Detalle de la ubicación geopolítica y forestal del proyecto**

País :	México.
Estado :	Sinaloa.
Municipio :	En el municipio Choix se tiene una ocupación de la totalidad del predio sujeto a CUSTF equivalente a 19.1791 ha.
Ecosistema (s) :	Ecosistema Templado de la totalidad del predio sujeto a CUSTF equivalente a 19.1791 ha.
Uso (s) de suelo y de vegetación:	El proyecto requiere en su totalidad de 21.7298 de los cuales 19.1791 ha presenta cobertura forestal de bosque de encino (BQ) de acuerdo a los resultados de trabajo de campo y a la Serie III y V de Usos de Suelo y Vegetación de INEGI.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Cuenca hidrológica :	Región hidrológica 10, Sinaloa, Cuenca del Río Fuerte, subcuenca c del Río de Choix, en la microcuenca hidrológica forestal delimitada para el proyecto de 3,259.45 ha (ver detalle en el Capítulo IV).
Predio (s) :	Dentro de un predio llamado Ejido de Cancio donde se posee anuencia de ocupación temporal se encuentra el polígono que compone el CUSTF de acuerdo a lo que se señala más adelante.
Polígono (s) :	El proyecto se compone dos polígonos, donde uno se encuentra previamente afectado por pastizal cultivado y son 19.1791 ha de un polígono requerido en CUSTF de acuerdo a lo que se destaca más adelante.

La selección del sitio obedece a respetar los sistemas naturales, protegiendo y conservando los escurrimientos naturales, controlar los procesos erosivos del predio, desplazamiento y reubicación de fauna silvestre, así como el rescate y transplante de flora de interés en el área para asegurar que no se interrumpan los procesos biológicos y ecosistémicos de la región.

El proyecto es técnicamente seguro, toda vez que los siguientes criterios justifican la ejecución del proyecto propuesto:

- Para definir la ampliación se tomó en consideración la zonificación de los usos de suelo y vegetación presentes, dentro de terrenos que no tuvieran conflictos de ocupación.
- No afectación a ecosistemas sensibles o relevantes. En el polígono definitivo del proyecto también se consideró la no afectación a zonas de alta importancia ecológica o ecosistemas frágiles, siendo el mismo fuera de áreas naturales protegidas.
- Evitar afectar los núcleos de población, considerando su probable radio de crecimiento, que permita una operación segura y sin conflicto futuro en la compatibilidad de usos de suelo.

#### **II.1.4 Urbanización del área**

El proyecto se ubica en una zona rural, donde se carece de servicios básicos provistos por el H. Ayuntamiento donde pertenece el proyecto.

#### **II.1.5 Inversión requerida**

Se estima una inversión total de tres millones de pesos 00/100 MN (\$3,000,000.00)

**"Ampliación de Tepetateras"**

## II.2. Características particulares del Proyecto

### II.2.1 Dimensiones del proyecto

La totalidad del proyecto está configurado en dos (2) polígonos con una superficie total 21.7298 ha, en un predio a favor del promovente, de los cuales 19.1791 ha posee cobertura natural, dentro del ecosistema Templado, con cobertura total bosque de encino (BQ) evidenciado por la cartografía Serie III y V para el proyecto. Se presenta la ocupación del proyecto a continuación:

**Superficie total del proyecto respecto a la superficie forestal de ocupación**

Superficie total : 21.7298	
Etapas	Superficie forestal
1	0 ha autorizado
	21.7298 proyecto
	0 ha pendientes
<b>Total de superficie forestal</b>	<b>19.1791</b>

La superficie requerida en CUSTF forma parte de la totalidad requerida para la ejecución del proyecto el cual se señaló previamente como 21.7298 ha, donde el total de superficie forestal es de 19.1791 ha, de acuerdo a la siguiente tabla:

**Desglose de superficies del proyecto**

Nombre del propietario	Superficie total de la propiedad (ha)	Poligono	Tipo de obra	No. Vértices	Superficie total (ha)	Superficie sujeta a CUSTF en ha	Régimen de propiedad	Municipio	Tipo(s) de vegetación	Afectación temporal o permanente/ con o sin sellamiento de suelo
Cajón de Cancio	5,272.49	1	Tepetatera	9	19.1791	19.1791	Ejidal	Choix	BQ	Afectación temporal sin sellamiento de suelo.
		2	Tepetatera adicional	11	2.5507	0			PC	
					21.7298					

**"Ampliación de Tepetateras"**

El cuadro de construcción de las obras se presenta a continuación:

**Cuadro de construcción de las obras**

Predio: Ampliación de Tepetatera						
Identificación		Municipio: Choix			Estado: Sinaloa	
ID propietario	No, polígonos de CUSTF	Coordenadas			Tipo de vegetación	Superficie (Ha)
		Identificador	X	Y		
Prisay, S.A. de C.V.	1	PI-1	775095.01	2958868.66	BQ	19.1791
		PI-2	774912.96	2958597.58		
		PI-3	774819.79	2958508.86		
		PI-4	774727.18	2958475.95		
		PI-5	774433.58	2958605.35		
		PI-6	774425.51	2958608.91		
		PI-7	774452.72	2958793.42		
		PI-8	774497.99	2958851.44		
		PI-9	774840.92	2958915.80		
	2	PI-1	774964.56	2959607.41	PC	2.5507
		PI-2	774943.56	2959426.48		
		PI-3	774919.85	2959315.82		
		PI-4	774914.93	2959317.15		
		PI-5	774882.81	2959325.82		
		PI-6	774836.33	2959335.28		
		PI-7	774823.30	2959365.18		
		PI-8	774833.74	2959404.21		
		PI-9	774860.54	2959493.58		
		PI-10	774886.04	2959560.58		
PI-11		774900.05	2959610.49			
<b>Superficie en CUSTF:</b>					<b>19.1791</b>	

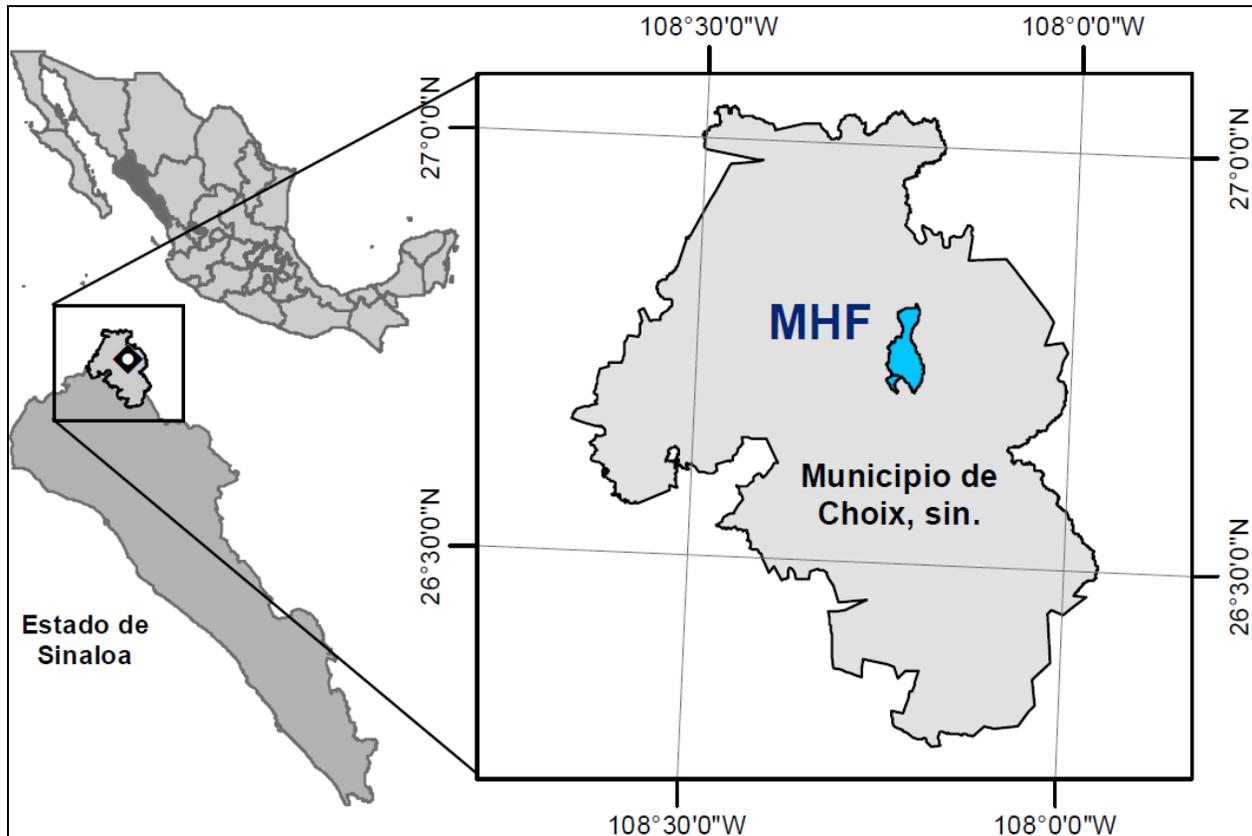
Se trata de dos polígonos que juntos suman 21.7298 ha pero sólo uno de ellos presenta cobertura natural de bosque de encino (BQ) el equivalente a 19.1791 ha por lo que se requiere el cambio de uso de suelo de terrenos forestales para esta superficie.

## II.2.2 Representación gráfica regional

El proyecto ampliación de tepetateras se localiza en terrenos del Ejido Cajón de Cancio y se ubica aproximadamente a 18 km al Este de la cabecera municipal de Choix, en el Mpio. de Choix, Edo. de Sinaloa.

El acceso principal al Predio, es partiendo de la ciudad de Choix por la carretera a Potrero de Cancio, por la cual se hace un recorrido de 14.32 km hasta llegar a dicho poblado se toma una desviación a la derecha que es la única carretera de terracería que conduce hasta el Ejido Cajón de Cancio, después de recorrer un tramo de 3.5 km.

**"Ampliación de Tepetateras"**



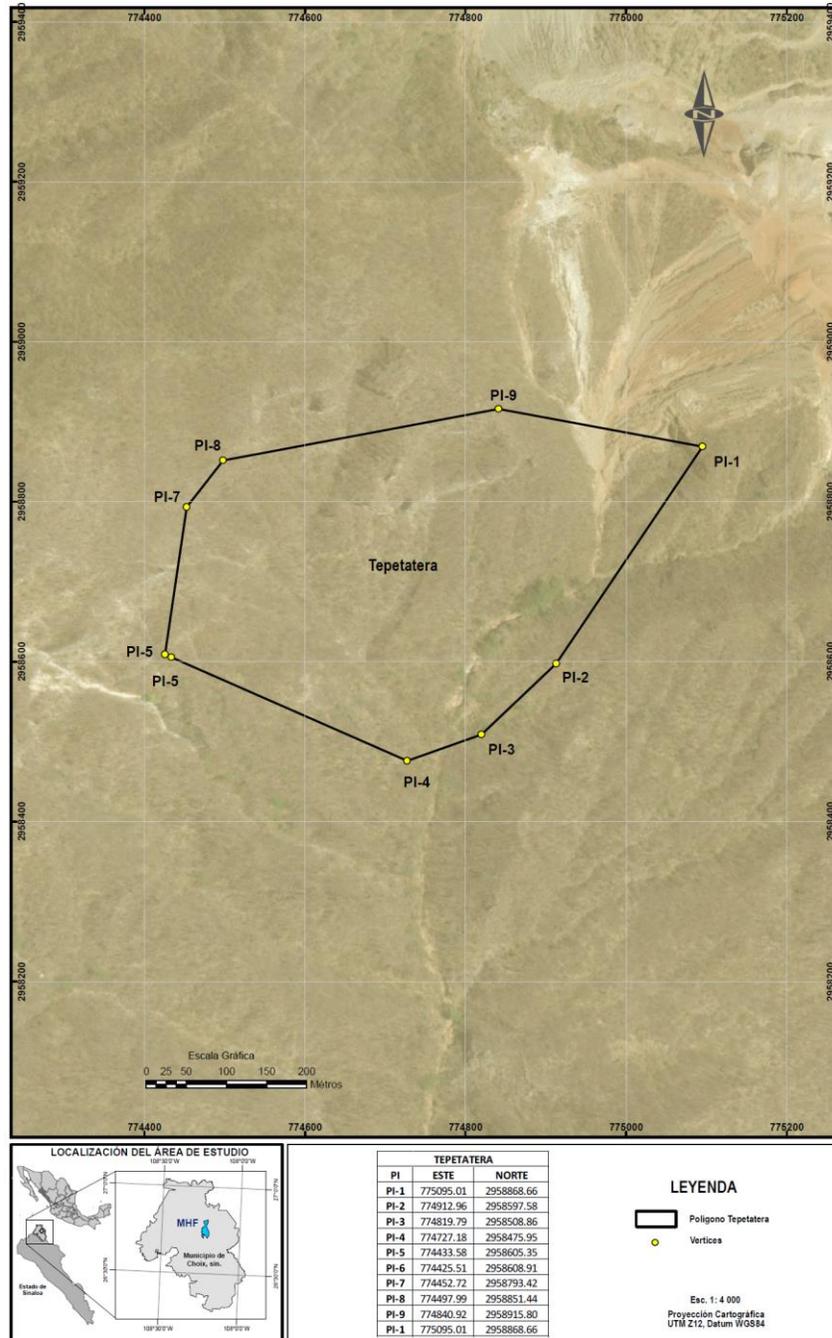
**Macrolocalización del proyecto**

### II.2.3 Representación gráfica local

La totalidad de la superficie que se requiere en CUSTF NO implica el sellamiento de suelo dada la naturaleza de las tepetateras, no realizando el desmonte sino cubriendo el mismo con la disposición del tepetare. En consecuencia, la afectación será permanente, porque al estar con compactación de suelo, sólo al término de las operaciones podrá eventualmente ser revegetada, hasta que sea realizado la desintoxicación y saneamiento del área al término de la vida útil del proyecto.

El polígono irregular que requiere cambio de uso de suelo se compone de 9 vértices que posee cobertura natural con bosque de encino (BQ) en la totalidad de su superficie equivalente a 19.1791 ha de acuerdo al siguiente arreglo:

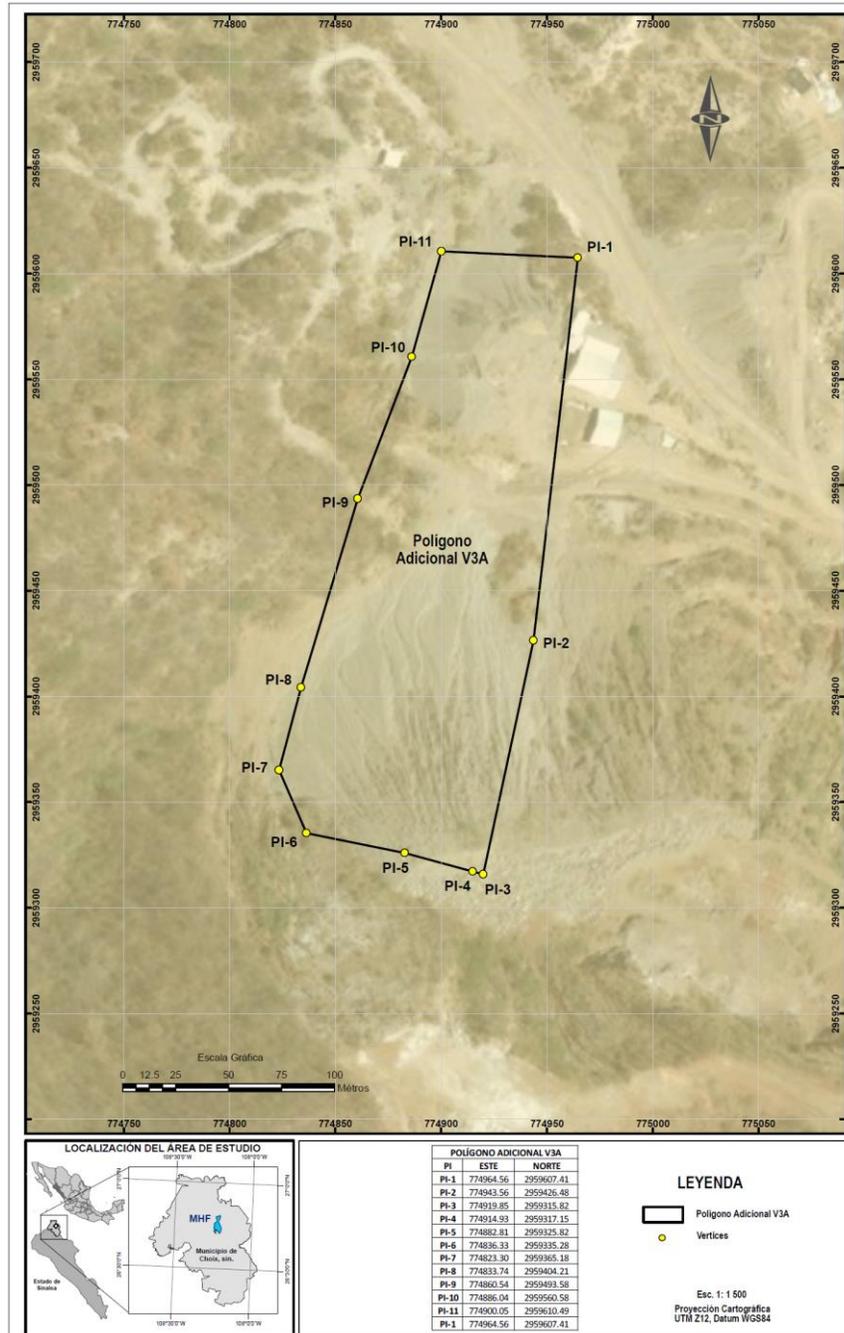
**"Ampliación de Tepetateras"**



**Arreglo del polígono de tepetatera, equivalente a 19.1791 ha sujeta a CUSTF.**

**"Ampliación de Tepetateras"**

El segundo polígono irregular de 11 vértices con una superficie total de 2.5507 ha no requiere cambio de uso del suelo toda vez que su ocupación se encuentra dentro de pastizal cultivado (PC), de acuerdo al siguiente arreglo:



**Arreglo del polígono de tepetatera, equivalente a 2.5507 ha que no requiere CUSTF.**

## II.2.4 Preparación del Sitio

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el cambio de uso de suelo consiste en la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales; por lo que la finalidad del presente estudio es obtener la autorización para realizar la remoción de vegetación forestal en 19.1791 ha para el desarrollo del proyecto "Ampliación de tepetateras".

Dado que la remoción de vegetación constituye una acción inherente e inevitable en la ejecución del proyecto mencionado, en este capítulo se presenta la descripción de las actividades que implican el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), misma que aporta elementos que se retomarán para el diseño de las medidas de prevención y mitigación de los impactos que se puedan generar sobre los recursos forestales; dichas medidas representan un compromiso ineludible por la remoción de la vegetación.

Acorde con el capítulo II, donde se presentó la información relacionada con las actividades que se realizarán para el desarrollo del proyecto, desde las implicadas en la preparación del sitio hasta la construcción, en el presente capítulo se abordarán las actividades que implican el cambio de uso del suelo en terrenos forestales: la remoción de vegetación o comúnmente referida como desmonte y el despalme.

Dichas actividades están consideradas dentro de la etapa de preparación del sitio que además incluye el levantamiento topográfico, el movimiento de tierras y la nivelación del terreno.

La ejecución de estas actividades se realizará considerando todas las acciones necesarias de mitigación desde la primera etapa de ejecución y hasta la operación de proyecto a fin de que la construcción del proyecto no comprometa los factores ambientales; suelos, calidad y cantidad de agua, así como el cuidado de la flora y fauna presente en el área sujeta a CUSTF.

El periodo de construcción del proyecto tendrá una duración aproximada de 36 meses destinados al cambio de uso de suelo de terrenos forestales, adicionalmente, la operación de dicha infraestructura se estima de por lo menos sea de 14 años.

El proyecto se desarrollará en diferentes etapas, las cuales en orden implementación son Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento. Previamente a toda obra, el área de Ingeniería de la empresa promotora, deberá delimitar las áreas sujetas a CUSTF, apoyada por el antecedente de las áreas naturales resultante del trabajo de campo.

Por otro lado, se considera que con la aplicación puntual de las actividades de mantenimiento, mismas que deberán implementarse de manera eficiente y efectiva, se prolongará el uso de la infraestructura en operación en óptimas condiciones.

**"Ampliación de Tepetateras"**

En detalle al programa de rescate de la fauna se propone desde el mes uno como una labor previa a las actividades de desmonte y despalme, sin menoscabo que durante las actividades de desmonte y despalme existirá un supervisor ambiental que, de ser el caso de encontrar algún animal en el avance de obra, podrá ser ahuyentado, rescatado y reubicado en apego al programa de protección de fauna. Paralelo al programa de rescate y reubicación de fauna silvestre, ocurre también el programa de rescate y reubicación de flora. El tiempo considerado de cuatro meses cada año de avance de obras, en los programa es debido a la superficie que será posible cubrir en ese periodo, sin menoscabo de las labores de monitoreo que serán continuadas hasta cinco años de iniciados los programas.

Por su parte, el avance de obra de desmonte y despalme irá realizándose donde se vaya liberando las acciones de rescate y reubicación de flora y de fauna. Es por ello que se propone con un mes posterior a los programas de protección, toda vez que permita liberar los terrenos que puedan ser desmontados, y esta labor de desmonte ocurrirá durante la etapa de preparación del sitio y avance constructivo, con la intención de ir desmontando conforme al avance de la obra, con el propósito de controlar los potenciales efectos erosivos, evitando que los polígonos permanezcan desmontados y ociosos.

***a) Delimitación del área sujeta a CUSTF.***

Previamente a toda obra, el área de Ingeniería de la empresa promovente, deberá delimitar las áreas sujetas a CUSTF, apoyada por el antecedente de las áreas naturales resultante del trabajo de campo. Lo anterior permitirá iniciar las labores de rescate de especies, de protección de fauna previstas en los terrenos naturales, ejecución del programa de conservación de suelos y la preparación del sitio y construcción en terrenos autorizados. Las actividades básicas de la delimitación del área sujeta a CUSTF son las siguientes:

**A. Definir el área a delimitar.**

- a. El planeador deberá verificar con el área de medio ambiente que el área a delimitar cumpla con la autorización correspondiente para el Cambio de Uso de Suelo.
- b. El topógrafo deberá confirmar de entendido y en caso de dudas aclararlas directamente con el planeador.

**B. Traslado.**

- a. Se sube el equipo de topografía al vehículo (dentro de la cabina del vehículo), no sin antes revisar que tenga los datos que se requieren y que esté en condiciones óptimas para trabajar.
- b. Avisar al supervisor en turno por radio, que ingresará al área de ejecución del CUSTF a realizar una actividad y el lugar donde se va a trabajar.
- c. Al llegar a la zona de trabajo, revisar que maquinaria está laborando cerca de la zona para darle aviso que están en el área de trabajo (el aviso debe ser visual y por radio).
- d. Se estaciona el vehículo en lugar adecuado que no afecte el libre tránsito de los camiones de carga y/o vehículos, lejos de un talud y de cualquier maquinaria que opere cerca de la zona.
- e. Se coloca los tacones de seguridad a la llanta trasera del lado del chofer.

**"Ampliación de Tepetateras"**

C. Lugar de Trabajo.

- a. El Topógrafo se dispone a armar el equipo ensamblando el bastón con el radio móvil (parte superior de la baliza) y la colectora (parte media de la baliza).
- b. Enciende la colectora y crea un nuevo trabajo en la carpeta con el nombre POLIGONOS asignándole nombre.
- c. Se importan las coordenadas del polígono previamente cargadas en la colectora.
- d. Se ubica el primer punto, se le amarra a una planta la cinta topográfica (flagging) para continuar al segundo punto sin haber cortado el flagging, amarrar flagging a otra planta y así sucesivamente con el fin de cerrar el polígono a desmontar.
- e. Ya marcado el polígono se le da aviso a medio ambiente para iniciar con el desmonte.
- f. El supervisor de medio ambiente verifica que el polígono marcado este dentro de los límites autorizados para el Cambio de Uso de Suelo.
- g. Se da por terminado el proceso de marcación.

D. Traslado.

- a. El ayudante debe de quitar el tacón de seguridad de la camioneta.
- b. El topógrafo desarma el equipo de operación y lo sube al vehículo que los trasladara a oficinas.
- c. Se le informa al supervisor que se retira del área.
- d. Deben guardar el equipo en el área destinada para evitar incidentes.

***b) Ejecución del programa de Rescate y reubicación de fauna silvestre.***

Previo al desmonte, se establecerán brigadas en el área destinada del avance anual de ejecución de cambio del uso del suelo, con el propósito de recorrer el sitio, promoviendo en primera instancia, el libre desplazamiento de la fauna silvestre que habite en dicha porción del predio. Una de las actividades iniciales para la preparación del sitio será el ejecutar el programa de rescate de especies de flora y fauna silvestres; simultáneamente se dará el ahuyento de las especies de fauna silvestre que se encuentren en el área, haciéndose mención de que las actividades subsecuentes son unidireccionales y paulatinas.

Se realizará el rescate y reubicación de los diferentes grupos de fauna presentes en el sitio del proyecto durante la preparación del sitio y construcción, previo al desmonte de obras. El equipo de rescate conformado por biólogos y auxiliares especializados en vida silvestre realizará esta actividad, no obstante de acuerdo a la importancia que implica el cuidado de los animales, se pretende atender cada una de las recomendaciones en esta materia de modo que no represente riesgo alguno tanto al personal como a los ejemplares rescatados y reubicados. Se prestará una atención mayor a los ejemplares dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellos de lento desplazamiento. Para tal efecto se seguirá con las especificaciones establecidas en los programas de rescate de fauna silvestre.

### **"Ampliación de Tepetateras"**

Los trabajos del manejo de la fauna silvestre consistirán en la identificación, el rescate y reubicación, así como el ahuyentamiento de acuerdo al grupo faunístico que se trate, siguiendo los lineamientos establecidos en el programa de rescate de fauna el cual se integra en el Capítulo VIII de este documento y se apoya en los valores del programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. Como segundo paso, para el caso de las especies de lento desplazamiento, éstas podrán ser reubicadas a sitios inmediatos al predio con las características de hábitat equivalente, que permita su supervivencia. A nivel de predio, se estima encontrar las siguientes especies y densidades basadas en el antecedente de los resultados obtenidos durante el muestreo en campo la aclaración que el libre desplazamiento permitirá que muchas de estas especies se movilicen por sí mismas hacia el entorno inmediato, en hábitat similar a la distribución actual:

A nivel de predio, se estima encontrar especies y densidades basadas en el antecedente de los resultados obtenidos durante el muestreo en campo la aclaración que el libre desplazamiento permitirá que muchas de estas especies se movilicen por sí mismas hacia el entorno inmediato, en hábitat similar a la distribución actual.

Las labores básicas de supervisión del programa son las siguientes:

#### **A. INSPECCIÓN DEL ÁREA Y RASTREO**

- Es obligación del supervisor y/o asistente de medio ambiente dar la capacitación necesaria al personal involucrado en el rescate.
- El personal de medio ambiente y/o contratista deberá iniciar con las labores de rescate y reubicación de fauna silvestre un dos semanas antes de que se inicien los trabajos de desmonte. Para esto deberán hacer recorridos de inspección para verificar la presencia de nidos y/o madrigueras.
- a inspección se realizará por medio de recorridos a pie en el área de intervención directa del proyecto (con un mínimo de 2 personas), haciendo un barrido con el objeto de maximizar el número de animales atrapados. Los recorridos deberán ser dirigidos principalmente a los micros hábitats con mayor probabilidad de encuentro de los organismos que son el foco del rescate, a modo de maximizar la captura.
- El rastreo se iniciará en la mañana, a las 8:00 y finalizará a las 5:00 del día, período del día en la que los animales presentan mediana actividad con el objeto de facilitar la captura.
- Los nidos y madrigueras detectados deberán ser reubicados en sitios de destino que cumplan con las características necesarias para asegurar su supervivencia, a una distancia segura. Se llevarán a cabo búsquedas periódicas en el área de influencia para relocalizar los ejemplares.

#### **B. RESCATE DE MAMIFEROS**

- Para el caso de rescate de mamíferos se deberán colocar trampas con cebo para ser capturados y se deberán de llevar al sitio de destino por medio de jaulas. El cebo se deberá elegir dependiendo del animal que se desee capturar.
- Se deberán colocar las trampas para mamíferos por una semana, y deberán revisarse todos los días para verificar la captura.
- Antes de ser liberados, los ejemplares capturados deberán ser identificados y deberán ser registrados por medio de bitácoras.
- Se deberán realizar recorridos posteriores para verificar si aún hay presencia de mamífero en la zona a afectar y de ser así se deberán capturar manualmente utilizando los guantes carnaza.

**"Ampliación de Tepetateras"**

- Las madrigueras deberán ser destrozadas rodeándolas cuidadosamente para verificar que estén vacías.
  - Nunca se deberá de utilizar agua ni químicos para ahuyentar a la fauna.
- C. RESCATE DE AVES
- Los nidos a los que sea posible llegar serán rescatados y reubicados en el sitio de destino. Los nidos para los que su captura represente un riesgo al personal deberán dejarse en el sitio.
  - Se considera que las aves se desplazarán por si mismas a un nuevo sitio.
- D. RESCATE DE REPTILES Y ANFIBIOS
- Los trabajos de reforestación se deberán llevar a cabo en áreas de abandono (que ya no serán modificadas por la operación). Se deberán de verificar las zonas a reforestar con apoyo del departamento de servicios técnicos.
  - El rastreo deberá llevarse a cabo en la tarde, noche y al amanecer.
  - Una vez ubicados los ejemplares deberán ser rescatados con ayuda de pinzas y ganchos herpetológicos, esto con el fin de prevenir riesgo de mordedura al personal encargado de esta labor y para asegurar que la integridad del reptil no se ponga en riesgo.
  - La captura del animal con pinzas y ganchos herpetológicos se deberá realizar poniéndolo a 15 centímetros de la cabeza, sin presionar con mucha fuerza para evitar causarle daños, posteriormente, se acerca lentamente el gancho a la región de la cabeza para tomarle con una mano la misma y con la otra detener el cuerpo.
  - Los individuos capturados deberán ser identificados y registrados en bitácoras diseñadas para este fin.
  - Los individuos se colocarán en botes de plástico con tapa ventilada o en sacos de lona, cuidando no mezclar especies y que contengan ejemplares de talla similar. Los ejemplares capturados serán trasladados a los sitios de reubicación y deberán ser liberados con precaución.
  - Los reptiles no venenosos pueden ser manejados manualmente sin riesgo alguno para el personal que los manipule. Una vez capturado el ejemplar, se deposita en una caja de cartón con pequeños orificios para permitir la respiración y evitar el estrés.
- E. MONITOREO
- Se mantendrá presencia constante en el sitio de trabajo para capturar cualquier espécimen de las especies en cuestión que se encuentre durante el desarrollo de las actividades.

***c) Ejecución del programa de Rescate y reubicación de flora.***

La preparación del terreno consistirá primeramente de la revisión de las áreas a desmontar para llevar a cabo el programa de rescate y reubicación de especies.

Previo al desmonte y despalme, un equipo integrado por biólogos e ingenieros forestales realizará el rescate y reubicación de los ejemplares de las especies de flora propuestas en el programa correspondiente y que se ubiquen dentro de área solicitada para el CUSTF. Las actividades consisten en el reconocimiento, registro y marcaje de cada elemento a rescatar, colocando una marca o etiqueta a través de una nomenclatura o clave que permita la identificación y tratamiento que recibirá; posteriormente se realizará la reubicación en un polígono previamente seleccionado de acuerdo al Programa, identificado con características similares al lugar de donde fueron rescatados los ejemplares.

**"Ampliación de Tepetateras"**

De esta manera, se pondrá en operación un programa de rescate y reubicación de flora que considere las especies susceptibles de ser rescatadas, a partir del conjunto de especies que conforman la vegetación natural del área sujeta a cambio de uso del suelo. Sin embargo, si bien los atributos del predio sujeto a CUSTF se encuentran mejor representados, distribuidos y diversos en la MHF, dejarán de ser afectados por las obras que implica el proyecto, aunque no representen una limitación al desarrollo de la flora y el flujo ecosistémico existente en el entorno inmediato. Debido a lo anterior, se prevén los programas de rescate y reubicación de especies, apoyados en la reforestación de algunos ejemplares que pueden proveer de viveros locales o de la producción interna a futuro del promovente.

Debido a que no existen especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se prevé el rescate, reubicación y reforestación de 3,500 ejemplares de los estratos arbóreo, arbustivo y de cactáceas. De este total, la reforestación involucra una proporción de ejemplares considerando la abundancia total de las especies involucradas.

En total, se trata de 3,500 organismos (considerado como el mismo número de terrazas individuales), con una supervivencia prevista del 80%. Dichos programas están previstos durante tres años, en apego al plan de trabajo de ejecución del CUSTF, contemplando el rescate, reubicación y reforestación de valores equivalentes por año.

**Densidad de rescate, reubicación y reforestación prevista para el proyecto.**

Estrato	No. Especies	n (1 Ha)	Abundancia absoluta	Organismos sujetos a rescate y reubicación de especies (No.)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	Organismos sujetos a reforestación (No.)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Arbol	7	89	1,707	0	0	0	0	470	470	0	0
Arbusto	30	234	4,488	880	540	340	0	1050	0	710	340
Cactácea	2	29	556	1100	200	200	150	0	0	0	0
	39	352	6,751	1980	740	540	150	1520	470	710	340
					3500						

El promovente cuenta con los recursos humanos y los procedimientos seguros de trabajo a través de un Departamento de Medio ambiente, que basado en el dimensionamiento de obras, así como la supervisión del Responsable forestal, puede llevar a cabo las obras y actividades previstas. El departamento cuenta con un procedimiento que es de observancia para todos los trabajadores de medio ambiente y demás personas que puedan participar y/o apoyar en las actividades de rescate y reubicación flora, así como para el personal relacionado con los trabajos de rescate, reubicación y reforestación de plantas en sus áreas de trabajo.

***d) Desmante y despalme del terreno***

Previo al inicio de actividades, se realizaran levantamientos topográficos que son necesarios para establecer referencias de niveles y coordenadas para los trabajos a ejecutar, mediante las cuales se localizará el polígono a construir y una vez ubicada, se procederán a trazar los límites donde se habrá de construir.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Se realizan actividades de desmonte y despalme en el polígono del proyecto, con el fin de contar con el espacio suficiente para el manejo seguro de maquinaria y materiales utilizados y de esta forma poder reducir los riesgos de accidentes al personal y daños al entorno.

Los métodos de desmonte y despalme corresponderán al tipo y necesidades del terreno, estos incluirán maquinaria (tractores bulldozer, cargadores frontales, retroexcavadoras, camiones de volteo, tractores de remolque y camionetas pick-up). Las actividades de desmonte y despalme, deberán realizarse en trayectorias de forma paulatina, para dar oportunidad al desplazamiento de fauna y reubicación de flora que pudiera encontrarse dentro del Proyecto y así mismo, evitar el daño a las áreas aledañas al proyecto, evitando en todo momento dañar a la fauna de lento desplazamiento en la confluencia de diferentes frentes de trabajo.

El desmonte se realizara puntualmente y por tramos, exclusivamente en áreas que serán utilizadas para la construcción, respetando estrictamente la vegetación que se encuentre fuera de la solicitud.

Se efectuará el desmonte paulatino y el producto del desmonte será sujeto a troceado y depositado junto al suelo fértil rescatado, para su posterior utilización en las actividades de restauración del sitio. Con la limpia del terreno se eliminarán los residuos derivados del desmonte así como la maleza existente.

Posteriormente al desmonte, se continúa con el despalme del terreno durante el cual se rescata el suelo vegetal de las zonas mas propicias de acuerdo a los reconocimientos previos de la zona. Se recomienda rescatar suelo fértil en aquellas zonas que presenten al menos un horizonte de 20 cm de espesor.

El despalme consistirá en retirar la capa superficial y el material orgánico superficial (capa orgánica). Este material se preservara durante la etapa de construcción, será acumulado dentro de los mismos polígonos donde no avance la construcción y se reincorporará durante la etapa de recomposición del sitio.

Para evitar que se mezcle con el suelo, la capa superficial de tierra será retirada y se segregará del subsuelo inferior, asimismo se almacenará y se protegerá de actividades propias de la construcción. Después de haber concluido la construcción, el subsuelo se reincorporará en áreas adyacentes para restaurar los contornos naturales de la tierra. Solo entonces se volverá a colocar la primera capa de tierra en su lugar original.

En caso de requerir que se nivele un espacio mayor, la capa superficial de tierra se retirara de toda el área a ser nivelada para evitar que se mezcle con el subsuelo, de igual forma podrán estabilizarse los suelos para prevenir o minimizar la erosión.

***e) Ejecución del programa de conservación de suelos.***

Posteriormente al desmonte, se continúa con el despalme del terreno durante el cual se rescata el suelo vegetal de las zonas mas propicias de acuerdo a los reconocimientos previos de la zona. Se recomienda rescatar suelo fértil en aquellas zonas que presenten al menos un horizonte de 20 cm de espesor. El material del desmonte a excepción de troncos, se triturará y depositará junto con el suelo vegetal para promover la permanencia de germoplasma en el suelo rescatado.

### **"Ampliación de Tepetateras"**

Las actividades de despalme se llevan a cabo a través de maquinaria pesada apropiada para las dimensiones de la ampliación, esto es, que las maquinas empleadas para tal fin, correspondan con las condiciones de fuerza y tamaño requeridas por el proyecto, evitando movimientos innecesarios por sobredimensionado o compactación.

El material del desmonte como troncos que no se aprovechen, se triturará y depositará junto con el suelo vegetal para promover la permanencia de germoplasma en el suelo rescatado.

Las labores básicas del programa de conservación de suelos son las siguientes:

#### CONSTRUCCIÓN DE ZANJAS

- Es obligación del supervisor y/o asistente de medio ambiente dar la capacitación necesaria al personal involucrado en la elaboración de obras de conservación del suelo.
- El personal de medio ambiente deberá coordinarse con de departamento de servicios técnicos para tener definida por medio de coordenadas y delimitada el área para la construcción de zanjas. Las zanjas de deberán realizar con apoyo de una retro excavadora en caso de tener una disponible, de lo contrario se deberá realizar de forma manual con apoyo de pico y pala.
- Antes de la elaboración de la zanja se deberá marcar por nivel de manguera, de forma que queden las zanjas discontinuas.
- Cada zanja deberá medir 15 metros de largo, 1 metro de ancho y 0.6 metros de profundidad. Y deberá. Una vez elaborada la zanja se deberá construir un bordo de a 15 cm aguas debajo de la zanja, deberá ser compactado y se deberá sembrar pastos, arbustos y plantas pequeñas. El suelo extraído de la zanja se deberá utilizar para la elaboración del bordo.

#### TERRAZAS INDIVIDUALES

- Con el apoyo del departamento de servicios técnicos ubicar y marcar los puntos para la construcción de las terrazas individuales.
- Las terrazas deben tener de 1 a 1.5 metros de radio en la parte más alta, estas se podrán construir con apoyo de una retroexcavadora. El material extraído de las terrazas superiores deberá utilizarse en la parte inferior para nivelar la terraza y retener el agua. Excavar manualmente con pico y pala las cepas en los puntos marcados por servicios técnicos, las cepas deben ser alineadas con la curva de nivel para la plantación de árboles o arbustos.
- La tierra extraída por la construcción de la cepa deberá colocarse hacia abajo como barrera para la captación de agua para la planta.
- Las hileras de terrazas debe quedar construida diagonalmente aguas abajo y deberán separarse entre sí por una distancia de 3 metros.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

**MONITOREO Y MANTENIMIENTO**

- Para ambos casos (zanjas y terrazas) se deberá hacer un levantamiento de información una vez al año para determinar la conservación de la obra y ver la posibilidad de llevar a cabo su rehabilitación, lo que incluye cantidad de suelo retenido, adaptación y desarrollo de la planta colocada en la cepa, en zanjas se deberá verificar dentro de la información levantada la existencia de especies de flora, entre otros.
- Se verá hacer un reporte del levantamiento y del mantenimiento de zanjas y terrazas.

El proceso de predicción y evaluación de impactos de un proyecto o actividad, implica la propuesta de medidas que tiendan a contrarrestar o minimizar los efectos desfavorables o maximizar aquellos beneficiosos que pudieran producirse sobre el medio ambiente en el que se inserta. Se define entonces como medidas de mitigación ambiental, al conjunto de acciones previstas para la prevención, disminución o atenuación, restauración y/o compensación de impactos ambientales negativos que pudieran producir algunas de las acciones propias del proyecto o actividad.

Estas medidas deben acompañar el desarrollo de un proyecto para asegurar el uso sustentable de los recursos involucrados y la protección del ambiente, incluyendo tanto los aspectos que hacen a la integridad del medio natural como aquellos que aseguran una adecuada calidad de vida para la comunidad involucrada (Gómez y Villarino)<sup>1</sup>.

Por lo anterior y para realizar la remoción de la vegetación forestal y cambiar el uso de suelo en una superficie de 19.1791 ha que involucra el proyecto, será necesario atender los impactos potenciales que pudieran incidir de manera negativa en el uso sustentable de los recursos y la protección del ambiente, en este sentido, se identificaron los impactos negativos que el proyecto pudiera generar y que pudieran incidir en los factores ambientales (agua, suelo, atmósfera, paisaje, flora y fauna) proponiendo un conjunto de medidas de mitigación que a su vez pueden atender a más de un impacto negativo y que pueden ser aplicadas en más de una etapa de cambio de uso de suelo.

Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará la ocurrencia de determinados efectos negativos, mientras que las de carácter reductivo y compensatorio permitirán mejorar el escenario con el desarrollo del CUSTF. Es importante que todas las medidas de mitigación se realicen para garantizar que la ejecución del CUSTF impacte lo menos posible al ecosistema. Así mismo, las medidas planteadas buscan garantizar:

- ✓ Que no se provocará la erosión de los suelos.
- ✓ Que no se compromete la biodiversidad.
- ✓ Que no se ocasionará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

---

<sup>1</sup> Gómez, O.D., Gómez V.Ma. T, 2013. Evaluación de Impacto Ambiental. Ed Mundi-Prensa, España.

**"Ampliación de Tepetateras"**

El proceso de evaluación de impacto ambiental de un proyecto culmina con la ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales potenciales. Con la finalidad de cumplir con las obligaciones adquiridas, se llevará a cabo la supervisión ambiental durante el tiempo que dure el proyecto así como la ejecución de cambio de uso de suelo en terrenos forestales mediante el seguimiento de condicionantes en materia ambiental.

Para este seguimiento se contará con supervisores expertos que se encargarán de verificar de manera constante el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, las actividades de rescate y reubicación de flora y fauna, los programas, hasta el cierre y la entrega final del proyecto.



**Principales actividades de la supervisión ambiental**

La estrategia de seguimiento ambiental implicará el establecimiento de un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación y de compensación propuestas en este ETJ. De igual forma, y de ser el caso, esta etapa del proyecto deberá ser actualizada una vez que la autoridad autorice el CUSTF y llegue a establecer nuevas condicionantes que, de igual forma, tengan que ser cumplidas por la empresa.

La estrategia propone establecer controles que verifiquen la realidad de las incidencias del proyecto en el entorno de su MHF y de la propia área donde se realizará el CUSTF y que permita ir realizando evaluaciones correctivas sobre la marcha del proyecto, lo que permitirá al promovente realizar un seguimiento sistemático, tanto de los compromisos propuestos en este ETJ, como de las condiciones que la autoridad llegará a imponer en su autorización y de aquellas otras situaciones que fuese necesario atender derivadas de alteraciones que no fueron previstas, principalmente por la complejidad del comportamiento del factor evaluado (impactos supervinientes).

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

Por último, la estrategia asegura:

- i. Indicarle a la administración responsable de la ejecución del proyecto, dentro de la empresa (promovente), cuáles son los aspectos objeto de la vigilancia, y
- ii. Ofrecer a dicha administración un método, sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia integral de todos los programas de una forma eficaz.
- iii. Aportar a la autoridad, elementos de soporte al seguimiento del cumplimiento de las obligaciones ambientales que el promovente habrá de adquirir, de ser autorizada su solicitud de CUSTF, así como los niveles de éxito alcanzados en cada programa planteado en este capítulo.

Por todo lo antes expuesto, en este apartado se plantean las bases (lineamientos) de la estrategia antes bosquejada, toda vez que su versión final quedará condicionada a los términos de la aprobación que emita la autoridad.

### **II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto**

No se contemplan obras y actividades adicionales al proyecto, de las manifestadas en la presente solicitud.

### **II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto**

No se contemplan obras asociadas al proyecto, de las manifestadas en la presente solicitud.

### **II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo.**

#### **a) Diseño e intensidad de muestreo utilizado**

Primeramente se realizó un recorrido por el perímetro del área del proyecto. Posteriormente, considerando la superficie a impactar o sujeta a cambio de uso de suelo, al tipo de vegetación, y la pendiente del área se definió el método de muestreo más adecuado. Así, para cada lote de muestreo forestal de 0.1 ha, se generó una bitácora de referencia con la ubicación geográfica y fotografía del sitio. Los datos obtenidos en bitácora de campo, se analizaron para generar la información requerida en este apartado y se resguardó la Memoria Forestal del proyecto. A fin de estar en condiciones de valorar la estimación de volúmenes por especie, se exhibe la memoria de cálculo correspondiente, así como puntualizar la unidad de medida en cada caso.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Las condiciones del tipo de vegetación, inventario y composición florística, resulta congruente con la descripción de flora del capítulo IV de este documento, así como la comprobación de la representatividad, de acuerdo al capítulo señalado.

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo a nivel del predio, buscó además la suficiencia de muestreo se destaca y se presenta las curvas de acumulación de especies por tipo de vegetación contemplada, a saber de bosque de encino (BQ).

Se estimó la suficiencia de muestreo y se presentan las curvas de acumulación de especies por tipo de vegetación para dar certidumbre de los datos empleados en el análisis de los parámetros poblacionales de flora para el predio sujeto a CUSTF. Para ello, se presenta la aplicación del modelo matemático sugerido por Mostacedo y Fredericksen (2000 Op cit.) para obtener el número de muestras (n) estadísticamente representativas con base en la expresión:

**Datos alimentados para el análisis de la representatividad de muestreo de flora en el predio CUSTF**

Estrato	Dimensiones del sitio de muestreo	Número de sitios mínimos según el análisis de la representatividad	Número de sitios realizados en el predio CUSTF
Arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceas	Sitios circulares de 18m de radio resultando 1,000 m <sup>2</sup> (0.1 ha).	10 sitios para el bosque de encino (BQ)	10 sitios para el bosque de encino (BQ)

Con base en los datos reales del área de estudio y la información obtenida en campo respecto al número de especies registradas en cada unidad muestral, se obtuvo el valor de la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación requerido de acuerdo a la siguiente tabla:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

CV = coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

Donde:

- n = número de unidades muestrales estadísticamente representativas.
- E = error con el que se quiere obtener los valores, en ecología vegetal generalmente es del 20% (Mostacedo y Fredericksen, 2000 Op).
- t = valor que se obtiene de las tablas "t de Student".
- N = total de unidades muestrales en toda la población.

- Donde:
- s = desviación estándar.
- $\bar{x}$  = promedio.

Basado en lo anterior, para el trabajo de muestreo se realizaron 10 sitios de muestreo en el bosque de encino (BQ), al resultar estadísticamente representativa, cantidad que satisface la suficiencia estadística que un estudio ecológico de esta naturaleza requiere.

"Ampliación de Tepetateras"

Datos alimentados para el análisis de la representatividad de muestreo de flora en el predio CUSTF

Para el presente proyecto los valores considerados fueron:

Tamaño de la unidad muestral = 1,000 m<sup>2</sup>  
 Tamaño de la sup. a intervenir (CUSTF) = 191.791 m<sup>2</sup> BQ

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

REPRESENTATIVIDAD

Vegetación	Sitio	No. especies
	1	5
	2	4
	3	4
	4	5
	5	4
	6	4
BQ	7	5
	8	5
	9	5
	10	5

Desv 0.516  
CV 11.226

N = 192      Unidades muestrales  
 E = 20      %  
 CV = 11.226      %  
 t = 1.8331      t= n-1=9 Para una prob del 95%, dos colas y 5 grados de libertad

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6556
2	0.9155	1.8858	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7287	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4399	1.9432	2.4499	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4905
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2496
10	0.6996	1.3722	1.8125	2.2281	2.7636	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7398	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3263	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453

N =  $\frac{3.36025561}{400} + \frac{126.02394}{192}$   
 N =  $\frac{423.473}{402.208}$   
 N = 1.053

10 sitios de muestreo realizados

b) Número de sitios de muestreo y su distribución, en función de las características que presente cada polígono o polígonos de afectación directa.

Para la estimación de biomasa forestal a ser desmontada por la ocupación de las 19.1791 ha naturales, se realizó el muestreo forestal directo en campo, ocupando la totalidad de la superficie.

En total, la superficie de muestreo son 10 sitios de 0.1 ha de tipo circular cada uno, en el predio sujeto a CUSTF, equivalente a 1.0 ha cubriéndose la representatividad de muestreo de acuerdo al apartado del Capítulo IV. En consecuencia, los sitios resultantes fueron de la siguiente manera:

Superficie involucrada en los parámetros poblacionales de la flora del proyecto

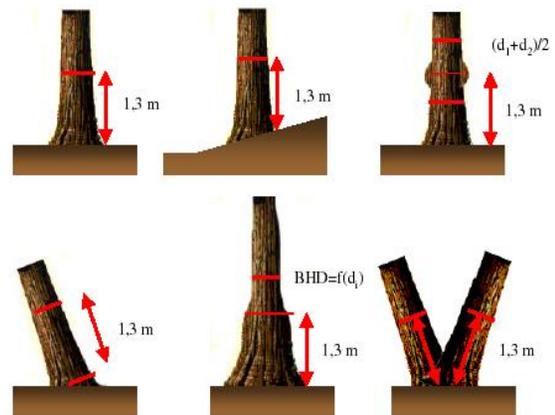
Tipo de vegetación	Superficie del tipo de vegetación (ha)	Sitios representativos (No.)	Estrato	Dimensiones del sitio de muestreo	Superficie del muestreo involucrado en los análisis (m <sup>2</sup> )
Bosque de encino (BQ)	19.1791	12	Todos	Sitios circulares de 1,000 m <sup>2</sup> (0.1 ha).	10 sitios (12,000 m <sup>2</sup> )

**"Ampliación de Tepetateras"**

**c) Forma de los sitios**

Se muestreo de manera representativa la superficie sujeta a cambio de uso del suelo, es decir, 8,000 m<sup>2</sup>. La superficie de cada sitio fue de 1,000 m<sup>2</sup> (0.1 ha) con forma circular. Se recabó la información de los individuos que cayeron dentro de los sitios de muestreo. De cada individuo se tomaron los siguientes datos: Diámetro medio, altura total, cobertura y nombre de la especie.

Se lleva a cabo la medición del diámetro normal (localizado sobre el fuste principal a 1.30 metros sobre el suelo) y la altura total del árbol, de cada uno de los árboles que se localicen en el interior del sitio de muestreo, registrando en los formatos correspondientes la familia, el nombre científico y común (vulgar) de cada ejemplar. Además se deberán medir el diámetro de copa de cada ejemplar para calcular posteriormente su cobertura. Es importante recordar que existe una serie de consideraciones en la medición en la medición del diámetro normal, mismas que deberán respetarse. Lo anterior sin menoscabo de realizar una correcta medición de los árboles bifurcados desde la base, o de los árboles bifurcados a 1.30, etc., de acuerdo a lo siguiente:



**Figura VI.1. Especificaciones en la medición del DN.**

Se mide y registra el arbolado cuyo diámetro normal (DAP) a la altura de 1.3m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 7.5 cm; se mide y registra por especie y categoría dasométrica, la frecuencia y algunas variables cualitativas del repoblado (regeneración natural), árboles pequeños tengan como mínimo 25 cm de altura, hasta la altura que alcancen.

**d) Tamaño de los sitios expresados en m<sup>2</sup>.**

La superficie de cada sitio fue de 1,000 m<sup>2</sup> (0.1 ha) con forma circular. Se recabó la información de los individuos que cayeron dentro de los sitios de muestreo. De esta manera, el diseño representativo de los sitios de muestreo para el predio CUSTF se muestra a continuación:

**Resumen de dimensiones y número de sitios de muestreo en el predio.**

Estrato	Dimensiones del sitio de muestreo	Número de sitios mínimos según el análisis de la representatividad	Número de sitios realizados en el predio CUSTF
Todos	Sitios circulares de 1,000 m <sup>2</sup> (0.1 ha).	10 de bosque de encino (BQ)	10 de bosque de encino (BQ)

**"Ampliación de Tepetateras"**

**e) Variables dasométricas (DAP, altura total, cobertura, etc.).**

En cuanto al tamaño de la muestra, muy raras veces la comunidad vegetal es homogénea, por lo tanto, es necesario tomar muestras de tamaño y número adecuados para incluir toda la variación florística, cuantitativa y cualitativa de la comunidad. Esto es, en el sentido de la vegetación siempre se confronta el problema de determinar qué tamaño y número de parcelas (cuadros o transectos) son necesarias para obtener una muestra representativa.

El volumen por unidad muestral se obtiene a partir de los árboles medidos y se expande a la unidad de superficie utilizando el factor de expansión definido por el tamaño de la unidad muestral. La determinación del volumen se realizó por individuos. Durante las actividades de muestreo y registro de información necesaria para la estimación del volumen maderable del Proyecto, se levantaron las variables dasométricas que permitieron obtener el volumen por especie a remover para cada predio que compone el área solicitada para cambio de uso de suelo, en este sentido se presentan las variables cuantitativas que fueron consideradas para cada especie maderable encontrada, lo cuales son:

Altura

La altura del un árbol se define como la distancia del suelo a la punta o ápice del Árbol, a lo largo del fuste se mide en metros, los instrumentos utilizados para medir las alturas en los árboles son: Hipsómetros, Silva, Blumeleiss, clinómetros, etc. Las herramientas utilizadas fueron el clinómetro y la cinta métrica para árboles pequeños. Se anotaron los datos por especie y en los casos en que el árbol presentaba más de un fuste superior a 10 centímetros diamétricos se contabilizó como individuos independientes.

Diámetro

Una forma muy utilizada para cubicar madera es medir el diámetro del árbol a 1.30 mts sobre el nivel del suelo, a este se le conoce como Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). Para la obtención de esta medida se utiliza la forcípula o la cinta diamétrica. La forcípula es más cómoda para medir árboles hasta 50 cm de DAP, para árboles más gruesos, se utiliza la cinta diamétrica. La cinta diamétrica, comparada con la forcípula proporciona una lectura más exacta. La herramienta utilizada fue la cinta diamétrica y se contabilizaron solo los especímenes con un DAP igual o mayor a 10 cm.

Para la toma de estos datos, se empleó el siguiente equipo:

- Cintas métricas de 30 y 50 m
- Cuerda compensada
- Receptor de GPS
- Cintas flaggings
- Cintas diamétricas
- Clinómetro
- Altímetro
- Plano general de la obra

"Ampliación de Tepetateras"

f) Variables ecológicas (especie, nombre común, etc.).

Una vez realizado lo anterior, se obtuvo el inventario florístico de las especies que componen los arreglos vegetativos en estudio resultando de la siguiente manera:

Los valores de flora cuantificados en la MHF se encuentran mejor representados que en el predio sujeto a CUSTF como será comparado más adelante. Lo anterior puede deberse a la cercanía del predio con obras previas, así como los caminos y áreas desprovistas de vegetación entre las obras previstas.

Datos registrados del sitio:

- Coordenadas UTM
- Fotografía del sitio de muestreo

Datos de la determinación de Especies presentes.

- Número de individuos por especie.
- Datos de individuos del estrato arbóreo
- Diámetro normal (diámetro del tronco a la altura de 1.30 m)
- Diámetros perpendiculares de copa
- Altura
- Cobertura de copa.

En el proyecto dentro del predio sujeto a CUSTF, el bosque de encino analizada revela que la totalidad de especies presentes en el predio sujeto a CUSTF (39 especies compuestas por 7 árboles, 30 arbustivas y 2 cactáceas) todas ellas presentes en el inventario de la MHF. No existen especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Inventario florístico del tipo del bosque de encino (BQ) el predio CUSTF.

Nombre común	Especie	Estrato
Cedro Rojo	<i>Cedrela odorata</i>	Arbol
Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	Arbol
Momoa	<i>Erytrophylum mexicanum</i>	Arbol
Palo Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Arbol
Palo Santo	<i>Ipomea arborescens</i>	Arbol
Mauto	<i>Lyiloma divaricata</i>	Arbol
Palo fierro	<i>Pithecellobium tortum</i>	Arbol
Papache	<i>Randia echynocarpa</i>	Arbol
Malva	<i>Abutilon hirtum</i>	Arbustivo
Abutilon	<i>Abutilon incanum</i>	Arbustivo
Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustivo
Maguey	<i>Agave spp</i>	Arbustivo
Garbanzillo	<i>Astragalus wootonii</i>	Arbustivo
Bromelia	<i>Bromelia karatas</i>	Arbustivo
Teposan	<i>Buddleia wrightii</i>	Arbustivo
Torote Papelillo	<i>Bursera laxiflora</i>	Arbustivo
Torote Mulato	<i>Bursera odorata</i>	Arbustivo
Torote papelillo	<i>Bursera simaruba</i>	Arbustivo
Huajilote	<i>Caesalpinea coriarea</i>	Arbustivo
Palo Zorrillo	<i>Cassia occidentalis</i>	Arbustivo
Baynoro	<i>Celtis pallida</i>	Arbustivo
Palo Barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Arbustivo
Palo de asta	<i>Cordia sonora</i>	Arbustivo
Palo samo	<i>Coursetia glandulosa</i>	Arbustivo
Copalquin	<i>Coutarea latiflora</i>	Arbustivo
Vara prieta	<i>Croton cilyndrotochya</i>	Arbustivo
Vara prieta	<i>Croton sonora</i>	Arbustivo
Huiloche	<i>Diphysa occidentalis</i>	Arbustivo
Pionilla	<i>Erythrina flabelliformis</i>	Arbustivo
Palo Dulce	<i>Eysenhartia harmanii</i>	Arbustivo
Camuchin	<i>Ficus padifolia</i>	Arbustivo
Ocotillo	<i>Fouquieria macdougalii</i>	Arbustivo
Guazima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Arbustivo
cacachila	<i>Karwinskia humboltiana</i>	Arbustivo
Guayabillo	<i>Lysiloma watsonii</i>	Arbustivo
Amapa	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Arbustivo
Palo Nesco	<i>Willardia shiedeana</i>	Arbustivo
Nopal	<i>Opunta sp.</i>	Cactácea
Cardon Hecho	<i>pachicereus pecten arboriginum</i>	Cactácea

**"Ampliación de Tepetateras"**

En este orden de ideas, los parámetros poblacionales medidos, tanto en la MHF como en el predio sujeto a CUSTF (en ambos casos justificados en la representatividad del muestreo, señalado en los capítulos III y IV, están mejor representados en la MHF que en el predio sujeto a CUSTF, por lo que la distribución y abundancia de las especies que serán desmontadas para dar paso a las obras previstas, no comprometen la diversidad de especies en el sitio.

**g) Coordenadas UTM de los sitios de muestreo**

Cada sitio de muestreo fue ser localizado con el apoyo del Sistema de Geoposicionamiento Global, de acuerdo a las coordenadas indicadas en el archivo correspondiente, considerando un error de  $\pm 3$  metros. Se registró la coordenada real en la que se ubica cada sitio. Una vez localizado el sitio, se colocó en cada vértice una estaca o piedra, además de un trozo de cinta flagging del mismo color, esto para su efectiva ubicación a la distancia, que permitan delimitar el sitio durante el conteo de individuos.

**Coordenadas de muestreo de flora en el predio sujeto a CUSTF**

SITIOS	No.	COORDENADAS UTM ZONA 12 N, DATUM WGS84		TIPO DE VEGETACION
CUSTF	1	775309	2958850	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	2	775285	2958695	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	3	775131	2958742	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	4	775096	2958735	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	5	774911	2958656	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	6	774842	2958629	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	7	774842	2958775	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	8	774750	2958645	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	9	774701	2958555	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	10	775044	2958586	Bosque de encino (BQ)

**h) Justificación de metodologías y uso de fórmulas**

Para registrar las variables particulares de los diferentes individuos del total del sitio de muestreo, se siguieron las recomendaciones propuestas por Husch y colaboradores (2003):

- La medición del diámetro de un árbol, cuando exista pendiente es por la parte alta o superior de esta.
- La medición de la altura se realiza en un plano horizontal a su base, no se realiza por la parte superior ó inferior.
- Si presenta una anomalía, la medición deberá ser por la parte inferior de esta
- Cuando un árbol presenta tallos múltiples, cada tallo se registra por separado, no se deberán sumar los diámetros.

**"Ampliación de Tepetateras"**

El volumen forestal es un parámetro muy utilizado por los profesionales forestales para establecer la cantidad de madera de una o varias especies existentes en una determinada zona. El volumen de la madera cosechable se obtiene a partir del área basal y la altura comercial o total del tronco de un árbol. El tronco generalmente tiene forma cónica y, por lo tanto, es inevitable tomar esto en cuenta para lograr una mayor exactitud en el cálculo.

El volumen del fuste es el aumento que presenta un árbol o una masa forestal en un tiempo determinado, como resultado de su crecimiento y es una variable útil para el manejo de los terrenos forestales. Es un valor conferido por las dimensiones (diámetro normal y altura), así como por la forma del individuo, por lo que para su estimación es necesaria la utilización de un Coeficiente de Forma o Mórfoico (CM) que, de acuerdo con Cailliez (1980), resulta difícil establecer, ya que depende de la configuración del crecimiento de cada especie.

De acuerdo con Corral (2011), cuando no se tienen tablas de volumen de las especies encontradas, se sugiere utilizar una ecuación estandarizada para no incurrir en sub o sobreestimaciones. Por otra parte Romahn (1999), menciona que la utilización de coeficientes mórfoicos resulta particularmente útil para el caso de las zonas en las que no se cuenta con tablas de volumen para las especies de interés. El volumen de los árboles se calculará utilizando un factor de forma, como se describe a continuación:

$$V = (ab)(h)(0.45)$$
$$ab = \left(\frac{DN}{100}\right)^2 (0.7854)$$

*Dónde:*

*V = Volumen*

*ab = área basal*

*h = altura*

*0.45 = Coeficiente de forma*

*DN = Diámetro normal (en cm)*

*0.7854 = Factor resultante de la relación  $\frac{\pi}{4}$ ; siendo  $\pi=3.1416$*

Se calculó el volumen de forma individual, posteriormente se realizó la sumatoria de cada uno de los sitios de muestreo, se dividió entre el número de sitios, se obtuvo el volumen por hectárea para posteriormente extrapolarlo a la superficie total por aprovechar. Se obtuvo la estimación del volumen forestal por especie.

Con base en ello, se presentan los resultados del cálculo de volúmenes forestales de las áreas de CUSTF por predio, detallando el procedimiento que se realizó para la extrapolación de los volúmenes estimados a remover consecuencia del cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

"Ampliación de Tepetateras"

## V.2. Número de individuos que se espera remover

El bosque de encino, involucra 39 especies dentro de 3 estratos, donde los especímenes que más aportan se encuentran entre las herbáceas.

El proyecto contempla que del estrato arbóreo serán removidos 89 individuos/ha de 7 especies (es decir, 1,707 organismos), 234 individuos/ha de 30 especies arbustivas (4,488 organismos del estrato), 29 individuos/ha de 2 especies cactáceas (556 organismos del estrato).

De esta manera, la remoción total o parcial de un estimado de 6,751 organismos de 39 especies presentes en el bosque de encino (BQ) de acuerdo a la siguiente tabla resumen:

**Resumen del número de individuos que se espera remover por la ejecución del CUSTF.**

Estrato	No. Especies	n (1 Ha)	Abundancia absoluta
Arbol	7	89	1,707
Arbusto	30	234	4,488
Cactácea	2	29	556
	39	352	6,751

En el caso del volumen a ser removido, se estima en 2.192 m<sup>3</sup>/ha tipo, donde más adelante se detalla.

**Aportación de individuos por especie que se espera remover por la ejecución del CUSTF en el bosque de encino (BQ)**

No.	Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)
1	CUSTF	Cedro Rojo	<i>Cedrela odorata</i>	Arbol	12
2	CUSTF	Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	Arbol	21
3	CUSTF	Momoa	<i>Erytrophylum mexicanum</i>	Arbol	7
4	CUSTF	Palo Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Arbol	21
5	CUSTF	Palo Santo	<i>Ipomea arborescens</i>	Arbol	11
6	CUSTF	Mauto	<i>Lyloma divaricata</i>	Arbol	9
7	CUSTF	Palo fierro	<i>Pithecellobium tortum</i>	Arbol	8
<b>I</b>					<b>89</b>

No.	Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)
1	CUSTF	Malva	<i>Abutilon hirtum</i>	Arbustivo	13
2	CUSTF	Papache	<i>Randia echynocarpa</i>	Arbol	6
3	CUSTF	Abutilon	<i>Abutilon incanum</i>	Arbustivo	3
4	CUSTF	Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustivo	8
5	CUSTF	Maguey	<i>Agave spp</i>	Arbustivo	20
6	CUSTF	Garbanzillo	<i>Astragalus wootonii</i>	Arbustivo	1
7	CUSTF	Bromelia	<i>Bromelia karatas</i>	Arbustivo	4
8	CUSTF	Teposan	<i>Buddleia wrightii</i>	Arbustivo	11
9	CUSTF	Torote Papelillo	<i>Bursera laxiflora</i>	Arbustivo	8
10	CUSTF	Torote Mulato	<i>Bursera odorata</i>	Arbustivo	14
11	CUSTF	Torote papelillo	<i>Bursera simaruba</i>	Arbustivo	11
12	CUSTF	Huajilote	<i>Caesalpinea coriarea</i>	Arbustivo	4
13	CUSTF	Palo Zorrillo	<i>Cassia occidentalis</i>	Arbustivo	3
14	CUSTF	Baynoro	<i>Celtis pallida</i>	Arbustivo	4
15	CUSTF	Palo Barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Arbustivo	15
16	CUSTF	Palo de asta	<i>Cordia sonora</i>	Arbustivo	12
17	CUSTF	Palo samo	<i>Coursetia glandulosa</i>	Arbustivo	31
18	CUSTF	Copalquin	<i>Coutarea latiflora</i>	Arbustivo	1
19	CUSTF	Vara prieta	<i>Croton cilyndrotochya</i>	Arbustivo	3
20	CUSTF	Vara prieta	<i>Croton sonora</i>	Arbustivo	6
21	CUSTF	Huiloch	<i>Diphysa occidentalis</i>	Arbustivo	3
22	CUSTF	Pionilla	<i>Erythrina flabelliformis</i>	Arbustivo	2
23	CUSTF	Palo Dulce	<i>Eysenhartia harmanii</i>	Arbustivo	8
24	CUSTF	Camuchin	<i>Ficus padifolia</i>	Arbustivo	4
25	CUSTF	Ocotillo	<i>Fouquieria macdougalii</i>	Arbustivo	7
26	CUSTF	Guazima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Arbustivo	8
27	CUSTF	cacachila	<i>Karwinskia humboltiana</i>	Arbustivo	6
28	CUSTF	Guayabillo	<i>Lysiloma watsonii</i>	Arbustivo	6
29	CUSTF	Amapa	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Arbustivo	4
30	CUSTF	Palo Nesco	<i>Willardia shiedeana</i>	Arbustivo	8
<b>30</b>					<b>234</b>

No.	Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)
1	CUSTF	Nopal	<i>Opunta sp.</i>	Cactácea	16
2	CUSTF	Cardon Hecho	<i>pachocereus pecten arboriginum</i>	Cactácea	13
<b>2</b>					<b>29</b>

### V.3. Estimación de existencias volumétricas

#### V.3.1. Estimación de existencias volumétricas por especie/ tipo de vegetación

Las existencias volumétricas estimadas a derribarse por especie en el estrato arbóreo equivalen a 31.147 m<sup>3</sup> de los 1,707 organismos, el estrato arbustivo aporta 10.855 m<sup>3</sup> de 4,488 organismos de las 30 especies y apenas 0.038 m<sup>3</sup> de los 556 organismos de 2 cactáceas presentes, de acuerdo a lo siguiente:

**Estimación resumen de existencias volumétricas del bosque de encino (BQ)**

No. Especies	n (1 Ha)	Abundancia absoluta	Volumen estimado en ha-tipo (m <sup>3</sup> ) R.T.A.	Volumen a derribar en la ejecución del CUSTF (m <sup>3</sup> ) R.T.A.
7	89	1,707	1.624	31.147
30	234	4,488	0.566	10.855
2	29	556	0.002	0.038
39	352	6,751	2.192	42.041

Si bien el proyecto no considera fines de lucro para la biomasa forestal porque no representa su quehacer, se pretende mantener a salvo los derechos de la legal procedencia del material derribado, por si en un futuro se solicitan las guías forestales para dicho material, toda vez que se podrá requerir el retiro de dicho material de las áreas de trabajo, y en su momento podría trasladarse a otras áreas dentro del complejo con fines de resguardo, obras de control, etc, por lo que se tendría que transportar dicho material y en su caso, acreditar la procedencia del mismo.

En detalle, la aportación de las existencias volumétricas por especie, en el bosque de encino (BQ) habiendo muestrado 1.0 ha de 19.1791 ha que comprende la superficie solicitada en CUSTF, son 39 especies las involucradas, equivale a 42.041 m<sup>3</sup> a derribarse de estos estratos, de acuerdo al detalle de la siguiente tabla:

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Estimación de existencias volumétricas aportadas por especie por el estrato del bosque de encino (BQ)**

No.	Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	Volumen estimado en ha-tipo (m3) R.T.A.	Volumen a derribar en la ejecución del CUSTF (m3) R.T.A.	Organismos estimados a derribar por el CUSTF (No.)
1	CUSTF	Cedro Rojo	<i>Cedrela odorata</i>	Arbol	0.396	7.595	230
2	CUSTF	Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	Arbol	0.239	4.584	403
3	CUSTF	Momoa	<i>Erythrophyllum mexicanum</i>	Arbol	0.195	3.740	134
4	CUSTF	Palo Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Arbol	0.175	3.356	403
5	CUSTF	Palo Santo	<i>Ipomea arborescens</i>	Arbol	0.155	2.973	211
6	CUSTF	Mauto	<i>Lyloma divaricata</i>	Arbol	0.209	4.008	173
7	CUSTF	Palo fierro	<i>Pithecellobium tortum</i>	Arbol	0.255	4.891	153
<b>1</b>					<b>1.624</b>	<b>31.147</b>	<b>1.707</b>
1	CUSTF	Malva	<i>Abutilon hirtum</i>	Arbustivo	0.027	0.518	249
2	CUSTF	Papache	<i>Randia echynocarpa</i>	Arbol	0.027	0.518	115
3	CUSTF	Abutilon	<i>Abutilon incanum</i>	Arbustivo	0.025	0.479	58
4	CUSTF	Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustivo	0.025	0.479	153
5	CUSTF	Magüey	<i>Agave spp</i>	Arbustivo	0.030	0.575	384
6	CUSTF	Garbanzillo	<i>Astragalus wootonii</i>	Arbustivo	0.001	0.019	19
7	CUSTF	Bromelia	<i>Bromelia karatas</i>	Arbustivo	0.001	0.019	77
8	CUSTF	Teposan	<i>Buddleia wrightii</i>	Arbustivo	0.015	0.288	211
9	CUSTF	Torote Papelillo	<i>Bursera laxiflora</i>	Arbustivo	0.015	0.288	153
10	CUSTF	Torote Mulato	<i>Bursera odorata</i>	Arbustivo	0.015	0.288	269
11	CUSTF	Torote papelillo	<i>Bursera simaruba</i>	Arbustivo	0.015	0.288	211
12	CUSTF	Huajilote	<i>Caesalpinea coriarea</i>	Arbustivo	0.001	0.019	77
13	CUSTF	Palo Zorrillo	<i>Cassia occidentalis</i>	Arbustivo	0.001	0.019	58
14	CUSTF	Baynoro	<i>Celtis pallida</i>	Arbustivo	0.001	0.019	77
15	CUSTF	Palo Barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Arbustivo	0.015	0.288	288
16	CUSTF	Palo de asta	<i>Cordia sonora</i>	Arbustivo	0.096	1.841	230
17	CUSTF	Palo samo	<i>Coursetia glandulosa</i>	Arbustivo	0.015	0.288	595
18	CUSTF	Copalquin	<i>Coutarea latiflora</i>	Arbustivo	0.015	0.288	19
19	CUSTF	Vara prieta	<i>Croton cilyndrotochya</i>	Arbustivo	0.015	0.288	58
20	CUSTF	Vara prieta	<i>Croton sonora</i>	Arbustivo	0.015	0.288	115
21	CUSTF	Huiloché	<i>Diphysa occidentalis</i>	Arbustivo	0.015	0.288	58
22	CUSTF	Pionilla	<i>Erythrina flabelliformis</i>	Arbustivo	0.015	0.288	38
23	CUSTF	Palo Dulce	<i>Eysenhartia harmanii</i>	Arbustivo	0.015	0.288	153
24	CUSTF	Camuchin	<i>Ficus padifolia</i>	Arbustivo	0.001	0.019	77
25	CUSTF	Ocotillo	<i>Fouquieria macdougallii</i>	Arbustivo	0.025	0.479	134
26	CUSTF	Guazima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Arbustivo	0.025	0.479	153
27	CUSTF	cacachila	<i>Karwinskia humboltiana</i>	Arbustivo	0.025	0.479	115
28	CUSTF	Guayabillo	<i>Lysiloma watsonii</i>	Arbustivo	0.025	0.479	115
29	CUSTF	Amapa	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Arbustivo	0.025	0.479	77
30	CUSTF	Palo Nesco	<i>Willardia shiedeana</i>	Arbustivo	0.025	0.479	153
<b>30</b>					<b>0.566</b>	<b>10.855</b>	<b>4.488</b>
1	CUSTF	Nopal	<i>Opuntia sp.</i>	Cactácea	0.001	0.019	307
2	CUSTF	Cardon Hecho	<i>pachocereus pecten arboriginum</i>	Cactácea	0.001	0.019	249
<b>2</b>					<b>0.002</b>	<b>0.038</b>	<b>556</b>

**"Ampliación de Tepetateras"**

**V.3.2. Estimación de existencias volumétricas por propietario/ predio**

La totalidad del proyecto está configurado en dos (2) polígonos con una superficie total 21.7298 ha, en un predio a favor del promovente, de los cuales 19.1791 ha posee cobertura natural, dentro del ecosistema Templado, con cobertura total bosque de encino (BQ) evidenciado por la cartografía Serie III y V para el proyecto. Se presenta la ocupación del proyecto a continuación:

**Superficie total del proyecto respecto a la superficie forestal de ocupación**

Superficie total : 21.7298	
Etapas	Superficie forestal
1	0 ha autorizado
	21.7298 proyecto
	0 ha pendientes
<b>Total de superficie forestal</b>	<b>19.1791</b>

La superficie requerida en CUSTF forma parte de la totalidad requerida para la ejecución del proyecto el cual se señaló previamente como 21.7298 ha, donde el total de superficie forestal es de 19.1791 ha, de acuerdo a la siguiente tabla:

**Desglose de superficies del proyecto**

Nombre del propietario	Superficie total de la propiedad (ha)	Poligono	Tipo de obra	No. Vértices	Superficie total (ha)	Superficie sujeta a CUSTF en ha	Régimen de propiedad	Municipio	Tipo(s) de vegetación	Afectación temporal o permanente/ con o sin sellamiento de suelo
Cajón de Cancio	5,272.49	1	Tepetatera	9	19.1791	19.1791	Ejidal	Choix	BQ	Afectación temporal sin sellamiento de suelo.
		2	Tepetatera adicional	11	2.5507	0			PC	
					21.7298					

La totalidad de la superficie que se requiere en CUSTF NO implica el sellamiento de suelo dada la naturaleza de las tepetateras, no realizando el desmonte sino cubriendo el mismo con la disposición del tepetare. En consecuencia, la afectación será permanente, porque al estar con compactación de suelo, sólo al término de las operaciones podrá eventualmente ser revegetada, hasta que sea realizado la desintoxicación y saneamiento del área al término de la vida útil del proyecto.

### "Ampliación de Tepetateras"

En consecuencia, el bosque de encino, involucra 39 especies dentro de 3 estratos, donde los especímenes que más aportan se encuentran entre las herbáceas.

El proyecto contempla que del estrato arbóreo serán removidos 89 individuos/ha de 7 especies (es decir, 1,707 organismos), 234 individuos/ha de 30 especies arbustivas (4,488 organismos del estrato), 29 individuos/ha de 2 especies cactáceas (556 organismos del estrato). De esta manera, la remoción total o parcial de un estimado de 6,751 organismos de 39 especies presentes en el bosque de encino (BQ).

Las existencias volumétricas estimadas a derribarse por especie en el estrato arbóreo equivalen a 31.147 m<sup>3</sup> de los 1,707 organismos, el estrato arbustivo aporta 10.855 m<sup>3</sup> de 4,488 organismos de las 30 especies y apenas 0.038 m<sup>3</sup> de los 556 organismos de 2 cactáceas presentes.

En detalle, la aportación de las existencias volumétricas por especie, en el bosque de encino (BQ) habiendo muestrado 1.0 ha de 19.1791 ha que comprende la superficie solicitada en CUSTF, son 39 especies las involucradas, equivale a 42.041 m<sup>3</sup> a derribarse de estos estratos.

## II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo

La fracción XXIV, del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, refiere que los recursos biológicos forestales "*comprenden las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquellas de interés científico, biotecnológico o comercial*".

Hablar de una estimación económica de los recursos forestales es darle valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por este recurso ambiental, independientemente de si existen o no precios de mercado que ayuden a hacerlo.

La valoración económica de los recursos naturales es hasta ahora una materia novedosa y sin duda complicada, ya que la asignación de un valor económico o monetario a los elementos naturales del ecosistema es sumamente compleja, no solo por el hecho del valor intrínseco de un elemento natural o el conjunto de estos, que sin duda no tienen precio en sí mismos, sino por el valor ecológico que pueden constituir, el cual resulta único.

Por tal circunstancia, en el caso de la valoración económica se torna aún más complicada ya que en los ecosistemas hay recursos forestales maderables y no maderables, puede haber fauna cinegética y materiales que con comercializados o que tienen un uso: ornamental, alimento, ceremonial, medicinal, entre otros, donde la estimación del costo sería relativamente más sencilla, ya que bastaría con investigar sus precios en el mercado y asociarlo a las cantidades que pueden perderse por el proyecto.

### "Ampliación de Tepetateras"

En el caso de los recursos naturales de la zona del proyecto y en particular de las zonas sujetas a cambio de uso de suelo, existe comercialización de productos forestales, aunque la mayoría de especies animales y vegetales no tienen un valor económico de interés inmediato y directo desde el punto de vista humano; sin embargo con el objeto de poder asignar un precio a este tipo de recursos hay que considerar su valor de forma indirecta y, en el mejor de los casos, potencial.

La valoración económica de los recursos biológicos forestales estimada para el área de CUSTF, equivale a **\$ 1,772,175.50 (Un millón setecientos setenta y dos mil ciento setenta y cinco pesos 50/100 M.N.)**. No es óbice mencionar que los valores si bien son subjetivos, se busca un acercamiento al valor real, apoyado en cada caso por referencias que indiquen algún parámetro para considerar en cada estimación. Lo anterior equivale a **\$92,401.39/ha (Noventa y dos mil cuatrocientos un pesos 31/100 M.N.)**. Este monto resulta sin menoscabo de considerar los lineamientos de CONAFOR donde señalará el costo de compensación ambiental por las afectaciones en el ecosistema de referencia. Tomando en cuenta esta valoración, la zona del proyecto cubre 19.1791 ha.

A continuación se desglosa la estimación económica de los recursos forestales y la argumentación, en cada caso, aplicable.

#### **a). Estimación del valor económico de los recursos forestales maderables.**

Para estimar económicamente los recursos biológicos forestales del área se deben tener indicadores cuantificados que estén determinados por los procedimientos normales del mercado de la economía, de los cuales existen para la zona sobre recursos biológicos forestales que han sido planificados con un fin de aprovechamiento, siendo experiencia del responsable forestal, su determinación.

Para efecto de la estimación del valor económico del volumen de los recursos biológicos que será afectado por el cambio de uso del suelo, fueron consideradas todas especies, aunque no todas tienen potencial para ser aprovechadas con fines maderables, y lo cual no es de todo factible, pues existen limitantes principalmente relacionadas con su comercialización, así como la inviabilidad de la extracción de las materias primas forestales en algunos sitios del proyecto. Para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad, generalmente se ha aceptado una clasificación de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad<sup>2</sup>.

Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para futuras generaciones y los valores referidos a una convicción ética. La clasificación citada en el presente es tomada de Munasinghe (1993)<sup>3</sup>, quien reconoce los valores de uso y de no uso. Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción.

<sup>2</sup> UAES.1997. Valuación económica de la diversidad biológica. Documento elaborado por la Unidad de Análisis Económico y Social de la SEMARNAT para la CONABIO

<sup>3</sup> Munasinghe, M. Editor. 1993. Environmental Economics and Natural Resource Management in Developing Countries, Committee of International Development Institutions on the Environment. World Bank.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Los recursos naturales presentes en el área del proyecto si tienen un valor ecológico ambiental, siendo el potencial del suelo para producir especies vegetales que soportan la cadena alimenticia de los sistemas naturales. Por otra parte, una cubierta vegetal sana protege al suelo de los procesos de erosión acelerada, dándole estabilidad y una vez que se deposita materia orgánica de las estructuras vegetales al suelo, este va incrementando su capacidad productiva y de infiltración del agua de lluvia, siendo estos los procesos fundamentales de los ecosistemas.

El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras).

Para la estimación del valor económico del volumen de la madera se consideraron por un lado aquellas especies que realmente tienen potencial para ser aprovechadas con fines maderables (aserrío), así como aquellas con potencial para usarse en la elaboración de postería, carbón y en construcción según su caso.

Sin embargo, con esto no quiere decir que el valor calculado sea factible de obtener ya que el proyecto no busca una utilidad económica por la remoción de la vegetación. Para la valoración económica de los tipos de productos se buscaron las siguientes fuentes de información y la justificación de su uso:

**Fuentes de información y justificación de valores para la estimación de los recursos biológicos forestales**

Anuario estadístico de la producción forestal 2016 <sup>4</sup>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sólo presenta registros del valor y precio medio de grupos de especies forestales y productos forestales de pino, oyamel, otras coníferas, encino, otras latifoliadas, preciosas y comunes tropicales, no encontrándose un valor directo sea por organismos o unidad de superficie para extrapolar los valores al proyecto.
Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN) y la Metodología para estimar el valor comercial de los bienes distintos a la tierra D.O.F. DOF: 14/09/2015 <sup>5</sup>	<input checked="" type="checkbox"/>	El registro de avalúos del INDAABIN se centra en los grupos de bosques con arreglos maderas preciosas, no encontrándose en el inventario del proyecto, especies con estas características
Experiencia regional de la zona de Aserradero de Yécora en Sonora <sup>6</sup>	<input checked="" type="checkbox"/>	Se estimó el costo de monte que en los planes de manejo forestal se llevan a cabo, donde el área de comercialización de productos forestales más cercana que incluye los montos empleados
Otros sitios	<input checked="" type="checkbox"/>	Se revisó el costo de varas para tutores de viñedos principalmente cercanos a la costa del Estado, así como costos de producción de especies en viveros oficiales, señalando en cada caso la fuente de información.

<sup>4</sup> Anuario Estadístico de la Producción Forestal. 2016. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. [http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/forestal/anuarios/anuario\\_2016.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/forestal/anuarios/anuario_2016.pdf)

<sup>5</sup> [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5408351&fecha=14/09/2015](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5408351&fecha=14/09/2015)

<sup>6</sup> Experiencia del Ing. Forestal responsable, acreditado del proyecto.

**"Ampliación de Tepetateras"**

En conclusión se estimaron los montos forestales en apego a la experiencia regional de la zona de aserradero de Yécora, Sonora, aunado a la experiencia forestal de venta de algunas arbustivas como guías en viñedos u otros cultivos similares cercano a la Costa, siendo las únicas referencias de apoyo local. Los productos forestales maderables cuantificados en el proyecto presentan a continuación:

**Valor económico del estrato arbóreo que será removido por motivos del CUSTF**

No.	Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	Monto unitario (\$)	Costo de productos forestales maderables (\$)
1	CUSTF	Cedro Rojo	<i>Cedrela odorata</i>	Arbol	\$550.00	\$ 4,177.21
2	CUSTF	Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	Arbol	\$350.00	\$ 1,604.33
3	CUSTF	Momoa	<i>Erythrophyllum mexicanum</i>	Arbol	\$500.00	\$ 1,869.96
4	CUSTF	Palo Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Arbol	\$350.00	\$ 1,174.72
5	CUSTF	Palo Santo	<i>Ipomea arborescens</i>	Arbol	\$350.00	\$ 1,040.47
6	CUSTF	Mauto	<i>Lyiloma divaricata</i>	Arbol	\$350.00	\$ 1,402.95
7	CUSTF	Palo fierro	<i>Pithecellobium tortum</i>	Arbol	\$500.00	\$ 2,445.34
<b>I</b>						<b>\$ 13,714.97</b>

El valor económico total estimado para las especies de vegetación maderable que se verán afectadas con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se calcula en una cantidad de **\$13,714.97 pesos M.N.**

**b) Estimación del valor económico de los recursos no maderables**

Los recursos forestales no maderables constituyen una colección de recursos biológicos que incluyen una gran variedad de beneficios, como por ejemplo: frutas, nueces, semillas, aceites, especias, resinas, gomas, plantas medicinales y muchos otros, específicos de las áreas donde son recolectados (De Beer y Mc Deermont, citado por Tapia C. 2008<sup>7</sup>).

El monto estimado es proporcionado por el Ing. Forestal del Proyecto, de acuerdo el valor comercial actual prevaleciente en los planes de manejo forestal de la porción Centro y Sur de Sonora donde tiene su sede laboral.

En muchas partes del mundo estos recursos son indispensables para los habitantes más pobres, quienes constituyen los actores principales en la extracción de los PFNM, pudiendo constituir su única fuente de ingresos personales. En este apartado también se consideraron los ejemplares de las especies arbóreas que por sus dimensiones no cuentan con las tallas suficientes para incluirlas como maderables.

<sup>7</sup> Tapia T, E. C.; R. Reyes C. 2008. Productos forestales no maderables en México: Aspectos económicos para el desarrollo sustentable. Madera y Bosques. 14: 95-112.

**"Ampliación de Tepetateras"**

De acuerdo a esta clasificación de productos no maderables (resinas, fibras, gomas, ceras, rizomas, tierra de monte y otros productos), en la zona del proyecto los productos potenciales se consideran en "Otros productos" como son los frutos, hongos, semillas, hojas, nopal, tallos, musgo, heno y otros. Debido a la diversidad de especies y productos potenciales y con la finalidad de darles un valor económico a la variedad de especies que pueden generar ciertos productos, muchos de ellos de autoconsumo, se ha considerado definir un precio unitario por organismo, debido a que si valoramos los kilogramos producidos y su precio, estos relativamente variables tanto en su productividad como en el precio del mercado.

**Estimación económica del producto resultante del cambio de uso del suelo de las especies no maderables, en el bosque de encino (BQ).**

Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	Monto unitario (\$)	Costo de productos forestales maderables (\$)	Costo de productos forestales no maderables (\$)
CUSTF	Malva	<i>Abutilon hirtum</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 8,726.49
CUSTF	Papache	<i>Randia echynocarpa</i>	Arbol	\$ 35.00		\$ 4,027.61
CUSTF	Abutilon	<i>Abutilon incanum</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 2,013.81
CUSTF	Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 5,370.15
CUSTF	Maguey	<i>Agave spp</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 13,425.37
CUSTF	Garbanzillo	<i>Astragalus wootonii</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 671.27
CUSTF	Bromelia	<i>Bromelia karatas</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 2,685.07
CUSTF	Teposan	<i>Buddleia wrightii</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 7,383.95
CUSTF	Torote Papelillo	<i>Bursera laxiflora</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 5,370.15
CUSTF	Torote Mulato	<i>Bursera odorata</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 9,397.76
CUSTF	Torote papelillo	<i>Bursera simaruba</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 7,383.95
CUSTF	Huajilote	<i>Caesalpinea coriarea</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 2,685.07
CUSTF	Palo Zorrillo	<i>Cassia occidentalis</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 2,013.81
CUSTF	Baynoro	<i>Celtis pallida</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 2,685.07
CUSTF	Palo Barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 10,069.03
CUSTF	Palo de asta	<i>Cordia sonora</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 8,055.22
CUSTF	Palo samo	<i>Coursetia glandulosa</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 20,809.32
CUSTF	Copalquin	<i>Coutarea latiflora</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 671.27
CUSTF	Vara prieta	<i>Croton cilyndrotochya</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 2,013.81
CUSTF	Vara prieta	<i>Croton sonora</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 4,027.61
CUSTF	Huiloche	<i>Diphysa occidentalis</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 2,013.81
CUSTF	Pionilla	<i>Erythrina flabelliformis</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 1,342.54
CUSTF	Palo Dulce	<i>Eysenhartia harmanii</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 5,370.15
CUSTF	Camuchin	<i>Ficus padifolia</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 2,685.07
CUSTF	Ocotillo	<i>Fouquieria maddougali</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 4,698.88
CUSTF	Guazima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 5,370.15
CUSTF	cacachila	<i>Karwinskia humboltiana</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 4,027.61
CUSTF	Guayabillo	<i>Lysiloma watsonii</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 4,027.61
CUSTF	Amapa	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 2,685.07
CUSTF	Palo Nesco	<i>Willardia shiedeana</i>	Arbustivo	\$ 35.00		\$ 5,370.15
				<b>1,050</b>	<b>0</b>	<b>157,076.83</b>
Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	Monto unitario (\$)	Costo de productos forestales maderables (\$)	Costo de productos forestales no maderables (\$)
CUSTF	Nopal	<i>Opunta sp.</i>	Cactácea	\$ 55.00		\$ 16,877.61
CUSTF	Cardon Hecho	<i>pachocereus pecten arborigin</i>	Cactácea	\$ 55.00		\$ 13,713.06
						<b>\$ 30,590.66</b>

**"Ampliación de Tepetateras"**

Lo anterior significa que los arbustos contemplados en el área del proyecto tienen un monto de productos forestales no maderables de \$143,485.60, las cactáceas de \$67,553.20 y algunas herbáceas de \$66,254.00. En total, con base en la tabla anterior, se considera un valor de Recursos Forestales No Maderables, con un valor de **\$187,667.49 pesos M.N.**

**c) Estimación del valor económico de los recursos faunísticos**

En cuanto a los recursos biológicos forestales totales en fauna silvestre señalada para el predio sujeto a CUSTF, basado en la experiencia forestal del responsable, además de considerar los valores de cintillo de caza para aquellas especies de valor cinegético, así como costos asociados a mercado de algunas ornamentales como aves, se tienen los siguientes montos:

**Proyección económica de los recursos de fauna silvestre del proyecto**

MAMIFEROS				
Nombre común	Especie	Monto de cintillo (\$)	Otro valor	Subtotal (\$)
Coyote	<i>Canis latrans</i>	\$ 302.00		\$ 11,584.18
Rata canguro	<i>Dipodomys merriami</i>		\$ 250.00	\$ 35,161.68
Liebre antilope	<i>Lepus alleni</i>	\$ 302.00		\$ 7,722.78
Zorrillo	<i>Mephitis macroura</i>		\$ 250.00	\$ 3,196.52
Venado bura	<i>Odocoileus hemionus</i>	\$ 550.00		\$ 14,064.67
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	\$ 550.00		\$ 7,032.34
Jabalí	<i>Pecari tajacu</i>	\$ 302.00		\$ 11,584.18
Conejo del desierto	<i>Silvilagus audubonii</i>	\$ 302.00		\$ 15,445.57
				<b>\$ 105,791.92</b>
AVES				
Nombre común	Especie	Monto de cintillo (\$)	Otro valor	Subtotal (\$)
Halcón cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>		\$ 250.00	\$ 3,196.52
Matraca del desierto	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>		\$ 250.00	\$ 3,196.52
Cuervo	<i>Corvus cryptoleucus</i>		\$ 250.00	\$ 3,196.52
Cenzontle	<i>Mimus polyglottos</i>		\$ 250.00	\$ 3,196.52
Carpintero mexicano	<i>Picoides scalaris</i>		\$ 250.00	\$ 3,196.52
Chanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>		\$ 250.00	\$ 3,196.52
Cardenal norteño	<i>Cardinalis cardinalis</i>		\$ 250.00	\$ 6,393.03
Mosquero cardenal	<i>Pyrocephalus rubinus</i>		\$ 250.00	\$ 6,393.03
Tirano tropical	<i>Tyrannus crassirostris</i>		\$ 250.00	\$ 6,393.03
Aura	<i>Cathartes aura</i>		\$ 250.00	\$ 9,589.55
Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>		\$ 250.00	\$ 9,589.55
Paloma ala blanca	<i>Zenaida asiatica</i>	\$ 302.00		\$ 15,445.57
Tortola	<i>Columbina passerina</i>	\$ 302.00		\$ 19,306.96
Gorrión	<i>Passer domesticus</i>		\$ 250.00	\$ 19,179.10
Paloma huihota	<i>Zenaida macroura</i>	\$ 302.00		\$ 23,168.35
				<b>\$ 134,637.28</b>
HERPETOFAUNA				
Nombre común	Especie	Monto de cintillo (\$)	Otro valor	Subtotal (\$)
Porohui	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>		\$ 250.00	\$ 3,196.52
Culebra chirriona	<i>Masticophis flagellum</i>		\$ 250.00	\$ 3,196.52
Lagartija espinosa	<i>Sceloporus clarkii</i>		\$ 250.00	\$ 3,196.52
				<b>\$ 9,589.55</b>
				<b>\$ 250,018.75</b>

**"Ampliación de Tepetateras"**

En consecuencia, el valor resultante de la estimación económica forestal de los recursos en fauna silvestre se estima en **\$250,018.75 pesos M.N.)** como la cantidad económica perdida por los recursos biológicos en el sitio al ejecutarse el CUSTF.

**d) Estimación del valor económico de los servicios ambientales.**

El valor que aportan los recursos biológicos forestales en cuanto a los servicios ambientales, se le llama valor de uso indirecto, referido a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el ciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el autosostenimiento del sistema biológico, entre otros.

Como ecosistema, se ofrecen recursos y servicios ambientales a la sociedad. De acuerdo con Perrings et al. (1995)<sup>8</sup>, estos recursos y servicios se pueden clasificar en:

- Regulatorios (por ejemplo, control de la erosión)
- De producción (madera)
- De medio (autoconservación) y
- De información (investigación científica)

En lo referente al valor económico del servicio ambiental que prestan los predios donde se establecerá el proyecto, presentado en el capítulo IX, se estima que en este servicio ambiental se estarían perdiendo **\$4,583,313.00 pesos M.N.** , trayendo a valor presente de acuerdo a la siguiente tabla de valores obtenidos:

**Valoración económica de los servicios ambientales del predio sujeto a CUSTF**

Detalle en apartado	Servicio ambiental	Pérdida anual	Monto en la vida útil (\$)	Valor resumen del servicio
IX.2.1.	La provisión del agua en cantidad y calidad	\$ 21,097.01	\$210,970.10	Bajo
IX.2.2.	La captura de carbono, de contaminantes y de componentes naturales	Monto único al desmonte	\$ 13,175.12	Bajo
IX.2.3.	La generación de oxígeno	Monto único al desmonte	\$ 6,667.70	Bajo
IX.2.4.	El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	Monto único al desmonte	\$3,748,358.51	Bajo
IX.2.5.	La modulación o regulación climática	Valorado en IX.3.2 y IX.3.3.		Nulo
IX.2.6.	La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida	\$ 10,548.51	\$105,485.05	Bajo
IX.2.7.	La protección y recuperación de suelos	\$ 49,865.66	\$498,656.60	Bajo
IX.2.8.	El paisaje y la recreación	Valorado en IX.3.6. y nulo valor paisajístico toda vez que no es el quehacer del sitio		Nulo
			<b>\$4,583,313.09</b>	

<sup>8</sup> Perrings, C. et al. 1995. The Economic Value of Biodiversity. Chapter 12 of Global Biodiversity Assessment, Heywood V.H. Cambridge University Press.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Dentro de estos servicios ambientales quedan comprendidos los recursos físicos y biológicos del predio sujeto a CUST encaminado al nuevo uso de suelo de la construcción del proyecto el cual ocupará una superficie de 19.1791 ha que corresponden a terrenos forestales de bosque de encino.

No hay que olvidar que este monto de servicios ambientales es por toda la vida útil del proyecto, en el supuesto que no existiera recuperación de la cobertura ni la aplicación de medidas de mitigación, aspectos que sí serán aplicadas.

La elaboración de las medidas de mitigación y programas citados a lo largo del presente documento conjuntan una visión integral y multidisciplinaria la cual incluye el estudio del desarrollo de las especies de flora desde su fase inicial hasta su fase de madurez (fisiológica y reproductiva), estudios de suelo, cambios físicos, estudio de la diversidad biológica de la flora, integración de la fauna terrestre, recuperación de cuencas, control de la erosión y fertilidad del suelo, entre otros aspectos, lo que permitió elaborar un conjunto de acciones específicas que se ajustan a las necesidades del área sujeta a CUSTF para que los servicios ambientales que se ofrecen (captura de carbono, infiltración, conservación de suelo, etc) no se ven comprometidos.

En resumen, La valoración económica de los recursos biológicos forestales estimada para el área de CUSTF, equivale a **\$ 1,772,175.50 (Un millón setecientos setenta y dos mil ciento setenta y cinco pesos 50/100 M.N.)**. No es óbice mencionar que los valores si bien son subjetivos, se busca un acercamiento al valor real, apoyado en cada caso por referencias que indiquen algún parámetro para considerar en cada estimación. Lo anterior equivale a **\$92,401.39/ha (Noventa y dos mil cuatrocientos un pesos 31/100 M.N.)**.

**. Resumen de la estimación de costos biológicos forestales del predio**

Tipo	Monto (\$ M.N.)
Recurso forestal maderable	\$ 13,714.97
Recursos forestales no maderable	\$ 187,667.49
Recursos faunísticos	\$ 250,018.75
Servicios ambientales	\$ 4,583,313.09
<b>Total</b>	<b>\$ 5,034,714.30</b>
Costo /ha	\$ 262,510.46

El monto anterior resulta sin menoscabo de considerar los lineamientos de CONAFOR donde señalará el costo de compensación ambiental por las afectaciones en el ecosistema de referencia. Tomando en cuenta esta valoración, la zona del proyecto cubre 19.1791 ha naturales, dentro del ecosistema Templado, representado por el bosque de encino (BQ).

## II.2.9 Operación y mantenimiento

La finalidad de la Tepetatera es contar con un sitio adecuado para almacenar todo aquel material sin valores económicamente extraíbles, que será generado por el desarrollo las obras, así como los posibles sobrantes de cortes en accesos o plataformas en la construcción de obras superficiales.

### **"Ampliación de Tepetateras"**

La tepetatera se construirá con el mismo material inerte de extracción, mediante técnicas de vaciado muy conocidas en el ámbito minero Nacional e Internacional, empleándose maquinaria pesada, camiones y equipo basculante para conformar el depósito. Una vez que el tepetate se lleva hasta el sitio de la tepetatera por medio de los camiones y la rampa de acarreo al área de vaciado donde por gravedad y compactación debida al propio peso del material rocoso y gravoso estéril que conforma el tepetate, se deposita el material en el sitio de forma gradual, creciendo así la obra en masa, anchura, altura y volumen de tal manera que se permita proseguir con la disposición, cabe aclarar que este proceso se realizara con ángulo de reposo natural.

Los residuos generados del minado serán caracterizados para determinar las concentraciones de elementos tóxicos y el potencial de generación de drenaje ácido de roca, conforme a la Norma Oficial Mexicana, NOM-157-SEMARNAT-2009, la cual establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros, establece los procedimientos de muestreo y caracterización para el tepetate, con el propósito de promover la prevención de la generación y valorización de los residuos, así como alentar su manejo integral a través de nuevos procesos.

Las pruebas que se realizarán para determinar la peligrosidad de los residuos provenientes del Minado, serán conforme al Numeral 5.4.2.1, de la NOM-157-SEMARNAT-2009. Tomando en cuenta los resultados que se obtendrán de dichas pruebas, el promovente integrará los resultados al Plan de Manejo de Residuos Mineros, de conformidad con lo establecido en la NOM-0157-SEMARNAT-2009.

El mineral producido por la explotación minera que tenga potencial para un aprovechamiento, será almacenado en el stockpile conforme al llenado y vaciado de camiones. Todo aquel material que no sea de interés económico denominado tepetate será enviado a la tepetatera.

Conforme se haga el llenado del stockpile con el mineral, será cargado en vehículos dedicados a tal actividad como camiones de volteo, para pasar directo a la báscula ubicada hacia la salida del predio, también podrá ser enviado al área de reducción de tamaño y finalmente trasladado a la ampliación de tepetatera.

#### Mantenimiento.

Puesto que el uso constante genera un desgaste en toda la maquinaria y equipo, se requerirá realizar un programa de revisión y mantenimiento, para que con dicha actividad todo la maquinaria y equipo funcionen y trabajen en óptimas condiciones y así agilizar el desarrollo del Proyecto, dicho mantenimiento se puede clasificar en los siguientes tipos:

En lo que respecta a las actividades de mantenimiento de la maquinaria y equipos en operación, estas consisten en las tareas normales incluidas en un programa de mantenimiento típico. Existen tres tipos de mantenimiento de acuerdo a sus objetivos:

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

- **Mantenimiento preventivo**

Tiene como objetivo evitar las fallas de la maquinaria y equipos, mejorando la calidad y continuidad en su operación, y es consecuencia de las inspecciones programadas. Este deberá realizarse antes de iniciar actividades en cada uno de los turnos de trabajo.

El mantenimiento que la maquinaria recibirá en campo, consistirá básicamente en la aplicación continua de grasas a las partes mecánicas y cambios de aceite.

- **Mantenimiento correctivo**

Es el que se realiza en caso de presentarse alguna falla durante la operación. Este tipo de mantenimiento no es deseable, ya que afecta la productividad de los equipos. En caso de ser necesario dar mantenimiento a profundidad por fallas mecánicas severas, este deberá realizarse en el taller especializado descrito en el sitio de la planilla con el fin de disminuir riesgos por derrames a los suelos o de cualquier tipo.

- **Mantenimiento predictivo**

Tiene la finalidad de combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores, para lograr el mismo tiempo de operación y eliminar el trabajo innecesario. Lo cual exige mejores técnicas de inspección y medición para determinar las condiciones de los equipos, con un control más riguroso que permita la planeación correcta y efectuar las inspecciones y pruebas necesarias.

## **II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones**

Una vez concluida la vida útil del presente Proyecto, el cual por su naturaleza se sincronizará con el Proyecto "Ermitaño", la empresa desarrollará un Plan de Cierre y de Restauración del Proyecto de manera integral, en donde se llevarán a cabo programas específicos, los cuales se elaborarán de manera previa al cierre para su aplicación oportuna. Para esta etapa se estima un tiempo de 4 años para el desarrollo de las actividades.

A continuación, se describen brevemente las principales actividades que se llevarán a cabo para cumplir con los objetivos del abandono:

### Sellado de obras mineras

Una vez que se finalicen por completo las actividades se pretende el sellado permanente del acceso a la tepetatera, esto con el objetivo de prevenir problemas post cierre, para controlar y prevenir la entrada no autorizada a espacios a la población en general, por lo que se considera como una medida de seguridad eficaz.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

### Desmantelamiento de obras

Para el caso específico de la maquinaria una vez concluida la vida útil del Proyecto, esta será retirada o en el caso de ser rentada será devuelta por la promovente.

Las obras que implicaron en algún momento construcción con sellamiento de suelo, serán retiradas en su totalidad para dejar el suelo descubierto para la posterior actividad de reforestación; lo anterior en acuerdo con los posesionarios de los terrenos.

Por lo tanto, la finalidad de estas actividades, es promover el escurrimiento natural y la captación e infiltración del agua, con el fin de mitigar en lo posible los impactos ambientales causados por las actividades desarrolladas en el sitio.

Así mismo durante estas actividades y a la par de las mismas, se realizará la limpieza de áreas de forma manual y mecánica, con apoyo de brigadas y equipo, encargándose de los residuos peligrosos y no peligrosos. Todos los residuos recolectados serán manejados por empresas externas conforme a la legislación ambiental vigente. Estas actividades se realizarán bajo la supervisión de personal de la empresa promovente.

### Reforestación

Para minimizar el impacto negativo propiciado por el cambio de uso de suelo y la supresión de la cobertura vegetal en el área ocupada por el desarrollo de las obras mineras, se realizará la actividad de reforestación de las superficies desprovistas de vegetación en acuerdo con los posesionarios de los terrenos.

## **II.2.11 Programa de trabajo**

El periodo de construcción del proyecto tendrá una duración aproximada de 36 meses destinados al cambio de uso de suelo de terrenos forestales, adicionalmente, la operación de dicha infraestructura se estima de por lo menos sea de 14 años.

El proyecto se desarrollará en diferentes etapas, las cuales en orden implementación son Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento. Previamente a toda obra, el área de Ingeniería de la empresa promovente, deberá delimitar las áreas sujetas a CUSTF, apoyada por el antecedente de las áreas naturales resultante del trabajo de campo.

Por otro lado, se considera que con la aplicación puntual de las actividades de mantenimiento, mismas que deberán implementarse de manera eficiente y efectiva, se prolongará el uso de la infraestructura en operación en óptimas condiciones.

A continuación se presenta el detalle de la Tabla siguiente, integrando al Cronograma de actividades del predio sujeto a CUSTF, considerando todas las actividades contempladas en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Cronograma de actividades del predio sujeto a CUSTF.**

Actividades	Meses de ejecución del CUSTF						FASE OPERATIVA AÑO 4-AÑO 18
	1-6	7-12	13-18	19-24	25-30	31-36	
<b>ACTIVIDADES PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO</b>							
<b>Preparación del sitio</b>							
a) Delimitación del área sujeta a CUSTF							
b) Ejecución de programas previos al desmonte							
<i>Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre</i>							
<i>Programa de rescate y reubicación de flora</i>							
c) Desmonte y despalme del terreno							
d) Programa de conservación de suelo							
<b>Construcción de obras</b>							
a) Obras solicitadas en CUSTF							
Desmonte para la tepetatera							
b) Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones							
c) Métodos a emplear para prevenir la erosión y promover la infiltración							
<i>Construcción de zanjas bordo</i>							
<i>Programa de reforestación (terrazas individuales)</i>							
<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>							
Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre							
Programa de rescate y reubicación de flora							
Programa de conservación de suelo							
Construcción de zanjas bordo							
Programa de reforestación (terrazas individuales)							
<b>SUPERVISION AMBIENTAL</b>							
Generación de Procedimientos seguros de trabajo							
Recorridos en campo registrando el evento de las actividades de cambio de uso del suelo y la aplicación de las medidas de mitigación							
Bitácoras de seguimiento y registro de datos							
<b>DEPOSITO DE MATERIAL</b>							
Acarreo							
Diseño de niveles							
<b>DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD</b>							
Seguridad de pendientes							
Señalización							

/1 : En el caso de estos programas, se considera de manera extensa la supervisión y monitoreo desde que termina la actividad, hasta cinco años.

En detalle al programa de rescate de la fauna se propone desde el mes uno como una labor previa a las actividades de desmonte y despalme, sin menoscabo que durante las actividades de desmonte y despalme existirá un supervisor ambiental que, de ser el caso de encontrar algún animal en el avance de obra, podrá ser ahuyentado, rescatado y reubicado en apego al programa de protección de fauna. Paralelo al programa de rescate y reubicación de fauna silvestre, ocurre también el programa de rescate y reubicación de flora. El tiempo considerado de cuatro meses cada año de avance de obras, en los programa es debido a la superficie que será posible cubrir en ese periodo, sin menoscabo de las labores de monitoreo que serán continuadas hasta cinco años de iniciados los programas.

Por su parte, el avance de obra de desmonte y despalme irá realizándose donde se vaya liberando las acciones de rescate y reubicación de flora y de fauna. Es por ello que se propone con un mes posterior a los programas de protección, toda vez que permita liberar los terrenos que puedan ser desmontados, y esta labor de desmonte ocurrirá durante la etapa de preparación del sitio y avance constructivo, con la intención de ir desmontando conforme al avance de la obra, con el propósito de controlar los potenciales efectos erosivos, evitando que los polígonos permanezcan desmontados y ociosos.

## **II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera**

Las principales emisiones a la atmósfera serán partículas suspendidas y gases provenientes de diferentes fuentes, como se describe enseguida:

### Partículas suspendidas

Las partículas suspendidas se generarán durante las actividades de desmonte y principalmente en la fase de acarreo del material tepetate, tráfico de vehículos dentro y alrededor de la tepetatera, así como la carga y descarga de mineral y material estéril. También la acción erosiva del viento en áreas desprovistas de la vegetación será otra fuente de polvos fugitivos.

Para el control de polvo de las fuentes mencionadas se aplicarán riego de agua a presión, utilizando carro-tanques, de caminos y áreas de maniobras. El uso de sustancias paliativas para la supresión del polvo será evaluado si es necesario.

Otras fuentes de emisiones a la atmósfera serán los generadores a diésel y los vehículos.

No se presentarán descargas de agua o líquidos en ninguna fase del proceso industrial ya que sólo se contempla la ampliación de tepetatera en el presente estudio.

## **II.2.13 Residuos**

### **Tepetate**

Uno de los residuos más importantes que se generará durante la operación será el tepetate o material estéril. Dada las condiciones de almacenamiento del material estéril en los terreros, este quedará expuesto a los procesos naturales de intemperización por lo que se torna de gran importancia conocer las características geoquímicas de este material y evaluar el potencial de generar ácido y posible disolución de otros contaminantes como metales tóxicos, por la acción de la lluvia y otros procesos naturales como la oxidación.

Hasta el momento no existe evidencia que permita predecir de forma preliminar el potencial geoquímico de la roca para la producción o el consumo de ácido. Una vez que se concluya la ingeniería a detalle y de resultar condiciones distintas a lo señalado, se deberá notificar inmediatamente a la Autoridad y señalar las estrategias a seguir en su caso, para que determine lo conducente. Para un mejor control de los escurrimientos en la zona del terrero se proyecta rellenar las rutas del drenaje principal con rocas, para permitir el flujo libre de agua de lluvia por la base del terrero, y construir bordos o bermas alrededor del terrero para dirigir los escurrimientos hacia las rutas naturales de drenaje.

Los residuos generados del minado serán caracterizados para determinar las concentraciones de elementos tóxicos y el potencial de generación de drenaje ácido de roca, conforme a la Norma Oficial Mexicana, NOM-157-SEMARNAT-2009, la cual establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros, establece los procedimientos de muestreo y caracterización para el tepetate, con el propósito de promover la prevención de la generación y valorización de los residuos, así como alentar su manejo integral a través de nuevos procesos.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

Las pruebas que se realizarán para determinar la peligrosidad de los residuos provenientes del Minado, serán conforme al Numeral 5.4.2.1, de la NOM-157-SEMARNAT-2009. Tomando en cuenta los resultados que se obtendrán de dichas pruebas, el promovente integrará los resultados al Plan de Manejo de Residuos Mineros, de conformidad con lo establecido en la NOM-0157-SEMARNAT-2009.

### **Basura y residuos no-toxicos**

Desde la etapa de preparación del sitio y construcción se generará diferentes tipos de residuos no peligrosos como son los materiales de construcción (cartón, madera, plástico, tuberías, pedacería de fierro, escombros, etc.). También se generará tierra producto del descapote y nivelación del terreno. Se promoverá el re-uso de estos residuos dentro de las instalaciones mineras o por parte de los pobladores cercanos.

### **Residuos Peligrosos**

Los residuos potencialmente tóxicos o peligrosos que se espera se generen en las diferentes etapas del proceso productivo se describen enseguida. Una vez que se inicie la generación de estos residuos se realizarán las pruebas de caracterización de acuerdo a la norma NOM-053-SEMARNAT-1993, para evaluar su toxicidad y definir las prácticas adecuadas para su manejo y disposición final.

Se mantendrá una política de minimización de residuos peligrosos, fomentando la sustitución de productos que generen residuos que no se pueden reciclar o reutilizar y que tengan que enviarse a confinamientos externos. Entre las primeras acciones a realizar estará la caracterización de cada uno de los residuos para definir las prácticas de manejo, reuso o disposición final.

Se implementará un programa para minimizar los empaques y embalajes, haciendo énfasis en aquéllos que se constituyen como residuos peligrosos. Los residuos peligrosos se irán depositando en contenedores tapados y debidamente etiquetados y serán almacenados temporalmente en el almacén de residuos peligrosos que poseerá el proyecto (en el área de servicios previamente descrito) hasta su reuso o envío a disposición final a sitios autorizados.

Para los residuos no peligrosos se establecerá un programa de colección y disposición periódica, instalando recipientes adecuados para la basura en todas las áreas de trabajo. La disposición final de estos residuos se hará en el relleno sanitario de la población más cercana que se pueda gestionar la disposición.

### **III.VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO**

#### **III.1. Ordenamientos jurídicos federales**

##### **Constitucion Política de los Estados Unidos Mexicanos**

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 5 de febrero de 1917 y actualizada con las últimas reformas el 09 de agosto de 2012.

Debido a la naturaleza del Proyecto, los impactos que pudiera generar son importantes, por lo que se realizarán las acciones necesarias para la implementación de medidas de mitigación, compensación y prevención necesarias para la conservación del medio ambiente, de esta manera se cumple con lo establecido en el Artículo 4º: "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar".

A continuación se enlistan los artículos aplicables y que no contraviene el Proyecto.

Artículo 25, La ley establecerá los mecanismos que faciliten la organización y la expansión de la actividad económica del sector social: de los ejidos, organizaciones de trabajadores, cooperativas, comunidades, empresas que mayoritaria o exclusivamente a los trabajadores y en general, de todas las formas de organización social para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios. Protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, en los términos que establece esta Constitución. El Proyecto, es una fuente tanto económica como social a nivel municipal como estatal y nacional, ya que será una importante fuente para la generación de empleos y de capital, además de los beneficios económicos y sociales asociados al Proyecto.

Artículo 27.- La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

Los terrenos donde se pretenden llevar a cabo las obras del Proyecto, han sido adquiridos de conformidad con las leyes aplicables, el Promoviente cuenta con título de propiedad y contratos de ocupación debidamente inscritos; asimismo, los trabajos de construcción se realizarán con las autorizaciones, concesiones pertinentes y en la mitigación de impactos al medio ambiente derivados de las actividades que se realizarán en el proceso de construcción y operación del Proyecto.

La operación y desarrollo del proyecto cumple cabalmente con las cuatro disposiciones constitucionales que inciden directamente en su ejecución:

- a) El derecho de toda persona a contar con un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar (artículo 4).

Para cumplir con la garantía constitucional consignada por el artículo 4º constitucional, la empresa somete a evaluación del impacto ambiental el presente proyecto, a fin de que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) verifique si el mismo puede causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos por la normatividad en materia ambiental, y si ese fuera el supuesto, establezca las condiciones a que dicha operación debe sujetarse a fin evitar o reducir al mínimo sus impactos negativos sobre el ambiente.

- b) Libertad de empresa. (artículo 5)

En términos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, toda persona (física o moral) puede desarrollar el trabajo, actividad, industria y/o comercio que le acomode siempre que el mismo sea lícito. En este sentido, la actividad minera no se encuentra proscrita por la legislación aplicable, ya sea por el lugar de desarrollo o por los métodos empleados, por lo cual, y en aras de salvaguardar la citada garantía individual no sólo de la promoviente, sino de todas las personas que obtienen empleo de este giro de manera directa o indirecta, esa H. Autoridad debe de emitir la Autorización en Materia de Impacto Ambiental o su equivalente en cumplimiento de un imperativo Constitucional.

- c) El acatamiento irrestricto del papel rector del Estado para garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable (artículo 25).

Como se señaló en el inciso anterior, el proyecto se somete a la aplicación de los instrumentos y procedimientos creados por el Estado para regular el desarrollo de las actividades productivas.

De manera que a través del presente estudio, se somete a consideración de la autoridad ambiental, las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales del proyecto; con el propósito de que en su momento la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, autorice en materia de impacto ambiental su ejecución, dictado las condiciones y disposiciones necesarias para que éste se realice en concordancia con las medidas de protección y conservación del medio ambiente y en el marco de los preceptos del desarrollo sustentable.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Asimismo, en apartados anteriores se ha mencionado la contribución que el proyecto tendrá en el desarrollo de la región y sus habitantes, impulsando el crecimiento regional integral en su área de influencia. Se cumple igualmente con la normatividad establecida para garantizar el desarrollo integral y sustentable, al someterse a través de este trámite en materia de cambio de uso del suelo, a la determinación de la autoridad ambiental. Este estudio contiene, como lo señalan las disposiciones correspondientes, todos los elementos técnicos que permitirán a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales determinar confirmar su compatibilidad con los principios y criterios del desarrollo sustentable.

- d) El sometimiento al dominio patrimonial del Estado Mexicano sobre el territorio y sus recursos naturales (artículo 27).

De conformidad con los párrafos cuarto y sexto del artículo 27 constitucional, los recursos minerales del subsuelo constituyen bienes del dominio directo de la nación, con carácter inalienable e imprescriptible, por lo que su explotación por parte de particulares sólo es posible mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal. Entre dichos recursos se encuentran el oro y la plata, objeto del presente proyecto. Por lo tanto, se da cumplimiento a esta disposición constitucional en la medida en que la empresa promovente cuenta ya con el título de concesión correspondiente para la realización de dicha actividad. De la misma forma, el párrafo quinto del artículo 27 constitucional señala que las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y aprovechadas por los dueños de los terrenos donde se ubiquen, pero que si lo manda el interés público o pueden afectarse derechos de terceros, el Ejecutivo Federal puede reglamentar su extracción y aún establecer zonas de veda.

### **Convenios o tratados internacionales**

#### Acuerdo de París

El pasado 4 de noviembre de 2016 entró en vigor el DECRETO Promulgatorio del Acuerdo de París, hecho en París el doce de diciembre de dos mil quince cuya declaración interpretativa señala "Los Estados Unidos Mexicanos formulan la siguiente declaración interpretativa al ratificar el Acuerdo de París: conforme al marco jurídico nacional, y considerando la mejor y más actualizada información científica disponible e integrada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, los Estados Unidos Mexicanos entiende por emisiones de gases de efecto invernadero la "liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo en su caso compuestos de efecto invernadero, en una zona y un periodo de tiempo específicos."

Entre las partes del presente decreto se destaca que las Partes intervienen,

En su calidad de Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en adelante denominada "la Convención",

De conformidad con la Plataforma de Durban para una Acción Reforzada establecida mediante la decisión 1/CP.17 de la Conferencia de las Partes en la Convención en su 17º período de sesiones.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

Deseosas de hacer realidad el objetivo de la Convención y guiándose por sus principios, incluidos los principios de la equidad y de las responsabilidades comunes pero diferenciadas y las capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales.

Reconociendo la necesidad de una respuesta progresiva y eficaz a la amenaza apremiante del cambio climático, sobre la base de los mejores conocimientos científicos disponibles. Reconociendo también las necesidades específicas y las circunstancias especiales de las Partes que son países en desarrollo, sobre todo de las que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, como se señala en la Convención.

Teniendo plenamente en cuenta las necesidades específicas y las situaciones especiales de los países menos adelantados en lo que respecta a la financiación y la transferencia de tecnología,

Reconociendo que las Partes pueden verse afectadas no solo por el cambio climático, sino también por las repercusiones de las medidas que se adopten para hacerle frente, así mismo, poniendo de relieve la relación intrínseca que existe entre las medidas, las respuestas y las repercusiones generadas por el cambio climático y el acceso equitativo al desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza,

Teniendo presentes la prioridad fundamental de salvaguardar la seguridad alimentaria y acabar con el hambre, y la particular vulnerabilidad de los sistemas de producción de alimentos a los efectos adversos del cambio climático, además de los imperativos de una reconversión justa de la fuerza laboral y de la creación de trabajo decente y de empleos de calidad, de conformidad con las prioridades de desarrollo definidas a nivel nacional.

Reconociendo que el cambio climático es un problema de toda la humanidad y que, al adoptar medidas para hacerle frente, las Partes deberían respetar, promover y tener en cuenta sus respectivas obligaciones relativas a los derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y las personas en situaciones vulnerables y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional,

Teniendo presente la importancia de conservar y aumentar, según corresponda, los sumideros y depósitos de los gases de efecto invernadero mencionados en la Convención, observando la importancia de garantizar la integridad de todos los ecosistemas, incluidos los océanos, y la protección de la biodiversidad, reconocida por algunas culturas como la Madre Tierra, y observando también la importancia que tiene para algunos el concepto de "justicia climática", al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático y afirmando la importancia de la educación, la formación, la sensibilización y participación del público, el acceso público a la información y la cooperación a todos los niveles en los asuntos de que trata el presente Acuerdo.

Teniendo presente la importancia del compromiso de todos los niveles de gobierno y de los diversos actores, de conformidad con la legislación nacional de cada Parte, al hacer frente al cambio climático,

### **"Ampliación de Tepetateras"**

Teniendo presente también que la adopción de estilos de vida y pautas de consumo y producción sostenibles, en un proceso encabezado por las Partes que son países desarrollados, es una contribución importante a los esfuerzos por hacer frente al cambio climático. Al respecto destaca en su Artículo 2 el acuerdo como función primaria Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático;

Si bien el proyecto no contempla emisiones a la atmósfera de acuerdo a los usos y destinos señalados de obras, ni existirá la quema de productos en el área. Los cuerpos y masas forestales contribuyen al control de dicha temperatura por lo que el promovente contempla la reposición a la densidad a remover, mediante las acciones que destacan en el programa de rescate, reubicación y reforestación de la flora.

Por otra parte el Artículo 4 señala que para cumplir el objetivo a largo plazo referente a la temperatura que se establece en el artículo 2, las Partes (países que conforman el acuerdo) se proponen lograr que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo lo antes posible, teniendo presente que las Partes que son países en desarrollo tardarán más en lograrlo, y a partir de ese momento reducir rápidamente las emisiones de gases de efecto invernadero, de conformidad con la mejor información científica disponible, para alcanzar un equilibrio entre las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros en la segunda mitad del siglo, sobre la base de la equidad y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza. Ante ello, el promovente se sujetará a las disposiciones normativas y política ambiental que al respecto le aplique en este marco de competencia

#### **Leyes y sus Reglamentos (federales, estatales y municipales)**

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus Reglamentos en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental; Prevención, Control de la Contaminación de la Atmósfera, y de Áreas Naturales Protegidas

Las disposiciones de esta Ley, relativas a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, que son aplicables al proyecto, son las que se refieren a:

- La evaluación del impacto ambiental,
- El manejo de residuos peligrosos.
- La contaminación del aire.
- La contaminación del agua.
- La contaminación del suelo.
- La protección de la flora y fauna.
- Las áreas naturales protegidas.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

## **La Evaluación del impacto ambiental**

De acuerdo con el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (en lo sucesivo LGEEPA) la operación del proyecto requiere la evaluación previa del impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a fin de que esta última establezca las condiciones a que dicha operación debe sujetarse a fin de proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas y evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. En ese sentido, la fracción III del citado artículo 28 expresamente señala que la "exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear".

En consecuencia, toda vez que el proyecto constituye un proceso de explotación y beneficio de minerales y sustancias cuyo dominio inalienable e imprescriptible corresponde a la Nación en términos del artículo 27 constitucional y cuya explotación por particulares solo es legalmente posible mediante concesión, se actualiza claramente la hipótesis prevista en la fracción citada y por lo tanto la operación debe someterse al procedimiento de evaluación del impacto ambiental.

Tal obligatoriedad se confirma en la fracción III del inciso L del artículo 5° del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (en lo sucesivo REIA). Para dar cumplimiento a esta obligación se somete a consideración de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la presente manifestación de impacto ambiental.

Ahora bien, es importante destacar que la presente manifestación del impacto ambiental, también se refiere a los impactos ambientales derivados del cambio de uso de suelo de terrenos forestales a uso minero, por lo que su obligatoriedad también queda estipulada en la fracción VII del Artículo 28 de la LGEEPA.

*Vinculación.- En consecuencia, toda vez que el proyecto constituye un proceso de depósito de tepetates producto del beneficio de minerales y sustancias cuyo dominio inalienable e imprescriptible corresponde a la Nación en términos del artículo 27 constitucional y cuya explotación por particulares solo es legalmente posible mediante concesión. Tal obligatoriedad se confirma en la fracción III del inciso L del artículo 5° del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (en lo sucesivo REIA). Para dar cumplimiento a esta obligación se somete a consideración de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de cambio de uso de suelo de terrenos forestales a través de un Diagnóstico Técnico Unificado.*

De lo anterior en el Capítulo II de dicho Reglamento se tratan las obras o actividades que requieren autorización en materia de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, indicándose en el Artículo 5° que a la letra dice: "Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental":

De manera más precisa dentro del Artículo ya mencionado inciso L) Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación, y sus fracciones correspondientes:

**"Ampliación de Tepetateras"**

I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo;

*Completamente vinculante con las actividades del presente proyecto.*

La autorización en materia de cambio de uso de suelo de terrenos forestales también se encuentra vinculada con la cita del Inciso O) cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas, en su fracción I, que a letra dice:

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, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.

*Vinculación.- Para el desarrollo de las actividades del presente proyecto se considera la remoción de la vegetación, por lo cual se someterá a consideración por la SEMARNAT un Diagnóstico Técnico Unificado modalidad B.*

Sobre la Exploración y Explotación de los Recursos no Renovables, dentro del Capítulo III en el Artículo 108 de la LGEEPA se establecen los criterios de prevención y control de los efectos generados y en el Artículo 109 se indica que serán observadas las Normas Oficiales Mexicanas por los titulares de concesiones, autorizaciones y permisos, para el uso, aprovechamiento, exploración, explotación y beneficio de los recursos naturales no Renovables.

*Vinculación.- El proyecto contempla el cumplimiento de los artículos 108 y 109 de la LGEEPA, ya que se apegará a la normatividad aplicable para la prevención y control de efectos generados por la explotación de recursos no renovables.*

Por su parte, dentro del Capítulo II en los Artículos 98 y 99 se indican los criterios a seguir para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo y sus recursos, incluyendo la extracción de materias del subsuelo. Se presta especial importancia al siguiente Artículo:

**Artículo 98.** Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:

- I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;
- II. El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva;
- III. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos; etc.

Por mencionar algunos;

**"Ampliación de Tepetateras"**

*Existiendo una vinculación directa en la realización del Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales, y la generación de impactos ambientales en el sitio de interés del Proyecto, por lo cual la empresa considerara dichos criterios.*

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

*Vinculación.- Ahora bien, es importante destacar que deben ser evaluados los impactos ambientales derivados del cambio de uso de suelo de terrenos forestales a uso minero, por lo que su obligatoriedad también queda estipulada en la fracción VII del Artículo 28 de la LGEEPA.*

### **Manejo de residuos peligrosos**

La LGEEPA por su parte, establece en el segundo párrafo de su artículo 150, que para la clasificación, manejo y disposición de los residuos peligrosos, serán las normas oficiales mexicanas y el reglamento de esta ley, donde se contendrán los criterios y listados que identifiquen y clasifiquen los materiales y residuos peligrosos, regulando esta materia en su capítulo VI (artículos 150 a 153).

Por lo que toca a la responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos que se generen, señalada en el artículo 151 de la Ley, la empresa realizará el manejo de los mismos en los términos establecidos en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Es importante señalar que la mayoría de las previsiones relacionadas con el manejo y disposición final de los residuos peligrosos actualmente se encuentran contempladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de octubre de 2003 y en su respectivo reglamento, mismos que se analizarán más adelante.

*Vinculación.- Por lo que toca a la responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos que se generen, señalada en el artículo 151 de la Ley, la empresa realizará el manejo de los mismos en los términos establecidos en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.*

Es importante señalar que la mayoría de las previsiones relacionadas con el manejo y disposición final de los residuos peligrosos actualmente se encuentran contempladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de octubre de 2003 y en su respectivo reglamento, mismos que se analizarán más adelante.

Con fundamento en la LGEEPA, en su Capítulo VI "Materiales y Residuos Peligrosos" establece los siguientes artículos los cuales mantienen una vinculación directa con el proyecto, como se establece a continuación:

**"Ampliación de Tepetateras"**

Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.

*Vinculación.- Existe una vinculación directa en el presente Proyecto dado que, en el momento del desarrollo de las etapas previstas, se prevé la generación de residuos peligrosos, para los cuales se realizará el manejo integral de conformidad con dicha legislación, así como con el Reglamento de la citada Ley.*

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

*Vinculación.- En cualquiera de las etapas que se encuentre el desarrollo, se pretende el manejo del suelo contaminado por residuos peligrosos, este será recolectado y almacenado, para posteriormente ser manejado como un residuo peligroso, mismo que se dispondrá con una empresa autorizada por la SEMARNAT para su neutralización.*

En el Proyecto se tendrá generación de residuos peligrosos en las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento, principalmente, provenientes de las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipos de acarreo y vehículos, residuos consistentes en materiales impregnados de lubricantes y combustibles, los cuales se dispondrán mediante los procedimientos y medidas de control y disposición en un almacén de paso para los residuos peligrosos el cual será construido bajo las especificaciones de la Normas Oficiales, la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como sus respectivos Reglamentos.

### **Contaminación del Aire**

Siendo el proyecto minero-metalúrgico una fuente generadora de emisiones al aire de jurisdicción federal, en los términos de los artículos 111 bis de la LGEEPA y 17 bis inciso D) fracciones II y VII de su reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, deben contar con una autorización que les permita la generación de las emisiones a la atmósfera dentro de los límites máximos permisibles. De manera particular, se dará cumplimiento a la obligación de dar cumplimiento a la NOM-043-SEMARNAT-1993, establece los límites mencionados, para lo cual, se han ido implementando programas y medidas pertinentes para dar cabal cumplimiento a la condicionante.

*Vinculación.- La empresa no pretende realizar la actividad de beneficio de minerales para su proyecto de ampliación de tepetateras, por lo anterior se considera que estos criterios no son vinculantes con el presente proyecto.*

**"Ampliación de Tepetateras"**

### **Contaminación del Agua**

Respecto de la contaminación del agua, la LGEEPA señala que para evitar la contaminación de las aguas, las descargas de aguas residuales están sujetas a regulación. Por ello, en el artículo 121 de la LGEEPA se establece que no pueden descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.

Cabe señalar que la obtención de dicho permiso está regulada por la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, ordenamientos que serán analizados más adelante.

De igual forma, esta Ley determina en el artículo 119 que la SEMARNAT expedirá las normas oficiales mexicanas que se requieran para prevenir y controlar la contaminación de las aguas nacionales, conforme a lo dispuesto en esta Ley, en la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y las demás disposiciones que resulten aplicables. En ese sentido, la operación del proyecto minero puede requerir la obtención de un permiso de descarga, mismo que será tramitado ante la Comisión Nacional del Agua, autoridad en la materia en caso de ser necesario, sin embargo, respecto a las aguas sanitarias en la etapa constructiva se dispondrá de baños portátiles, y en la operativa, de un sistema de tratamiento que permita disponer el agua en riego de áreas verdes del proyecto, en cuyo caso se hará la gestión anteriormente señalada ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

### **Contaminación del Suelo**

En cuanto hace a la contaminación del suelo, el artículo 99 de la LGEEPA prevé que las actividades de beneficio y aprovechamiento de sustancias minerales, como las que desarrollan el proyecto minero, deberán considerar los criterios para el aprovechamiento sustentable del suelo, tales como incluir, en la realización de obras que puedan provocar el deterioro severo de los suelos, acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural. Se dará cumplimiento a esto, toda vez que al término de las actividades productivas del proyecto se implementará un programa de recuperación de suelos.

Respecto de la prevención y control de la contaminación del suelo, en aplicación a los criterios previstos por el artículo 134 de la LGEEPA, la operación del proyecto minero incluirá el manejo de los residuos peligrosos generados, en los términos determinados por la propia LGEEPA y la LGPGIR, y las normas oficiales mexicanas correspondientes.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

## **Protección de la Flora y la Fauna**

No obstante que la regulación de la flora y fauna silvestres se encuentra en la Ley General de Vida Silvestre, el artículo 79 de la LGEEPA señala algunos criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable de la misma. Este ordenamiento también establece la facultad de la SEMARNAT para expedir normas oficiales mexicanas para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre y otros recursos biológicos, así como para el establecimiento de medidas de regulación o restricción, en forma total o parcial, a la exportación o importación de especímenes de la flora y fauna silvestres e impondrá las restricciones necesarias para la circulación o tránsito por el territorio nacional de especies de la flora y fauna silvestres procedentes del y destinadas al extranjero.

## **H. Áreas Naturales Protegidas**

Como ya se señaló anteriormente, el sitio donde se desarrolla el proyecto minero no se encuentra dentro alguna área natural protegida de competencia federal o estatal. Los reglamentos de la LGEEPA que regulan las actividades de este proyecto son:

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

El Artículo 5 inciso L) de este reglamento, establece el tipo de obras de exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación, que están sujetas a la autorización en materia de impacto ambiental. El proyecto cae dentro de las obras reguladas en esta materia. Los procedimientos a seguir de este proyecto se definen en los Artículos 9, 10, 12, 14, 17 y 18 del citado reglamento.

### Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

Las disposiciones de este reglamento que aplican al proyecto minero son las relacionadas con el cumplimiento de las normas de emisión a la atmósfera o con los niveles máximos permisibles que se establezcan para sus emisiones (Art. 16). También se establece en este reglamento la obligación de obtener una Licencia de Funcionamiento (Art. 18, 19 y 20) al inicio de operaciones y mantenerla actualizada a través de la Cédula de Operación que se debe presentar anualmente a más tardar en el mes de abril (Art. 21).

### ***Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento***

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos se publicó el 8 de octubre de 2003 en el Diario Oficial de la Federación, es reglamentaria de las disposiciones constitucionales relativas a la protección del ambiente en materia de gestión de residuos y tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a gozar de un medio ambiente adecuado; como propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, los residuos sólidos urbanos y los de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios y realizar su remediación.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Este ordenamiento se complementa con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicado el 30 de noviembre de 2006 abrogó el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos, que había regido desde noviembre de 1988.

De manera directa con el proyecto minero se destaca que este ordenamiento establece la clasificación de los residuos en peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías. En lo relativo al manejo de los diferentes residuos que regula, la Ley, en los artículos 40, 41 y 42, establece algunas condicionantes para el manejo de los residuos peligrosos al interior de la empresa, tales como su identificación, caracterización, lo cual deberá ocurrir de conformidad con la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.

En este caso es importante destacar que:

- a) El manejo de los residuos sólidos no peligrosos se realizará de acuerdo con un programa que incluya la separación de residuos orgánicos, reciclables y no reciclables.
- b) Se contará con el almacén de residuos peligrosos con las medidas de control y precaución correspondientes.
- c) El manejo de los residuos peligrosos estará a cargo del departamento de mantenimiento de la mina en coordinación con el de seguridad e higiene, aplicando medidas tendientes a minimizar la generación de residuos peligrosos para reducir el volumen de éstos que serían enviados a un sitio autorizado de disposición final.

Lo anterior se reflejará en el plan de manejo que debe elaborarse de conformidad con lo previsto por el artículo 31 de la LGPGIR que establece como obligación del generador de residuos contar con un plan de manejo de residuos peligrosos.

Es relevante destacar que el artículo 32 de la Ley señala que los elementos y procedimientos que se deben considerar en la formulación de los planes de manejo, se especificarán en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes; de ahí que hay que considerar que con fecha 30 de agosto de 2011 fue publicada la norma oficial mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009 que establece los lineamientos para la elaboración de planes de manejo de residuos mineros.

En cuanto al manejo fuera de las instalaciones del Proyecto, se contratará a una empresa debidamente autorizada no solo en los términos de la LGEEPA y la LGPGIR, sino también del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, la cual se encarga del traslado de estos residuos hasta el sitio de disposición final.

Reglamento de la LGPGIR. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre del 2006.

Las disposiciones a considerar de este instrumento son las siguientes:

- Arts. 16,17 y 20. Tratan sobre las modalidades de los planes de manejo de residuos y generalidades.
- Arts. 24,25 y 26. Sobre el procedimiento para el registro e incorporación de los planes de manejo de residuos.

### "Ampliación de Tepetateras"

- Arts. Del 35 al 41. Tratan sobre los requerimientos de identificación de los residuos peligrosos.
- Arts. Del 42 al 47. Establecen las categorías de generadores de residuos peligrosos y los procedimientos para su registro.
- Arts. Del 48 al 53. Establecen los requisitos para la solicitud de autorización para la utilización de residuos peligrosos en procesos productivos.
- Arts. 58 y 59. Establecen el tiempo de vigencia de la autorización.
- Art. 60. Trata de los requerimientos para solicitar la modificación de la autorización
- Art. 65. Establece los tiempos para solicitar prórroga para almacenamiento de residuos peligrosos
- Art. 68. Trata de los requerimientos para dar aviso de suspensión de generación de residuos peligrosos y/o cierre de las instalaciones
- Art. 71. Establece los datos que deben contener las bitácoras
- Arts. Del 72 al 77. Tratan de los informes que los grandes y pequeños generadores deberán entregar a la Secretaría.
- Arts. 82, 83 y 84. Establecen las condiciones de áreas de almacenamiento de residuos peligrosos, así como los criterios de operación en el manejo integral de los residuos.
- Arts. 87, 88 y 89. Tratan de la reutilización, reciclaje y co-procesamiento de los residuos peligrosos.
- Arts. Del 126 al 153. Tratan de la remediación de sitios contaminados, disposiciones generales, programas de remediación, procedimiento de remediación y declaratorias de remediación.

#### Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento

El objeto de la Ley es regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Es preciso aclarar que el proyecto no realiza aprovechamiento forestal alguno en los términos de la propia Ley que se comenta, pues éste es definido en el artículo 7 fracción I como la extracción realizada en los términos de esta Ley, de los recursos forestales del medio en que se encuentren, incluyendo los maderables y los no maderables, por lo que no se requiere entonces la obtención de permiso alguno relacionado con este texto legal. No obstante, esta Ley tiene aplicación al proyecto minero en lo que respecta al aprovechamiento de recursos forestales, si lo tiene en lo que respecta al cambio de uso de suelo de terrenos forestales, puesto que para su desarrollo, es necesario hacer la remoción total de vegetación forestal. De ahí que además de la solicitud de autorización de impacto ambiental que se somete a la SEMARNAT a través del presente estudio, paralelamente se realiza la presente solicitud de autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, mediante la presentación de un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en los términos previstos en los artículos 117 y 118 de dicho ordenamiento.

*Vinculación.- La LGDFS se considera vinculante con el presente Proyecto, ya que deberá solicitar autorización por cambio de uso de suelo de terrenos forestales derivado a la remoción de vegetación de tipo forestal que se realizará para efecto del desarrollo del Proyecto.*

**"Ampliación de Tepetateras"**

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicado el 21 de febrero de 2005 en el Diario Oficial de la Federación.

Los artículos de este reglamento que aplican al proyecto minero son el 120 y 121 que establecen los requisitos y tipo de información para elaborar el estudio técnico justificativo para solicitar el cambio de utilización de terrenos forestales.

Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento

Con respecto a la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, es de mencionar que el objeto del proyecto no está relacionado con su aprovechamiento, sea éste extractivo o no extractivo, en los términos en que define al concepto el artículo 3° de esta Ley. No obstante, las actividades inherentes al proyecto pueden tener impactos en la vida silvestre que se encuentra en el sitio donde este se desarrollará, se gestionará la obtención de las autorizaciones necesarias para el movimiento y traslado de los ejemplares que pudieran ser afectados. En ese sentido el desarrollo del proyecto minero-metalúrgico, atiende expresamente lo previsto por el artículo 4° de esta Ley en su primer párrafo que establece el deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Por ello, se implementarán las medidas necesarias para que durante el desarrollo del proyecto minero se cumpla con la obligación de conservar la vida silvestre, por lo que se ha generado información para conocer la diversidad biológica existente en el predio donde se llevará a cabo y se implementarán las medidas para mitigar los efectos negativos de la ejecución del proyecto en la integridad de las especies y sus poblaciones, incluidas aquéllas que se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en alguna categoría de protección especial, estableciéndose en el capítulo correspondiente del presente documento las medidas que son necesarias para mitigar esos posibles impactos que el proyecto minero pudiera generar.

El manejo de los individuos de especies de flora se manejará conforme al Programa de Rescate, garantizando su conservación. No se prevé afectación adicional a superficies con presencia de elementos naturales catalogados.

*Vinculación.- Por ello, se implementarán las medidas necesarias para que durante el desarrollo del proyecto minero se cumpla con la obligación de conservar la vida silvestre, por lo que se ha generado información para conocer la diversidad biológica existente en el predio donde se llevará a cabo y se implementarán las medidas para mitigar los efectos negativos de la ejecución del proyecto en la integridad de las especies y sus poblaciones, incluidas aquéllas que se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en alguna categoría de protección especial, estableciéndose en el capítulo correspondiente del presente documento las medidas que son necesarias para mitigar esos posibles impactos que el proyecto minero pudiera generar. Resulta necesario señalar en este apartado que la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene un doble objetivo:*

- Identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana mediante la integración de las listas correspondientes y,
- Establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

De esta forma, esta Norma Oficial Mexicana no se ocupa de establecer criterios para la protección de las especies en cuestión, sino únicamente de su clasificación. Más aún, el numeral 2 de esta norma que se refiere su ámbito de aplicación, señala que es obligatoria para "las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional, establecidas por esta norma." Por lo tanto, esta norma no establece ninguna regulación en materia de protección de las especies a que se refiere, sino que simplemente señala los criterios que norman la inclusión o exclusión de dichas especies dentro de cada una de las categorías que determina y con ello establece una base conceptual necesaria para que regulaciones posteriores se ocupen del tema, pero hasta ahora no existe ninguna disposición jurídica que prohíba la realización de actividades productivas en donde se localicen especies bajo los estatus de en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial.

***Ley de Aguas Nacionales.***

La Ley de Aguas Nacionales es reglamentaria del artículo 27 Constitucional en materia de aguas nacionales y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento del agua, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr un desarrollo integral sustentable. En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 27 Constitucional y del artículo 18 de la Ley de Aguas Nacionales, la empresa, tramitará un título de concesión para uso y aprovechamiento de agua subterránea, ante la Comisión Nacional del Agua, la cual soportará el volumen total anual requerido para el proyecto. Asimismo en los términos de los artículos 21 y 44 de la Ley de Aguas Nacionales, que establecen la obligación de contar con un permiso de descarga para la realización de esta actividad en cuerpos de agua nacional o infiltración al subsuelo de las aguas residuales, se cuenta tramitará el permiso para la instalación de fosas sépticas, que en su caso funcionará como método de tratamiento de las aguas previo a su infiltración.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de enero de 1994 y el Decreto por el que se reforma el reglamento publicado el 4 de diciembre de 1997.

Los artículos más relevantes que pueden aplicar al proyecto son:

- Art. 29, sobre las solicitudes de concesión.
- Art. 30, 31, 133, 135 y 176, se refieren a la prevención, control y permiso para descargar aguas residuales, realización de obras de aprovechamiento de agua y explotación o uso de cauces, vasos o zonas federales.
- Art. 52, requiere el establecimiento de sistemas de medición del volumen de agua
- Art. 124, establece disposiciones para el aprovechamiento de aguas provenientes del laboreo de las minas así como de las aguas superficiales comprendidas dentro del lote que ampare la concesión minera.
- Art. 149. Sobre la obligación de dar aviso de descargas fortuitas.
- Art. 151. Prohíbe la disposición de todo tipo de residuos en cuerpos receptores y zonas federales.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

### Ley Minera y su Reglamento

La Ley Minera, reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia de minería, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de junio de 1992 y de manera específica contiene las regulaciones para el desarrollo de las actividades de exploración, explotación y beneficio de diversos minerales.

Asimismo, establece el procedimiento para la obtención de una concesión que permita el aprovechamiento de los recursos reservados a la federación y las obligaciones que derivan de la obtención de dichas concesiones. Para ello, los artículos 19 y 27 de la Ley Minera prevé, entre otras cosas como derechos obligaciones:

- a) Realizar las obras y trabajos, sean de exploración o explotación, dentro de los lotes mineros que son amparados por la concesión.
- b) Disponer de los productos minerales que se obtengan en los lotes mineros, con motivo de las obras y trabajos que se desarrollen durante la vigencia de la concesión.
- c) Obtener la expropiación, ocupación temporal o constitución de los terrenos indispensables para realizar las obras y trabajos de exploración, explotación, beneficio y el depósito de terreros, jales, escorias y graseros.
- d) Aprovechar las aguas provenientes del laboreo de las minas para la exploración o explotación y beneficio de los minerales, así como su uso doméstico por el personal de las unidades mineras.
- e) Obtener preferentemente la concesión sobre las aguas de las minas para cualquier uso diferente a los anteriores.
- f) Ejecutar y comprobar las obras y trabajos previstos.
- g) Pagar los derechos sobre minería que establece la Ley.
- h) Sujetarse a las disposiciones generales y a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables a la industria minera en materia de seguridad de minas y del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Todas estas obligaciones son cumplidas por el presente proyecto, pues como se ha referido anteriormente, cuenta con los derechos de los títulos de concesión expedidos por la autoridad competente, y durante la explotación de dichas concesiones se atenderá a las Normas Oficiales Mexicanas particulares del sector y se sujetará a la regulación y las disposiciones de la legislación, reglamentación y normatividad en materia ambiental.

## **III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)**

### **III.2.1. Ordenamiento General del Territorio**

Este capítulo tiene como objetivo analizar y vincular las políticas públicas contenidas en los Planes o Programas de Ordenamiento Ecológico que regulen el uso del suelo y que permiten o no el cambio de uso de suelo forestal.

**"Ampliación de Tepetateras"**

El Ordenamiento Ecológico, de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, es un instrumento de política ambiental dirigido a regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (LGEEPA, Artículo 3. Fracc. XXIII, 1988). Bajo este contexto, existe vigente el Decreto de ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) (Diario Oficial de la Federación del 7 de Septiembre de 2012) de jurisdicción federal.

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, siendo de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales. 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.

En principio es importante destacar que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define cuatro modalidades de programas de ordenamiento ecológico, la primera que establece la fracción I del artículo 19BIS de dicho instrumento es la General y el alcance que tiene dicha modalidad "General", define su aplicación como instrumento vinculante. De acuerdo a lo anterior, es preciso considerar que el artículo 20 del instrumento antes citado establece que *"El programa de ordenamiento ecológico general del territorio será formulado por la Secretaría (se entiende que la SEMARNAT) en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática..."*, en consecuencias importante analizar lo que significa y el alcance que tiene formular un instrumento en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática; al respecto el artículo 12 del capítulo segundo de la Ley de Planeación dispone que "Los aspectos de la Planeación Nacional del Desarrollo que correspondan a las dependencias de la Administración Pública Federal, se llevarán a cabo en los términos de esta Ley, mediante el Sistema Nacional de Planeación Democrática (SNPD)".

Tal alcance, en los términos antes transcritos, implica que la SEMARNAT, al formular, expedir, ejecutar y evaluar el POEGT en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, lo está haciendo en concordancia con las disposiciones de la Ley de Planeación, y que este instrumento, que es de orden público e interés social y cuyo objeto es establecer las normas y principios básicos conforme a los cuales se llevará a cabo la Planeación Nacional del Desarrollo, encauza las actividades de la Administración Pública Federal; en este sentido, es importante destacar este alcance porque claramente lo dirige hacia las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, no hacia los gobernados. En línea con dicha disposición, el artículo 34 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico dispone que las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el programa de ordenamiento ecológico general del territorio en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública, ello es así dada la escala cartográfica en la que se basan las proyecciones del POEGT.

### "Ampliación de Tepetateras"

En consecuencia en la introducción del documento del POEGT se establece que, entre otros objetivos, este instrumento: *"promoverá las medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales, causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la administración pública federal (APF)".* En el quinto párrafo de la introducción, el documento cita: *"El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los actores de la APF –a quienes esta dirigido este programa- que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional".* Por último, en el penúltimo párrafo de la introducción, el documento describe: *"Especialmente, el POEGT actúa sobre todo el territorio nacional en su porción terrestre; administrativamente, facilita la toma de decisiones de los actores de la APF, al orientar la planeación y la ejecución de políticas públicas..."*.

Consecuente con lo anterior, el POEGT tiene como objetivo encauzar las actividades de la Administración Pública Federal, a través de la fracción I, Art. 1º de la Ley de Planeación. La fracción II del artículo 1º de la misma Ley, acota su alcance a establecer las bases de integración y funcionamiento del sistema Nacional de Planeación Democrática; por ello, el artículo 20 de la LGEEPA restringe la formulación del POEGT a los alcances y consideraciones del SNPD, entendiéndose por tal sistema a aquél que define la propia Ley para encauzar las actividades de la Administración Pública Federal. Cabe citar también que la propia Ley de Planeación, en la fracción III de su artículo 1º dispone que dicho instrumento establecerá las bases para que el Ejecutivo Federal coordine sus actividades de planeación con las entidades federativas, conforme a la legislación aplicable y para establecer las bases para que las acciones de los particulares contribuyan a alcanzar los objetivos y prioridades del plan y los programas.

De conformidad con lo antes dispuesto, el POEGT publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre del 2012, establece en los Acuerdos segundo y tercero que: "En términos del artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del territorio 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" (el subrayado es nuestro) y que "De conformidad con el artículo 34 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico, las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obras públicas".

Así pues, la formulación, ejecución, y evaluación del POEGT es competencia única y exclusiva de la Administración Pública y no de los gobernados, esto es, no hay disposición jurídica que fundamente la aplicación de los alcances de este instrumento a actores diferentes a los de la APF, a estos (las Dependencias y Entidades de la APF) les compete contribuir a alcanzar los objetivos y prioridades de dicho POEGT a través de las bases que al efecto establezca la autoridad (SEMARNAT), las cuales se concretan en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regional y en los Programas de Ordenamiento Ecológico local, estos últimos, por definición de Ley, de carácter jurídicamente vinculante con las acciones y proyectos que promuevan los particulares.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Para concretar lo antes expuesto, la propia SEMARNAT define que el POEGT tiene como objetivo fundamental, vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal cuyas actividades inciden en el patrón de ocupación del territorio.

En este sentido, se presenta un análisis de las coincidencias de los objetivos del proyecto con las estrategias asignadas a la REGIÓN ECOLÓGICA: 15.17; la cual se compone de dos Unidades Ambientales Biofísicas: UAB No. 107. Pie de la Sierra Sonorense y UAB No. 60. Escarpa Limítrofe del Sur.



**Localización de la Unidad ambiental biofísica No. 107 donde se ubica el proyecto.**

**Región ecológica 15.17, Unidad Ambiental Biofísica 107.**

Denominada "Pie de la Sierra Sonorense", esta UAB se localiza en el sur del Estado de Sinaloa, y abarca una superficie de 10,489.87 km<sup>2</sup>, la cual se encuentra habitada por una población de 58,663 habitantes.

Está regida por la política ambiental denominada "Aprovechamiento sustentable y Restauración", en la cual, la actividad forestal es el sector rector del desarrollo con prioridad de atención media, en relación a su situación ambiental ésta se considera de medianamente estable a inestable.

El escenario actual y proyectado para la UAB No. 107 resulta de la siguiente manera:

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Estado actual del ambiente y escenario proyectado de la UAB No.107.**

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	Inestable. Conflicto Sectorial Nulo. Muy baja superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Media degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Media. Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> ): Muy baja. El uso de suelo es Forestal, Agrícola y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 3. 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. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	Inestable a crítico

A continuación se presenta la ficha técnica de la política ambiental diseñada para la UAB No.107:

**Política ambiental de la UAB No.107 Pie de la Sierra Sonorense**

Clave región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Estrategias
15.17	107	Pie de la Sierra Sonorense	Forestal	Minería, Preservación Flora y Fauna	Agricultura y ganadería	Poblacional, Turismo Pueblos indígenas	Aprovechamiento Sustentable y Restauración	Media	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8, 12, 13, 14, 15,15BIS, 21, 22,23, 24, 25, 26,27, 28, 29, 33,34, 35, 36, 37,38, 40, 41, 42,43, 44

Derivado de lo anterior, y como se mencionó en párrafos precedentes se identifica que las políticas que rigen el proyecto son "Aprovechamiento Sustentable y Restauración", las cuales son claramente impulsoras del desarrollo de proyectos como el que en este acto se somete a evaluación.

Los lineamientos y estrategias sectoriales identificadas para la UAB 107. Pie de la Sierra Sonorense, se presentan a continuación:

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Lineamientos ecológicos y estrategias sectoriales de la UAB 107.**

<b>Lineamientos ecológicos y estrategias sectoriales</b>	
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>	
A) Preservación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.</li> <li>2. Recuperación de especies en riesgo.</li> <li>3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</li> </ol>
B) Aprovechamiento sustentable	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</li> <li>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</li> <li>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</li> <li>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</li> <li>8. Valoración de los servicios ambientales.</li> </ol>
C) Protección de los recursos naturales	<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Protección de los ecosistemas.</li> <li>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</li> </ol>
D) Restauración	<ol style="list-style-type: none"> <li>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</li> </ol>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<ol style="list-style-type: none"> <li>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</li> <li>15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</li> <li>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</li> <li>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</li> <li>23. Sustener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).</li> </ol>
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>	
A) Suelo Urbano y Vivienda.	<ol style="list-style-type: none"> <li>24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</li> </ol>
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	<ol style="list-style-type: none"> <li>25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.</li> <li>26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.</li> </ol>
C) Agua y Saneamiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.</li> <li>28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.</li> <li>29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.</li> </ol>
E) Desarrollo Social	<ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.</li> <li>35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.</li> <li>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.</li> <li>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</li> <li>38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.</li> <li>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.</li> <li>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</li> </ol>

**"Ampliación de Tepetateras"**

<b>Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>	
A) Marco Jurídico	<b>42.</b> Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	<b>43.</b> Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. <b>44.</b> 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.

Ahora bien, se presenta el análisis de vinculación del proyecto con las estrategias aplicables a la UAB 107:

**Vinculación del proyecto y las estrategias del POEGT.**

<b>Estrategia</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	Asegurar los cuatro criterios de excepción, como los asegura el proyecto, contribuirá a que el POEGT concrete esta estrategia en el ámbito geográfico que conforma el área de CUSTF.
2. Recuperación de especies en riesgo.	No corresponde al gobernado su ejecución, esta deriva de la acción de la autoridad gubernamental a través de programas específicos para especies particulares. Sin embargo, Se implementará un Programa de rescate para las especies con algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se sustenta en la caracterización realizada en los trabajos de campo y en aquellos que se realicen durante la preparación del sitio y construcción.
3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	No corresponde al gobernado su ejecución. La escala y los alcances de esta estrategia solo pueden conseguirse a través de la implementación de políticas públicas y corresponde al Estado su ejecución.
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No corresponde al gobernado su ejecución. El proyecto no pretende realizar ningún tipo de aprovechamiento de recursos naturales.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El proyecto no tiene contemplado un aprovechamiento de este tipo de suelos.
7: Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto no tiene contemplado un aprovechamiento de recursos forestales.
8: Valoración de los servicios ambientales.	En el ETJ se realiza una valoración de los servicios ambientales que se verán comprometidos.
12. Protección de los ecosistemas.	La acción de protección es un atributo que deriva de un acto de autoridad. El proyecto contribuirá a dicha estrategia con las acciones descritas en los capítulos VII, VIII y IX del ETJ y de la información complementaria correspondiente.
14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No corresponde al gobernado su ejecución, ello derivado de que el proyecto no pretende degradar a este tipo de ecosistemas, sino por el contrario, pretende no incidir en la degradación de los mismos
24: Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	No corresponde al gobernado su ejecución
25: Prevenir, mitigar y atender los riesgos naturales y antrópicos en acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno de manera corresponsable con la sociedad civil.	No corresponde al gobernado su ejecución, sin embargo, se instrumentaran Programas de Capacitación y Prevención de Riesgos al igual que los dispositivos de seguridad más modernos y eficaces.

**"Ampliación de Tepetateras"**

26: Promover el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático, mediante la reducción de la vulnerabilidad física y social y la articulación, instrumentación y evaluación de políticas públicas, entre otras.	No corresponde al gobernado su ejecución, sin embargo, la operación de este proyecto servirá para reducir las emisiones de efecto invernadero que causan el fenómeno del cambio climático.
27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	No corresponde al gobernado su ejecución
28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	No corresponde al gobernado su ejecución
29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No corresponde al gobernado su ejecución
37: Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No corresponde al gobernado su ejecución
42: Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No corresponde al gobernado su ejecución
44: Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	No corresponde al gobernado su ejecución

A la luz de las consideraciones realizadas en este apartado, es claro que el proyecto se encuentra alineado con las políticas y estrategias del POEGT ya que no tienen vinculación jurídicamente exigible.

### III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sinaloa

En jurisdicción estatal, no existe para el Estado de Sinaloa un Ordenamiento territorial elaborado y publicado en el DOF a la fecha de la realización de este estudio.

Relativo al Ordenamiento Ecológico Costero del estado de Sinaloa, el área de aplicación de este instrumento de planeación es la comprendida en la franja continental que va de 0 a 100 metros sobre el nivel del mar (m snm), dentro de los 656 Km de litoral; se han definido un total de 134 Unidades de Gestión Ambiental. El municipio de Choix es ajeno al ámbito de aplicación de este instrumento de planeación, lo que en consecuencia determina la inaplicabilidad para el proyecto.

### III.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial municipal.

No existe para el municipio Choix, Sinaloa un Ordenamiento territorial elaborado y publicado en el DOF a la fecha de la realización de este estudio.

### III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

#### III.3.1. Areas Naturales Protegidas

El proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna área natural protegida con decreto y de cualquier región prioritaria en conservación por lo que el proyecto no limita ni condiciona las políticas de regulación y control encaminadas al desarrollo de dichas áreas de biodiversidad regional.

En términos de diversidad biológica, el proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna área natural protegida con decreto por lo que el proyecto no limita ni condiciona las políticas de regulación y control encaminadas al desarrollo de dichas áreas de biodiversidad regional. A continuación se muestra la tabla resumen de las distancias de interés a las regiones de conservación.

Ubicación del proyecto respecto a las áreas de conservación y planeación

Áreas de conservación	Distancia más cercana (km)
Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal.	32.3 km al Norte
Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal.	149.5 km al Sur
Regiones Hidrológicas Prioritarias	1.8 km al Norte
Regiones Terrestres Prioritarias	18.5 km al Sur
Regiones marinas prioritarias	113 km al Oeste
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).	3.5 km al Este

#### Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal.

El proyecto queda totalmente fuera de alguna Área Natural Protegida de competencia federal. La ANP más cercana es la zona de Refugio de alamos-Cichujaqui, la cual está a más de 32.3 Km en línea recta rumbo Norte del área del proyecto, por lo que el proyecto no interferirá en ninguna forma con las políticas y planes de la misma. El proyecto no tiene relación alguna con dicha Reserva.

**"Ampliación de Tepetateras"**

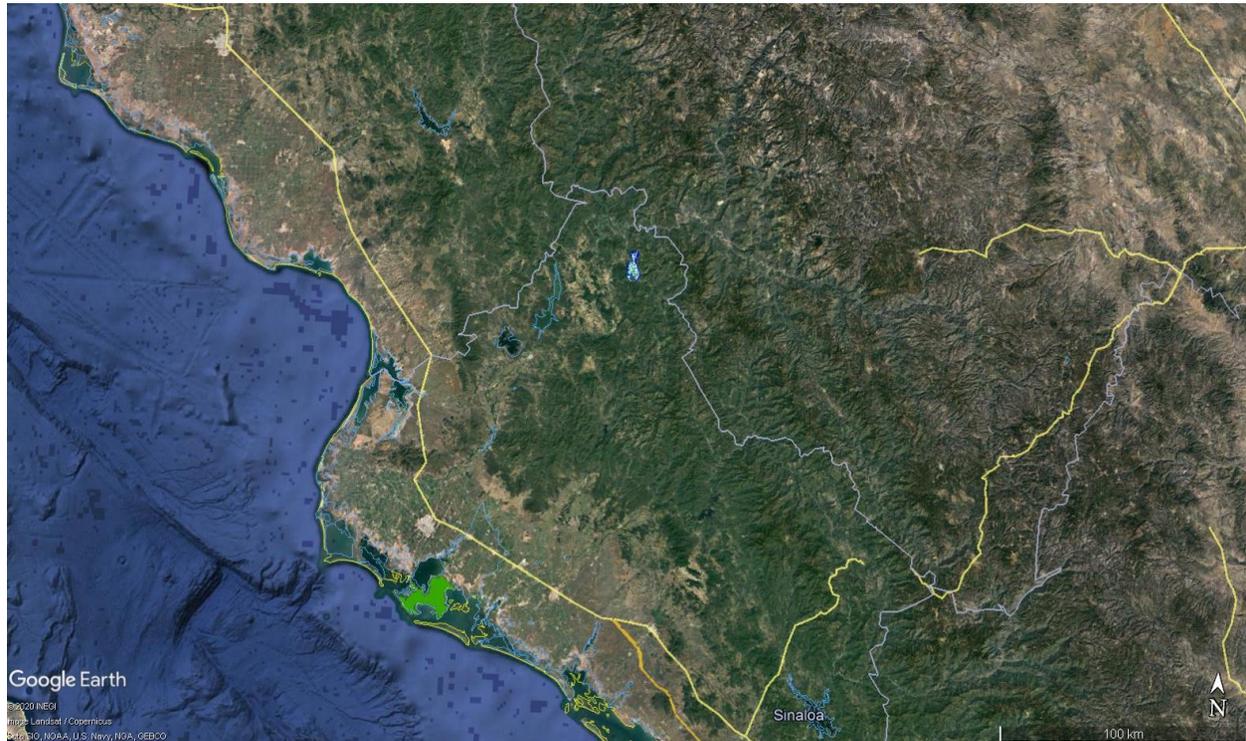


**Ubicación del proyecto y áreas naturales protegidas de competencia federal.**

**Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal.**

El proyecto queda totalmente fuera de alguna Área Natural protegida de jurisdicción Estatal decretada. La Reserva estatal más cercana se localiza a poco más de 149.5 km al suroeste, en Los Mochis Sinaloa, llamado ZSCE Navachiste.

**"Ampliación de Tepetateras"**



**Ubicación del proyecto y áreas naturales de competencia estatal.**

### III.3.2. Otros instrumentos existentes

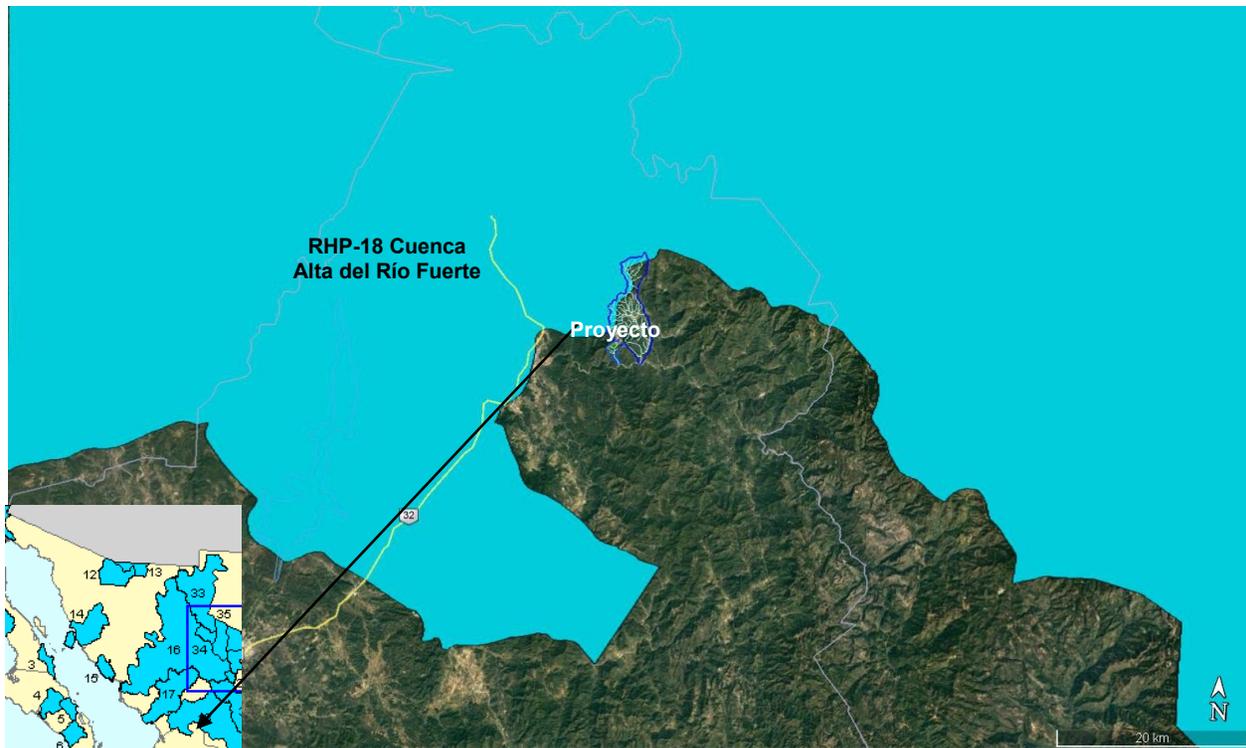
#### Regiones Hidrológicas Prioritarias

En mayo de 1998, la Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO) inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. En el país se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación, algunas areas presentan ambos usos; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. "Aguas continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Bajo este contexto, el proyecto queda totalmente fuera de alguna región Hidrológica Prioritaria. La RHP más cercana es la No.18 llamada Cuenca Alta del Río Fuerte localizada cercano a 1.8 km al Norte del área de estudio. El proyecto no interferirá con dicha región. Esta región hidrológica tiene una amplia cobertura ya que se comprende un área del Estado de Chihuahua y el extremo del Mpio. de Choix y el Fuerte, como se observa en el mapa siguiente:



**Localización del proyecto y las regiones hidrológicas prioritarias en el Noroeste de México.**

### **Áreas Terrestres Prioritarias**

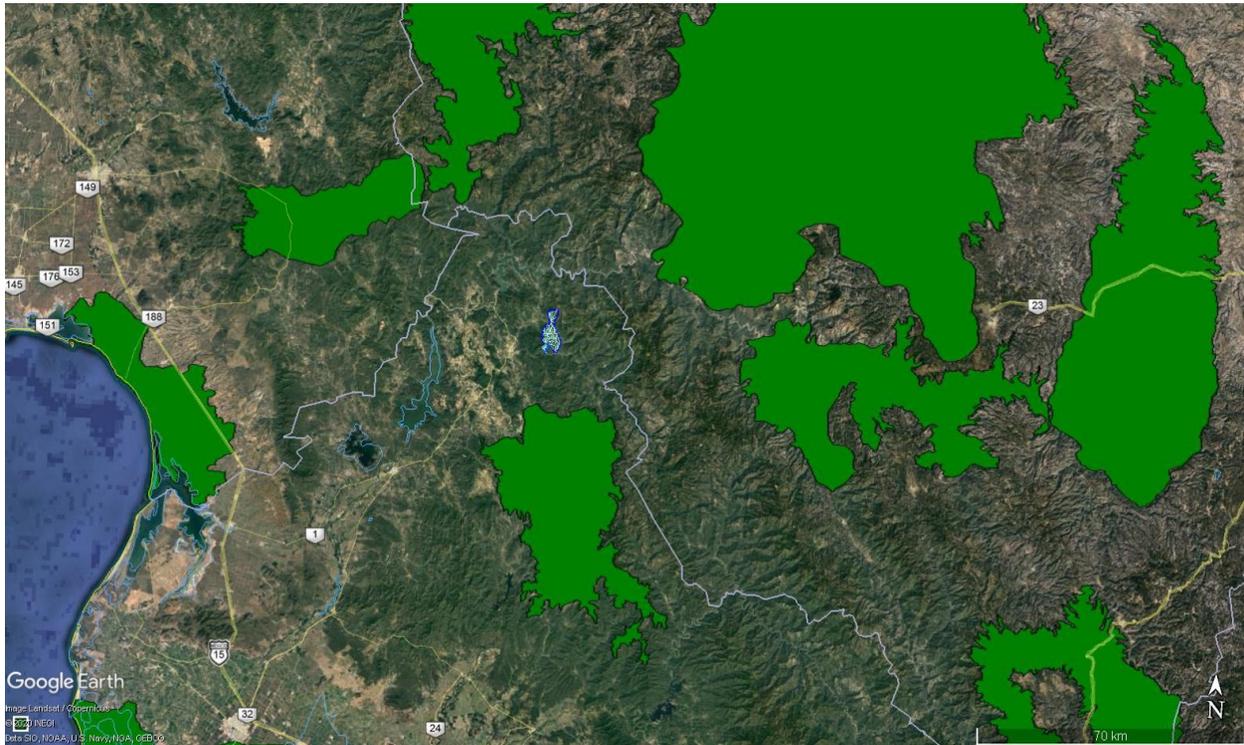
El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el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

El proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna RTP y la más cercana ocurre a 18.5 al sur, llamada región terrestre prioritaria No. 25 "San José"<sup>10</sup>. Esta región se distribuye al sur del municipio de El Fuerte y Choix y la porción norte del municipio Sinaloa, por lo que el Proyecto se ubica fuera de esta región prioritaria, , tal como se muestra en la siguiente figura:

---

<sup>10</sup> Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

**"Ampliación de Tepetateras"**



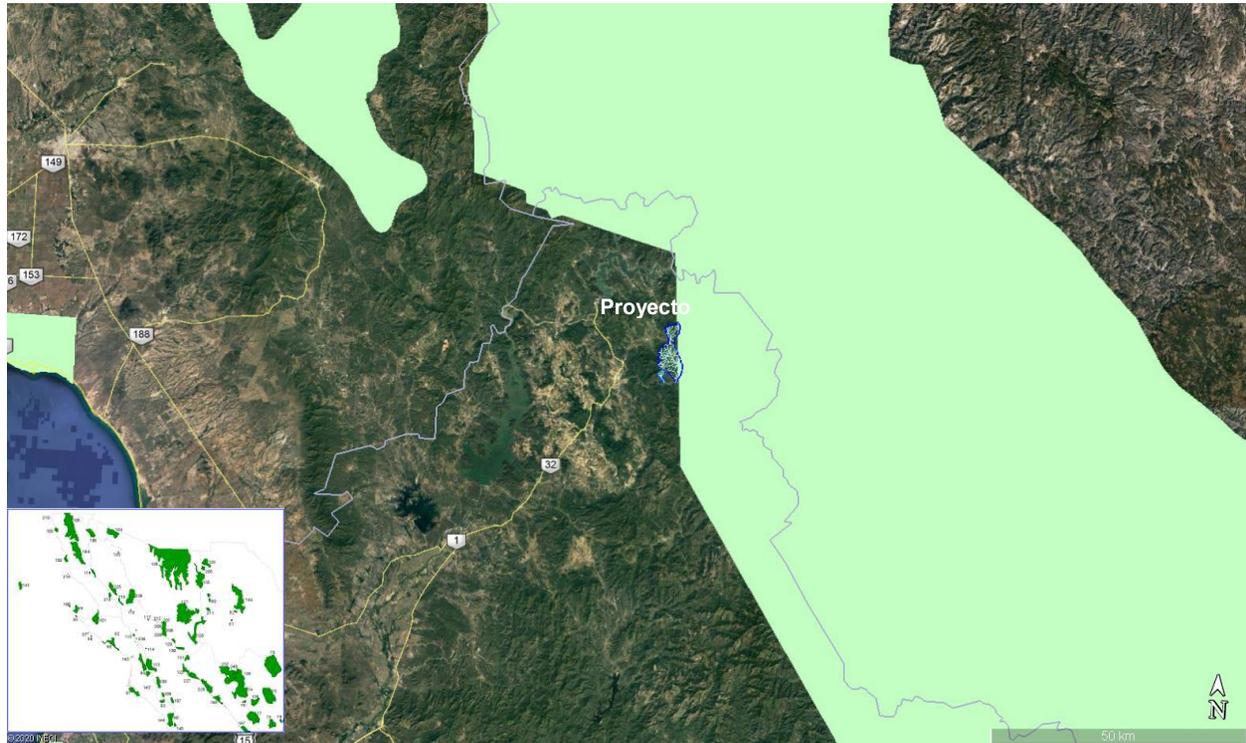
**Localización del proyecto y las regiones terrestres prioritarias en el Noroeste de México.**

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

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

El AICA más cercana se localiza a poco más de 3.5 km al Este, llamada AICA Corredor de barrancos donde el proyecto no interfiere con dicha región.

**"Ampliación de Tepetateras"**



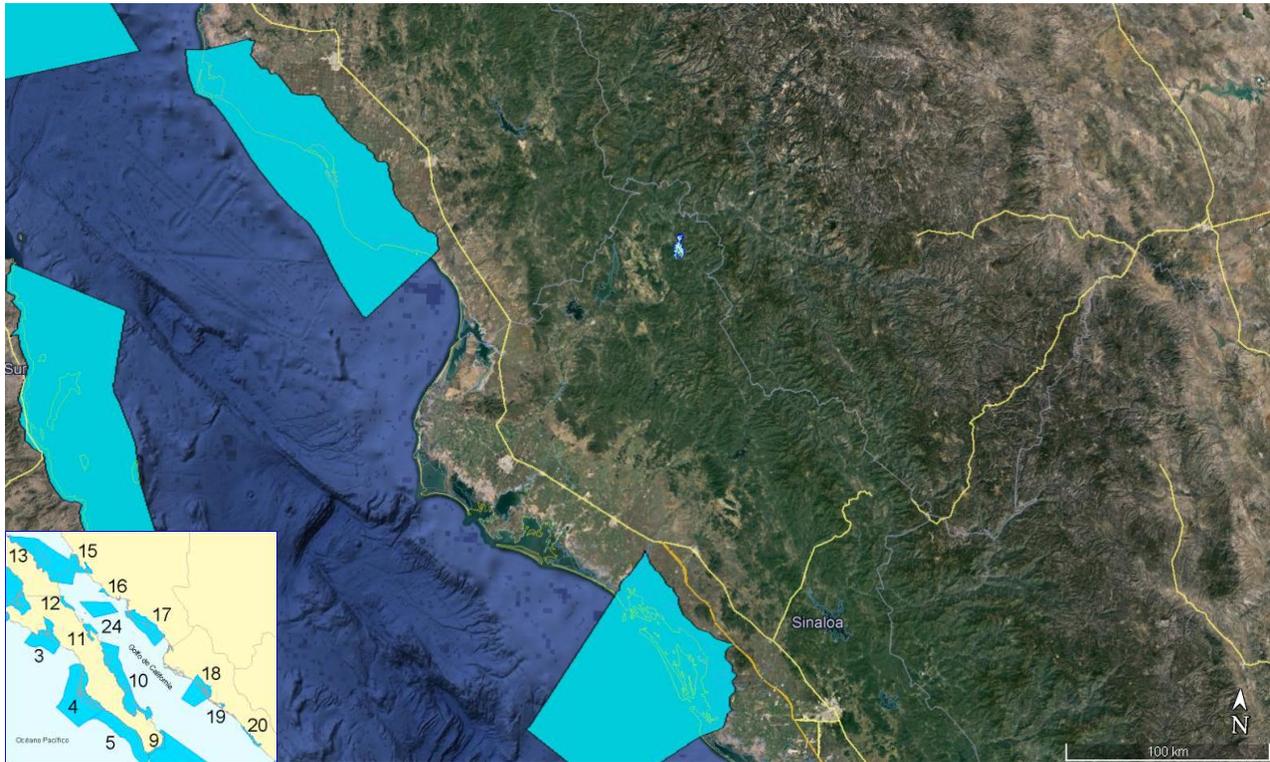
**Ubicación del proyecto y áreas de importancia para la conservación de las aves en el Noroeste de México.**

**Regiones Marinas prioritarias (RMP's)**

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados<sup>11</sup>. Existe una clasificación de 58 áreas de alta biodiversidad, de las cuales 41 presentaron algún tipo de amenaza para la biodiversidad y 38 correspondieron a áreas de uso por sectores. Al respecto, el proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna región marina prioritaria para la conservación, quedando la más cercana más allá de los 113 km al oeste del proyecto, donde se localiza la RMP No. 17 Sistema Lagunar del Sur de Sonora donde el proyecto no tiene repercusión sobre ésta RMP.

<sup>11</sup> Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. *Regiones marinas prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

**"Ampliación de Tepetateras"**



**Localización del proyecto y las regiones marinas prioritarias en el Noroeste de México.**

### III.4. Normas Oficiales Mexicanas

La operación se encuentra regulada por los siguientes ordenamientos jurídicos:

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
2. Ley de Aguas Nacionales.
3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus reglamentos en materia de: Evaluación del Impacto Ambiental, Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.
4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su Reglamento.
5. Ley General de Vida Silvestre.
6. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

En particular, las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental, han sido emitidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con la finalidad de garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas y del aprovechamiento de los recursos naturales. El cabal cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de protección ambiental que son aplicables al proyecto, formará parte de la política de la empresa, de manera que su observancia será integrada como parte esencial de todas las operaciones del proyecto. En la tabla siguiente se enuncian las medidas adoptadas por la empresa para el cabal cumplimiento de las normas de protección ambiental.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Vinculación del proyecto con las normas ambientales**

Rubro	Norma /Criterio	Vinculación al proyecto
Aire	NOM-041-SEMARNAT-2006. Nivel máximo permisible de gases contaminantes de escapes de vehículos que usan gasolina.	Esta Norma es de observancia para los vehículos con peso bruto vehicular mayor de 400 kilogramos.
	NOM-043-SEMARNAT-1993. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	Se realizarán monitoreos periódicos con análisis realizado por un laboratorio autorizado, con el fin de garantizar que los valores encontrados estén dentro de los límites máximos permitidos.
	NOM-047-SEMARNAT-1999. Establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los límites de emisión de contaminantes provenientes de los vehículos automotores que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.	En las distintas actividades que desarrolle el Proyecto minero, el promovente cumplirá con los límites máximos permisibles de emisión a la atmosfera de partículas sólidas, establecidas en las tablas respectivas; Para lo cual implementará los programas preventivos y correctivos necesarios para su cumplimiento.
Suelo	NOM-021-SEMARNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo análisis.	Esta norma está vinculada al proyecto en virtud de que el promovente deberá de efectuar estudios de suelo, tanto para la operación, como en su momento para la rehabilitación de los mismos.
	NOM-060-SEMARNAT-1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.	Aún cuando esta norma no está vinculada de manera directa, se recomienda que el proyecto considere las especificaciones del apartado 4.8 (4.8.1 a 4.8.10): trazos, diseños y rehabilitación de caminos.
	NOM138-SEMARNAT-SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	No obstante que el promovente del proyecto a través de sus responsables en la materia estarán supervisando que las medidas preventivas se lleven conforme lo programado para evitar derrames; en el fortuito caso de que ello ocurriera se apegará a lo dispuesto por esta norma
Ruido	NOM-080-SEMARNAT-1994 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.	Se establecerán mecanismos de control y seguimiento en los programas de mantenimientos preventivos y de servicios, que permitan cumplir con los límites establecidos.
	NOM-081-SEMARNAT-1994. Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Su cumplimiento estará en función de los programas preventivos y correctivos para que los límites máximos permisibles de la tabla 1 de esta norma no sean rebasados. Establecer los requisitos mínimos para que el patrón seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar s integridad física y su salud.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Agua	NOM-001-SEMARNAT-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas nacionales y bienes nacionales.	Aún cuando como se indica en el capítulo II, las soluciones del proceso se mantendrán en recirculación dentro de un sistema que no considera descarga; se deberá acatar lo dispuesto en esta norma para todas aquellas descargas de aguas residuales que el proyecto generará ya sea de manera permanente, intermitente o fortuita. Solamente se prevé la descarga aguas negras provenientes de los servicios administrativos, la disposición se realiza a través de una empresa autorizada.
	NOM-003-CONAGUA-1996. Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.	En el caso de que se requiera construir un pozo, en cualquiera de las etapas del proyecto, el área de protección entre el sitio seleccionado para construir un pozo y las fuentes potenciales de contaminación existentes que no pueden ser suprimidas, tendrá un radio mínimo de 30 m con respecto al pozo; Se Instalaran medidor de volumen a cada una de las fuentes de abastecimiento, mismo que deberán cumplir con la normatividad.
	NOM-004-CONAGUA-1996. Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.	En todos los pozos de extracción de agua se tomarán muestras simples cada tres años, con objeto de efectuar un análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua.
	NOM-007-CONAGUA-1997. Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques de agua.	Como concesionario de aguas nacionales el promovente estará atento en el cumplimiento de esta norma oficial.
	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	Esta norma aplicaría para el caso en el que el promovente decidiera en un momento dado, como usuario del recurso, determinar la disponibilidad media anual del acuífero del que es usuario.
Residuos	NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Tanto en el capítulo II, como en las medidas de mitigación se describe con detalle los residuos que se generaran durante las etapas del proyecto y en consecuencia el manejo que se le dará de acuerdo a lo dispuesto por estas normas.
	NOM-053-SEMARNAT-1993.y NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece los procedimientos para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-053-SEMARNAT-1993.	Se tramitará el registro como empresa generadora de residuos peligrosos, el manejo se realizará de acuerdo a la normatividad aplicable. Se habilitará un almacén temporal de residuos, se contará con las bitácoras de registros correspondientes y los manifiestos de entrega-transporte-recepción debidamente sellados. Se habilitarán áreas separadas en el almacén de residuos, para el manejo de residuos incompatibles.
	NOM-083-SEMARNAT-2003. Establece las especificaciones de protección ambiental para ---- urbano y de manejo especial.	En caso de que el proyecto considere que es necesaria la construcción de un sitio para la disposición de residuos No peligrosos, el promovente se sujetará a lo dispuesto por esta norma oficial.
	NOM-157-SEMARNAT-2009. Establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de Manejo de los residuos mineros.	Exige la formulación e implementación de un plan integral para el manejo de todos los residuos a generarse por el proyecto minero

**"Ampliación de Tepetateras"**

Flora y fauna	NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre terrestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	El promovente dispondrá e implementará las acciones y actividades para el debido cumplimiento no solo de esta normas, sino de las que se enuncian en las medidas de mitigación de este estudio, las que en su momento determine el resolutivo, así como las que se establezcan en los programas de rescate que para el efecto elabore un profesional en la materia y que el promovente deberá de implementar una vez que lo dictamine y lo apruebe la autoridad competente. Previo al desmonte, se realizará el rescate de flora y hará un monitoreo trimestral de sobrevivencia de plantas, se realizará un monitoreo permanente de flora y fauna silvestre.
	NOM-120-SEMARNAT-1997. Establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos.	Como referencia, en la etapa de exploración de este proyecto el promovente aplicó lo dispuesto en esta norma oficial desde el inicio de sus exploraciones en el año 2004.

Con base en lo expuesto en este capítulo se desprenden las siguientes conclusiones:

- a) La operación y desarrollo de ampliación de tepetateras no contraviene ninguna disposición jurídica o normativa, explícita en las Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas, que le son aplicables en materia de prevención de la contaminación y del aprovechamiento, preservación y restauración de los recursos naturales.
- b) El proyecto no supone la incidencia en materias o rubros que requieran ser regulados ambientalmente, diferentes de los que fueron analizados y regulados de manera particular por la autoridad ambiental al evaluar y autorizar el proyecto original.
- c) Las disposiciones particulares establecidas por la autoridad ambiental en las distintas autorizaciones que han sido otorgadas para el desarrollo del proyecto, son igualmente aplicables a la operación y desarrollo del proyecto en lo que respecta a la protección ambiental de los recursos naturales sobre los que inciden las obras que requieren ser ampliadas, las cuales son y serán cumplidas en los términos previstos por cada uno de esos permisos o autorizaciones.
- d) En los casos en que fueron detectados impactos ambientales negativos para el ambiente, en los términos del propio procedimiento de evaluación del impacto ambiental, se determinan las correspondientes medidas tendientes a prevenir, mitigar o compensar cualquier posible impacto ambiental adverso resultante de la actividad, y que son expuestas en el apartado correspondiente.
- e) La empresa ha dado y continuará dando cabal cumplimiento a los ordenamientos jurídicos aplicables, así como a las disposiciones de protección ambiental que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) determine pertinentes con motivo de la evaluación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

Como se observa, es ineludible el compromiso ambiental que la empresa muestra en el desarrollo del proyecto minero que se somete a consideración de la autoridad, puesto que ha quedado de manifiesto que el desarrollo del mismo se realiza en estricto apego, respeto y cumplimiento de los elementos a los que ha sido impuesto, y que actualmente constituyen una sólida base que sustenta la actividad en sus elementos técnicos y de tipo jurídico.

### **Criterios de viabilidad**

Los criterios empleados por las distintas autoridades para determinar la viabilidad de la actividad minera en el contexto de la normatividad ambiental, expresados en las distintas autorizaciones otorgadas, son igualmente aplicables a la operación y desarrollo del Proyecto y constituyen por ello elementos de valor que deben considerarse en el análisis de esta solicitud.

La identificación de tales criterios y su análisis se presentan en los capítulos V, VI y VII del presente estudio, concluyéndose que la operación y desarrollo del Proyecto en el contexto actualmente existente, es compatible con los preceptos normativos relativos a la protección del ambiente, así como con los instrumentos de planeación del desarrollo aplicables a la zona de interés.

En razón de lo anterior, a continuación se enumeran de forma enunciativa aun cuando no limitativa y general los criterios de viabilidad determinados por la autoridad ambiental aplicables a la solicitud de autorización que se presenta a través de este documento.

1. El manejo de los individuos de especies que se encuentran catalogadas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 se manejan conforme al Programa de Rescate en las áreas autorizadas garantizando su conservación. No se prevé afectación adicional a superficies con presencia de elementos naturales catalogados
2. De manera concurrente se atenderán los impactos ambientales y a largo plazo se mitigarán los impactos de la ejecución del proyecto sobre el suelo, mediante el desarrollo de un Plan de Manejo de Suelos, que permitirá conservar la capa fértil y utilizarla posteriormente durante la ejecución del Programa de Restauración y Cierre.
3. Los efectos del proyecto sobre la hidrología superficial y subterránea serán mitigados por lo que la construcción y operación del proyecto no tendrá repercusiones sobre el equilibrio ecológico del sistema ambiental.
4. Se desarrolla un Programa de Monitoreo Ambiental, con la finalidad de vigilar la efectividad de las medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental.
5. Para minimizar la probabilidad de ocurrencia de riesgos ambientales, se aplican diversas medidas.

### III.5. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

#### Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo es un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con el Plan. Asimismo, la Ley de Planeación requiere que la iniciativa de Ley de Ingresos de la Federación y el Proyecto de Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación se compaginen con los programas anuales de ejecución que emanan de éste.

Las cinco Metas Nacionales que fueron diseñadas para responder a cada uno de los grupos de barreras que limitan el desarrollo del país, asimismo, los indicadores para dar seguimiento a cada una de ellas, no se presentan en capítulos específicos, ya que se reflejan e integran en cada una de las Metas Nacionales. De esta manera quedan incluidas explícita e implícitamente de manera transversal en las Metas Nacionales. Las cinco Metas Nacionales son:

- 1. Un México en Paz** que garantice el avance de la democracia, la gobernabilidad y la seguridad de su población. Esta meta busca fortalecer las instituciones mediante el diálogo y la construcción de acuerdos con actores políticos y sociales, la formación de ciudadanía y corresponsabilidad social, el respeto y la protección de los derechos humanos, la erradicación de la violencia de género, el combate a la corrupción y el fomento de una mayor rendición de cuentas, todo ello orientado a la consolidación de una democracia plena. Asimismo, esta meta responde a un nivel de inseguridad que atenta contra la tranquilidad de los mexicanos y que, en ocasiones, ha incrementado los costos de producción de las empresas e inhibido la inversión de largo plazo. La prioridad, en términos de seguridad pública, será abatir los delitos que más afectan a la ciudadanía mediante la prevención del delito y la transformación institucional de las fuerzas de seguridad. En este sentido, se busca disminuir los factores de riesgo asociados a la criminalidad, fortalecer el tejido social y las condiciones de vida para inhibir las causas del delito y la violencia, así como construir policías profesionales, un Nuevo Sistema de Justicia Penal y un sistema efectivo de reinserción social de los delincuentes.
- 2. Un México Incluyente** para garantizar el ejercicio efectivo de los derechos sociales de todos los mexicanos, que vaya más allá del asistencialismo y que conecte el capital humano con las oportunidades que genera la economía en el marco de una nueva productividad social, que disminuya las brechas de desigualdad y que promueva la más amplia participación social en las políticas públicas como factor de cohesión y ciudadanía. La presente Administración pondrá especial énfasis en proveer una red de protección social que garantice el acceso al derecho a la salud a todos los mexicanos y evite que problemas inesperados de salud o movimientos de la economía, sean un factor determinante en su desarrollo. Una seguridad social incluyente abatirá los incentivos a permanecer en la economía informal y permitirá a los ciudadanos enfocar sus esfuerzos en el desarrollo personal y la construcción de un México más productivo.



---

**"Ampliación de Tepetateras"**

### **Plan Nacional de Desarrollo Minero.**

El Programa Nacional de Desarrollo Minero plasma las estrategias y líneas de acción que el Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría de Economía, propone para incrementar las inversiones mineras y ofrecer opciones de crecimiento y desarrollo a las empresas que cuentan con el potencial geológico, humano y económico, para aprovechar los recursos minerales nacionales en condiciones óptimas.

En este sentido, el proyecto es compatible con los objetivos del Programa Nacional de Desarrollo Minero existente, en virtud de que integran en su concepción los principios de competitividad, productividad, equidad y desarrollo regional equilibrado; se desarrolla en un contexto favorable para la inversión; y contribuirá a mejorar el mercado interno de minerales y la competitividad nacional en el escenario internacional.

### **Programa Sectorial Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales**

El Programa, busca ser el instrumento a través del cual se establezcan las diversas estrategias de vinculación entre los diversos temas ambientales y la sustentabilidad del desarrollo con miras hacia un crecimiento económico, generación de empleos e ingresos, elevar la competitividad, aprovechar las oportunidades de la globalización con un fundamento de preservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales y el medio ambiente, y con ello, mejorar las condiciones de vida de las generaciones actuales sin afectar el bienestar de las futuras. Esto implica una completa articulación de este Programa Sectorial con los ejes establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo.

El Proyecto, considera desde su concepción como directriz principal, desarrollarse en equilibrio y con respeto al medio ambiente, promoviendo el incremento de la calidad de vida de la población, y evitando el deterioro indiscriminado del ambiente, al incorporar tecnología de punta en sus procesos, y una amplia reflexión en cuanto a la selección de áreas y tecnología, sustentada en estudios técnicos y científicos detallados. Actualmente se mantienen dichas premisas y se cumplen con todas las disposiciones de protección ambiental pertinentes.

En ese contexto, y revisando los objetivos del Programa que se comenta, resulta evidente que la realización del proyecto se inscribe como unidad productiva que permitirá alcanzarlos, toda vez que la operación del mismo se realiza en el marco del respeto de la normatividad ambiental, tal y como se manifiesta en el presente documento, así como en la implementación de las medidas de control, prevención y restauración necesarias para minimizar o reducir los efectos ambientales que pueda generar.

### **El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021**

Establece los siguientes objetivos en el apartado de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Redimensionar los aspectos sociales, culturales y educativos de los problemas principales que aquejan a Sinaloa en materia ambiental para el desarrollo de acciones y estrategias de acuerdo con la situación actual.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

- Con la participación de los gobiernos municipales, elaborar un diagnóstico para conocer la situación de los rellenos sanitarios y la apertura de rellenos sanitarios para el manejo de residuos, donde la necesidad de éstos lo demanden.
- Promover con los municipios la cultura del reciclaje, la separación de material orgánico e inorgánico de desechos y su aprovechamiento económico.
- Establecer un sistema estatal de información sobre los ecosistemas regionales y las áreas naturales protegidas.

Vinculación con el proyecto.- El Proyecto, es congruente con las acciones y estrategias del Plan Estatal de Desarrollo, ya que se implementara el Programa de Restauración del Predio una vez terminada la vida útil del Proyecto.

### **Plan Municipal de Desarrollo de Choix 2014-2016.**

Este Plan, contiene las líneas de acción que todas las áreas de gobierno desarrollarán operativa y administrativamente para dar respuesta con eficacia a la población que exige justificadamente los servicios y obras que les permita vivir en una mejor comunidad.

“Nuestro objetivo es propiciar el Desarrollo Sustentable en cada una de las actividades productivas; partiendo desde la planeación y organización de los productores y capacitarlos para su industrialización y comercialización de los productores y todas aquellas acciones tendientes a la elevación de la calidad de vida de la población.”

La Mina es una actividad prioritaria para el desarrollo minero del municipio lo cual genera empleos directos e indirectos y mantiene esta actividad vigente ayudando a la precaria economía de la región.

### **III.6. Otros instrumentos**

No se contemplan.

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

### IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

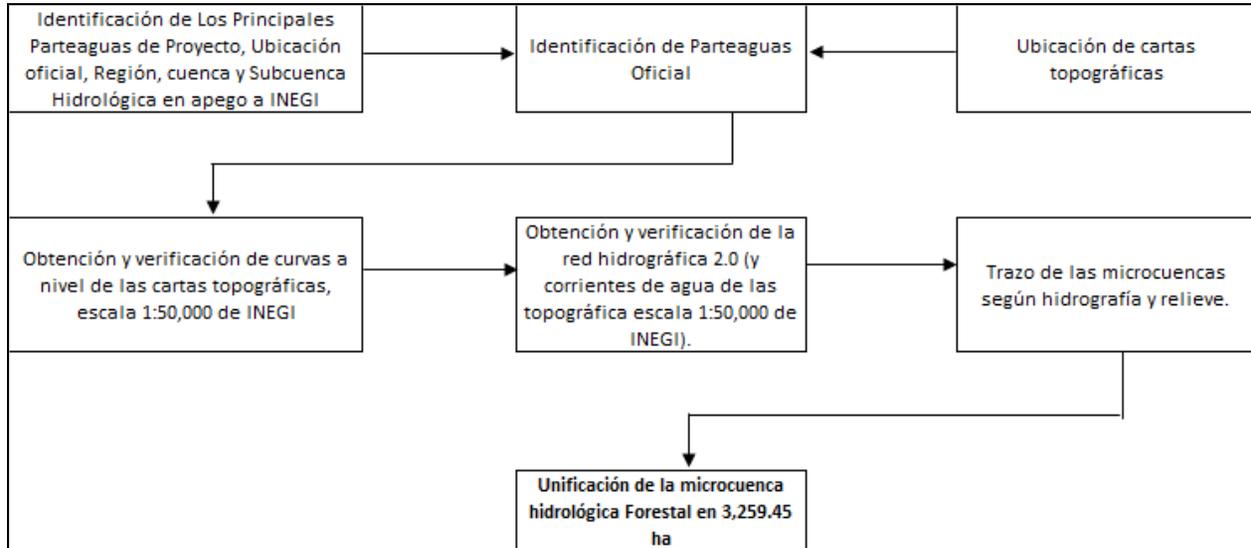
Para efecto del presente proyecto y como se destaca más adelante, se delimitó la microcuenca hidrológica forestal (MHF) de revisión que se describe con mayor detalle en el siguiente apartado, el cual abarca una superficie de 3,259.45 hectáreas. Dentro de la MHF delimitado el predio sujeto a CUSTF agrupa una superficie de 19.1791 hectáreas en el polígono que la conforma, las coordenadas que requiere el proyecto para dicho manifiesto se puede encontrar en el **ANEXO 3**.

El proyecto se ubica en la Región hidrológica RH10 Sinaloa. Específicamente, el área de estudio de este trabajo se localiza geográficamente en la porción central sur de la cuenca del río Fuerte (Cuenca G), dentro de la subcuenca c Río Choix. Como fue señalado previamente, para delimitar la unidad de análisis que a futuro será nuestra MHF, se siguieron la secuencia de pasos siguientes en apego a la metodología de CATIE (2000) de las escalas de clasificación hidrológica:

- 1.- Se elaboró un modelo digital del terreno con las curvas de nivel de la carta topográfica del INEGI y empleando el software ArcGis VER10.0, y sus herramientas, teniendo como resultado el Modelo Digital del Terreno (MDT).
- 2.- Posteriormente, en MDT se transforma a un modelo digital de elevación (MDE), con el uso de las cartas topográficas que inciden en este estudio.
- 3.- Con la información obtenida se superpusieron las capas de los flujos de la subcuenca con los modelos digitales de elevación para entonces delimitar el área de la MHF que atañe a este documento; dicha delimitación se realizó con la finalidad de determinar un espacio que cumpliera con la definición de microcuenca hidrológica forestal.
- 4.- Esta información se complementa con la que se obtiene mediante la sobreposición de varias capas temáticas (uso de suelo, climas, tipo de suelo, etc.) y el manejo digital de la topografía con el software ArcGis VER10.0.
5. Finalmente, al delimitar la MHF, se procede a complementar el análisis a través del estudio de la estructura y funcionamiento del territorio mediante el estudio de los factores bióticos (tipos de vegetación y fauna asociada a los mismos) y abióticos (temperatura, precipitación, edafología, geología, fisiografía e hidrología).

En imágenes, el flujo de configuración de la microcuenca hidrológica forestal resulta de la siguiente manera:

**"Ampliación de Tepetateras"**



**Representación esquemática de la configuración de la MHF.**

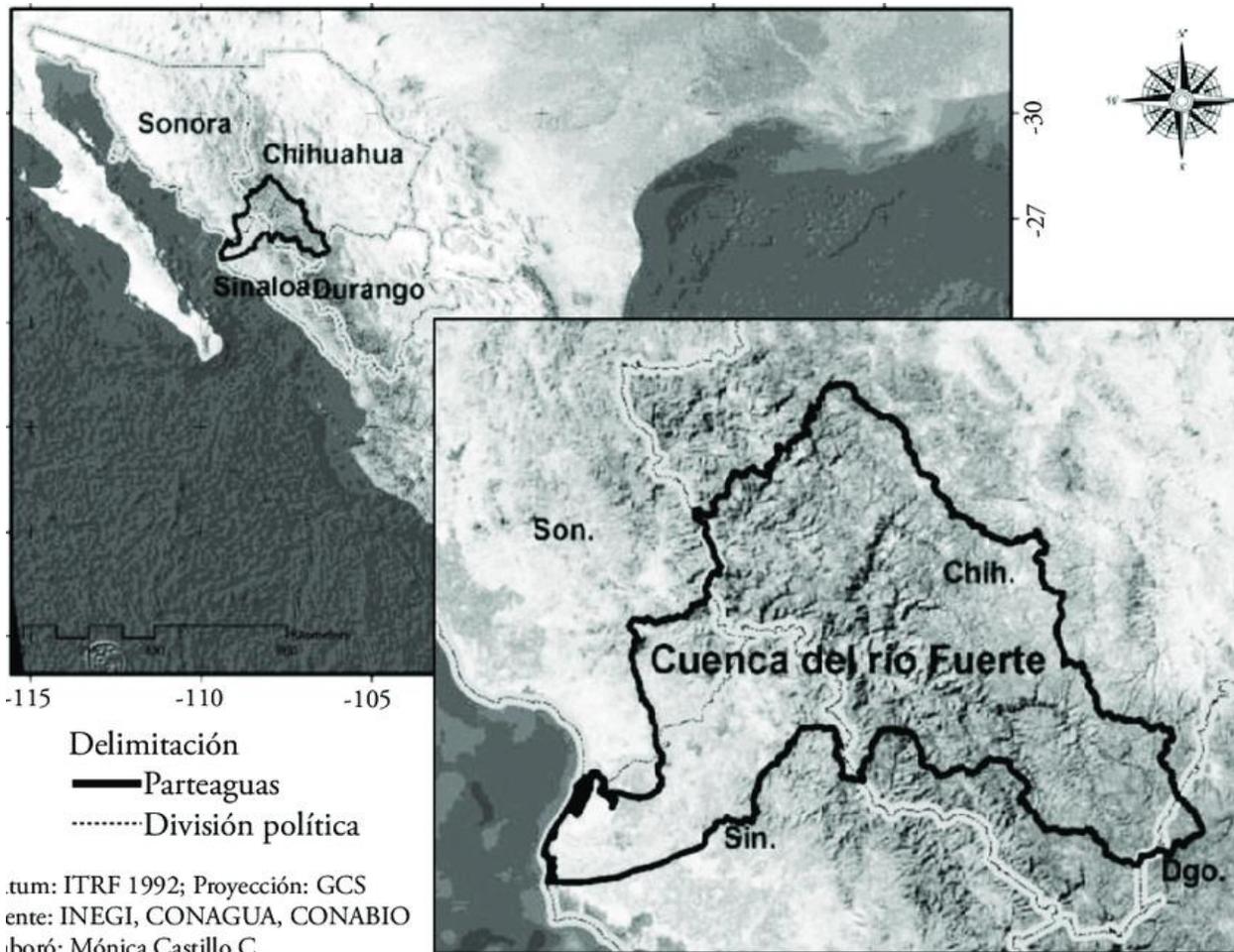
Dichos pasos, forman parte de la clasificación que hace el CATIE(2000), por ello, retomando lo señalado en la solicitud, como en la información generada, resulta lo siguiente:

**Escalas de análisis del proyecto**

Delimitación	Descripción	Justificación
Nivel de cuenca	RH 10, Sinaloa, Cuenca G Río Fuerte, subcuenca c Río Choix	Unidad con un parámetro de drenaje de más de 7 órdenes y una área mayor a 2000 km <sup>2</sup> . Como marco de referencia base de la descripción y comparativa a nivel del predio, atendiendo la escala y términos de referencia del Capítulo III del guión de Estudios Técnicos Justificativos para Cambio de Uso del Suelo.
MHF	Microcuenca hidrológica forestal basado en atributos similares a las condiciones del predio, señalado en la delimitación de la escala, delimitada en 3,259.45 ha.	Unidad con un parámetro de drenaje de 4y5 órdenes y un área de 500 a 2,000 km <sup>2</sup> . Area de estudio del entorno inmediato al proyecto para ejecutar los muestreos de referencia, donde se contempla los atributos topográficos, hidrológicos, de suelos, ecosistema y arreglos vegetativos comparativos al predio para determinar la viabilidad del proyecto basado en los criterios de excepcionalidad de referencia solicitado por los términos de referencia del guión de Estudios Técnicos Justificativos para Cambio de Uso del Suelo
Predio	Equivalente al proyecto, con una superficie total de 19.1791 ha sujeto a CUSTF, en apego a la ubicación y desglose señalado en el Capítulo III de este documento.	Unidad con un parámetro de drenaje de 1 a 3 órdenes y un área de 10 a 500 km <sup>2</sup> . Superficie solicitada en materia de cambio de uso del suelo para las obras y actividades previstas en el uso industrial propuesto. Es el nivel base de estudio donde se muestreó y analizó a detalle los atributos físicos y biológicos en contraste con las condiciones de operación al proyecto

**"Ampliación de Tepetateras"**

Teniendo en cuenta todo lo anterior, la intención de delimitar la MHF no solo fue definir el contexto espacial con base a los elementos hidrológicos, sino identificar los subsistemas que conforman dicho espacio, lo cual permitió generar un diagnóstico general sobre las condiciones actuales a fin de establecer las medidas necesarias (acordes con el impacto real generado) que prevengan o mitiguen los efectos que pudieran disminuir su integridad funcional. En resumen, el límite de la MHF quedó establecido por la divisoria geográfica principal de parteaguas, es decir, la línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta, desde la parte más alta hasta un punto de emisión, en la parte hipsométrica más baja, considerando además las condiciones geológicas del terreno, el patrón y densidad de las corrientes que drenan este territorio, así como el relieve, el clima, tipo de suelo, vegetación y la repercusión de las actividades humanas en el área que delimita la cuenca., definiendo con esto el parteaguas de la MHF para el proyecto.



**Ubicación del proyecto en la Cuena del Río Fuerte**

**"Ampliación de Tepetateras"**

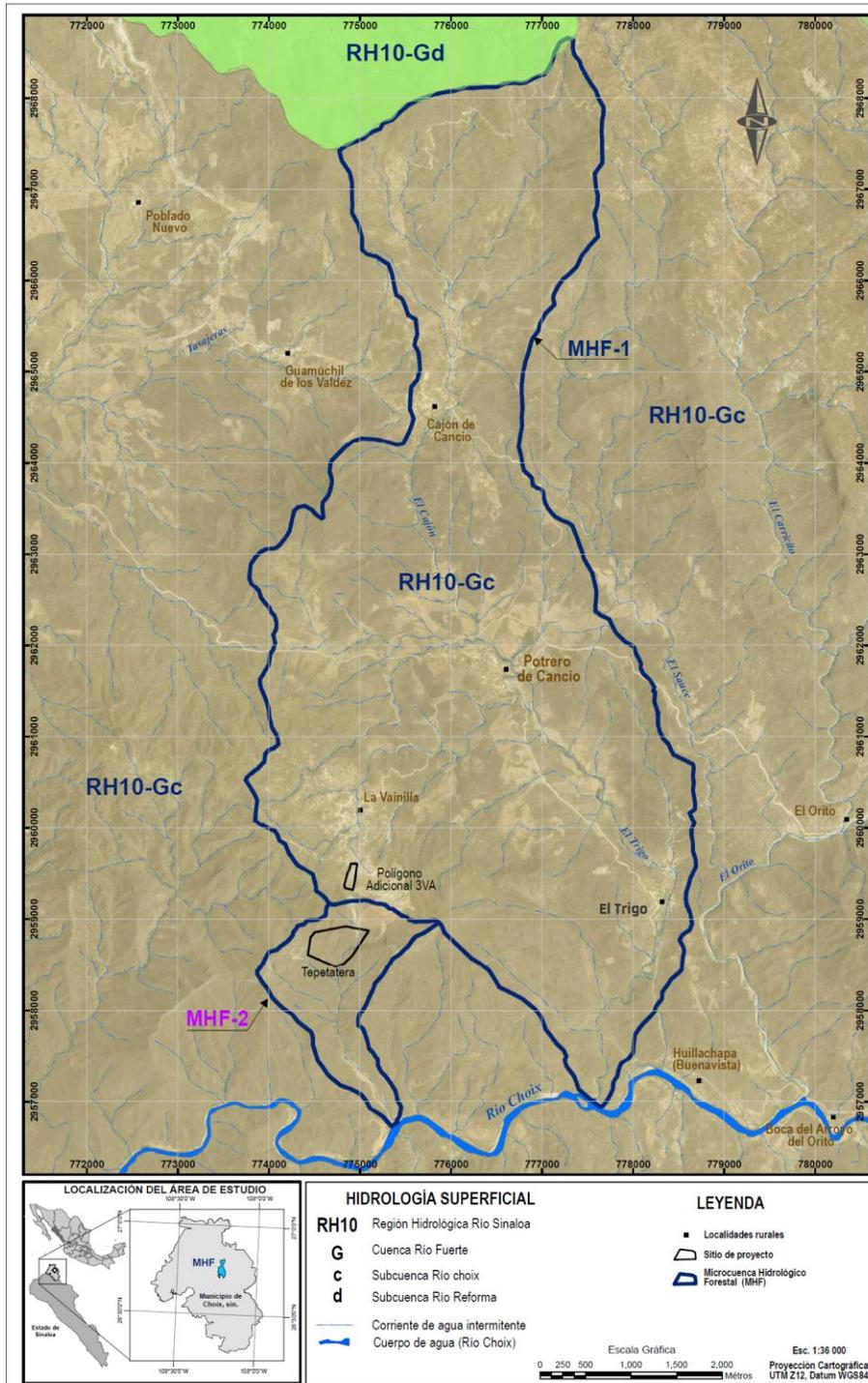
La delimitación de la Cuenca Hidrológica Forestal (MHF) propuesta para el área donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo, se basó en el análisis e integración de los factores que caracterizan el área donde se ubicará nuestra zona sujeta a cambio de uso de suelo (CUSTF) a partir de la identificación y descripción de los componentes bióticos y abióticos. Se considera como referencia a la cuenca hidrológico forestal, en tanto ámbito de delimitación general y funcional donde se encuentra el área de estudio de este CUSTF, por lo que será a ese nivel que se describirán y analizarán los componentes físicos–abióticos (clima, geología, edafología, etc.) y bióticos (vegetación y fauna) con interacción directa al área sujeta a cambio de uso de suelo.

En ese sentido, es preciso señalar que para este nuevo análisis se definió a la MHF a través de la delimitación puntual de la microcuenca que cubra las obras. La ubicación de este proyecto, permite delimitar una unidad congruente para el CUSTF, a través de sus componentes bióticos y abióticos, y tomando en cuenta las características de los componentes y procesos ambientales que la caracterizan. Aunado a lo anterior, la vegetación es uno de los elementos que se consideraron para poder delimitar la MHF, sin embargo, a diferencia de otros componentes como el clima, el relieve, el tipo de suelo o la geología (los cuales son factores que se caracterizan por sus límites naturales), la vegetación por su alta flexibilidad (capacidad de modificación), es un elemento difícil de caracterizar en la delimitación de la MHF, consecuencia de su alta heterogeneidad y las asociaciones vegetales que se dan de manera natural. Es así como la vegetación constituye un factor para la delimitación de la unidad de análisis, si bien no existen patrones de distribución espacial bien diferenciados a nivel de comunidades vegetales, sí podemos hablar de regiones vegetales que se encuentran limitadas por el relieve y la altitud; estos parámetros se encuentran implícitos en el análisis de las curvas de nivel y la determinación del parteaguas, ya que se consideran los puntos de máximo valor de altura entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta, por lo tanto se considera un gradiente de vegetación, es decir, la variación de la distribución y densidad de las comunidades vegetales por el fenómeno de los vientos en las laderas que delimitan tanto la cuenca hidrológico forestal como la unidad de análisis.

las morfoestructuras tectónicas individuales que se encuentran definidas por el clima regional y las condiciones hidrológicas, geomorfológicas y biogeográficas, de acuerdo a su localización altitudinal y latitudinal, es decir, el relieve y los afluentes principales. La metodología que se aplicó en la delimitación de la MHF se basa fundamentalmente en la identificación de las cartas topográficas, es decir, las curvas de nivel (modelos digitales de elevación y parteaguas) y la red hidrográfica (ríos perennes e intermitentes).

En consecuencia a la delimitación, los atributos físicos y biológicos que se presentan a nivel de predio sujeta a CUSTF, se encuentran ampliamente representados, señalando en el Capítulo X que no se comprometen recursos ni atributos debido al cambio de uso propuesto. El ecosistema Templado al cual pertenece el proyecto se encuentra distribuido en la porción serrana de Sinaloa, de las cuales 19.1791 ha son ocupadas por el proyecto, por lo que la obra no restringe por este motivo, los flujos de comunidades allí existentes. En particular, toda la MHF de referencia posee este arreglo ecosistémico. Por otra parte, los atributos físicos y biológicos que se presentan a nivel de predio sujeta a CUSTF, se encuentran ampliamente representados, señalando en el Capítulo X que no se comprometen recursos ni atributos debido al cambio de uso propuesto.

"Ampliación de Tepetateras"



Delimitación de la MHF para el proyecto.

**"Ampliación de Tepetateras"**

De esta manera, en el documento fueron muestreados y valorados los componentes del sistema ambiental identificados a nivel de la microcuenca hidrológica forestal (MHF<sup>12</sup>) y del predio sujeto a cambio de uso del suelo de terrenos forestales (CUSTF<sup>13</sup>).

El ecosistema Templado al cual pertenece el proyecto se encuentra distribuido en la porción serrana de Sinaloa, de las cuales 19.1791 ha son ocupadas por el proyecto, por lo que la obra no restringe por este motivo, los flujos de comunidades allí existentes. En particular, toda la MHF de referencia posee este arreglo ecosistémico. Por otra parte, los atributos físicos y biológicos que se presentan a nivel de predio sujeto a CUSTF, se encuentran ampliamente representados, señalando en el Capítulo X que no se comprometen recursos ni atributos debido al cambio de uso propuesto.

**Resumen de los atributos actuales del proyecto.**

Rubro	Arreglo	Clave	Ocupación del atributo en la MHF (%)	Ocupación del proyecto respecto a la MHF (%)
Clima	Cálido, subhúmedo de verano	Aw0	80.30221902	0.829063085
Fisiografía	Sierra Madre Occidental, Subprovincia Gran meseta y cañones chihuahuenses, sierra alta con cañones	III-13/107-0/01	55.51456454	1.210003165
Geología	Roca metavolcánica, metamórfica del Mesozoico	J(Mv)	7.53924906	8.909199455
Suelos	Regosol éutrico leptico, gravoso	RGeulep+LPeusk+PHsk/1r	5.181688369	0
Hidrología superficial	Región hidrológica 10, Sinaloa, Cuenca del Río Fuerte, Río de Choix	RH10Gc	100	0.666341432
Hidrología subterránea	Material consolidado con posibilidades bajas	3	100	0.671686715
Tipos de vegetación	Bosque de encino	BQ	6.178693822	10.84078533
Uso potencial agricultura	Tierras no aptas para la Agricultura	6300	26.25646266	2.558177917
Uso potencial pecuario	Terrenos aptos para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino	43033	15.20484061	4.417578186
Uso potencial forestería	Terrenos no aptos para la explotación forestal	401	73.74360581	0.910841891

Más adelante en este mismo capítulo, se destaca cada uno de estos atributos.

<sup>12</sup> la MHF fue delimitada en 3,259.45 ha contemplando los atributos topográficos, hidrológicos, de suelos, ecosistema y arreglos vegetativos comparativos al predio, señalado y justificado en el Capítulo III de este documento.

<sup>13</sup> Se refiere al predio sujeto a cambio de uso del suelo en una superficie equivalente a 19.1791 ha que abarca toda la superficie necesaria para el desarrollo del proyecto.

## IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA)

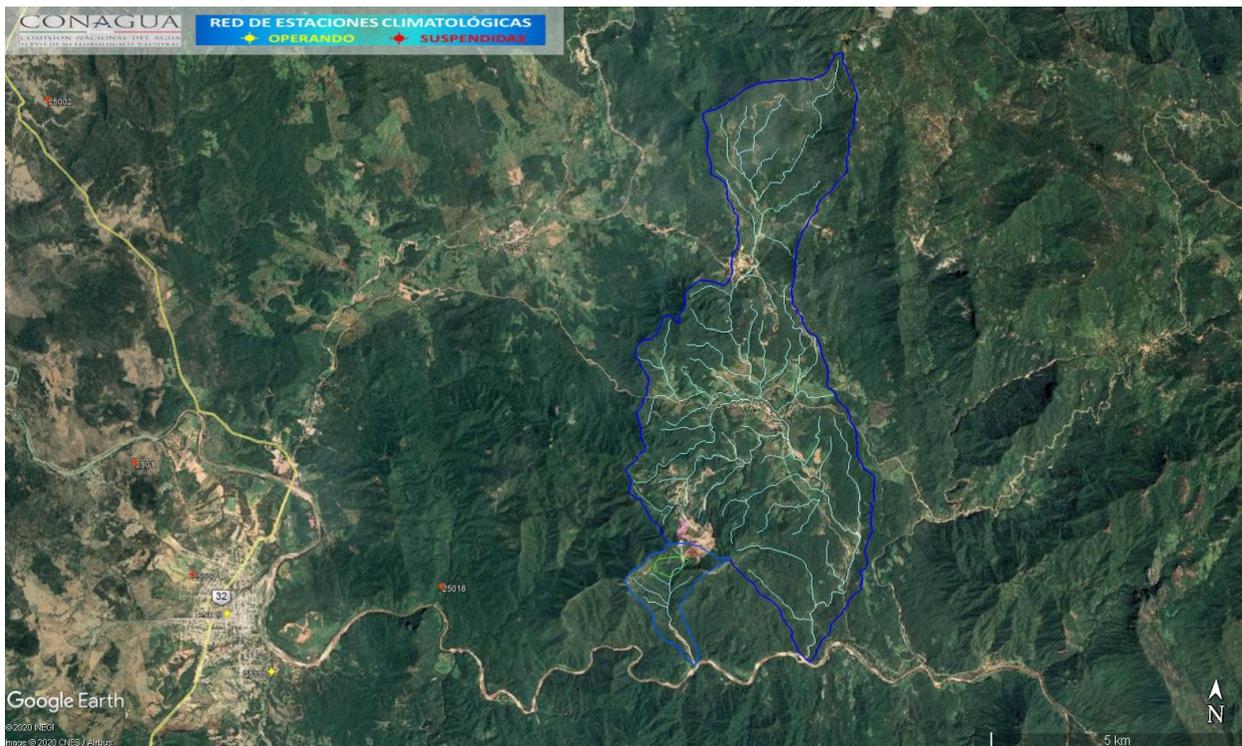
### IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

#### IV.2.2.1 Medio abiótico

##### a) Clima y fenómenos meteorológicos:

De acuerdo al sistema climatológico de Koppen modificado por Enriqueta García (1968), en el municipio de Choix se distribuyen 5 tipos de climas, siendo los más sobresalientes en términos de cobertura territorial el cálido subhúmedo (A(w0)), participando con un 37.48%, el semiseco (BS1 (h')), cubriendo el 31.23 % de su territorio, y el semicálido subhúmedo (ACw0), con el 23.24 %.

Para el caso del proyecto, se revisaron la ubicación de las estaciones meteorológicas, siendo la más cercana la 25155 llamada Choix (obs) en operación con registros de datos normales con un periodo de 1951-2010, ubicada a 7.9 km en línea recta del proyecto, seleccionada para las descripciones de este apartado.



Ubicación de las estaciones meteorológicas cercanas al proyecto.

En el caso del proyecto, se encuentra el tipo cálido subhúmedo (Aw0) con régimen de lluvia en verano, ocupando la mayor proporción de la microcuenca hidrológico forestal con más del 80% de distribución, mismo atributo que se encuentra el proyecto, de acuerdo al siguiente arreglo:

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Arreglo del sistema climático de la microcuenca hidrológico forestal**

Clave de clima	Grupo	Tipo	Regimen de lluvia	Lluvia invernal	Prom pp	Temp media	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
(A)C(w0)	Semicalido	Subhumedo	de verano	entre 5 y 10.2	< 40	184C	642 039745	19.69778098	
Aw0	calido	Subhumedo	de verano	entre 5 y 10.2	< 60	> 22	2617.412402	80.30221902	0.829063085

Temperatura

El promedio medio mensual de la temperatura según registros de la Estación Climatológica Choix ubicada en las coordenadas 26°44'10" y 108°17'45", la temperatura promedio anual fue de 25.3 °C, mientras que el promedio mínimo mensual es de 16.4 °C en el mes de Enero y con un máximo mensual de 34.2 °C en el mes de Junio, como se muestra en la tabla siguiente:

**Registro de temperaturas de la Estación 25155 Choix**

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>TEMPERATURA MAXIMA</b>													
NORMAL	27.9	29.7	32.5	36.0	38.6	40.2	37.0	36.2	35.9	35.5	32.5	28.9	34.2
MAXIMA MENSUAL	31.7	34.1	35.4	38.5	40.2	41.9	39.6	38.4	38.2	38.5	35.0	32.0	
AÑO DE MAXIMA	2003	2009	2007	2006	2006	1987	1987	2010	1987	1987	2006	2010	
MAXIMA DIARIA	37.2	41.8	41.3	44.5	43.9	45.5	43.9	45.3	42.7	42.8	40.7	38.8	
FECHA MAXIMA DIARIA	05/2006	23/2009	01/2009	12/2006	08/2010	13/1987	02/1987	25/2010	10/1987	01/2003	02/2005	02/2003	
AÑOS CON DATOS	17	15	17	17	15	16	16	15	15	14	15	15	
<b>TEMPERATURA MEDIA</b>													
NORMAL	18.5	20.0	21.9	25.3	28.2	31.6	30.5	29.8	29.4	27.0	22.7	19.1	25.3
AÑOS CON DATOS	17	15	17	17	15	16	16	15	15	14	15	15	
<b>TEMPERATURA MINIMA</b>													
NORMAL	9.1	10.3	11.3	14.5	17.8	23.1	24.1	23.5	22.8	18.4	12.9	9.4	16.4
MINIMA MENSUAL	6.6	8.1	9.3	11.8	16.6	21.4	23.2	22.8	21.8	16.3	10.9	7.5	
AÑO DE MINIMA	1987	1987	1987	1995	1982	1991	2000	2006	1991	1995	2010	2001	
MINIMA DIARIA	-2.0	-1.5	4.2	7.2	8.5	15.4	13.2	19.9	17.5	8.4	1.4	0.7	
FECHA MINIMA DIARIA	18/1987	08/2005	19/2006	03/2000	09/2008	01/1991	24/2003	23/2006	25/2002	30/2009	18/2006	14/2007	
AÑOS CON DATOS	17	15	17	17	15	16	16	15	15	14	15	15	

Precipitación.

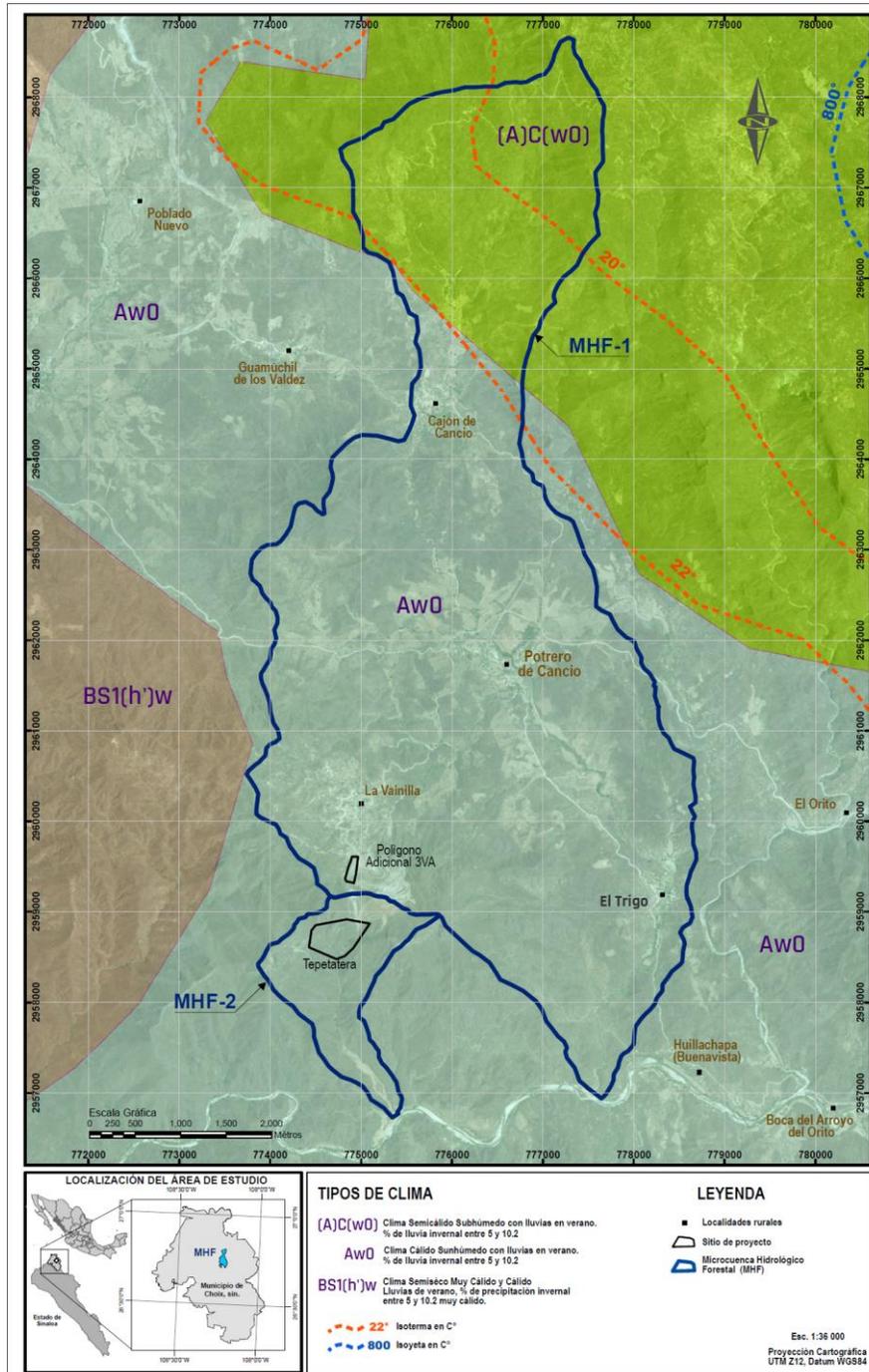
De acuerdo a registros de la Estación Climatológica Choix 25155 , la precipitación pluvial promedio anual para el periodo de 1951-2010, es de 313.9 mm, siendo los meses de Junio a Octubre los que presentan las mayores precipitaciones como se muestra en la gráfica siguiente:

**Registro de precipitación (mm) de la Estación 25155 Choix**

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>PRECIPITACION</b>													
NORMAL	7.4	9.3	1.1	0.7	1.2	39.2	85.8	76.9	59.2	18.8	4.2	10.1	313.9
MAXIMA MENSUAL	47.2	86.6	6.9	4.2	9.5	248.7	221.9	220.5	173.8	74.7	21.9	61.2	
AÑO DE MAXIMA	2007	2005	2006	2002	2006	2006	2008	2005	2006	2004	2005	2007	
MAXIMA DIARIA	16.2	51.6	6.9	3.3	9.5	118.8	89.0	73.1	67.5	28.4	11.9	45.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	19/2007	05/2005	19/2006	06/2002	18/2006	01/2006	27/2005	22/2005	07/2006	07/2008	25/2005	29/2006	
AÑOS CON DATOS	17	15	18	17	15	16	17	17	15	14	13	15	

"Ampliación de Tepetateras"

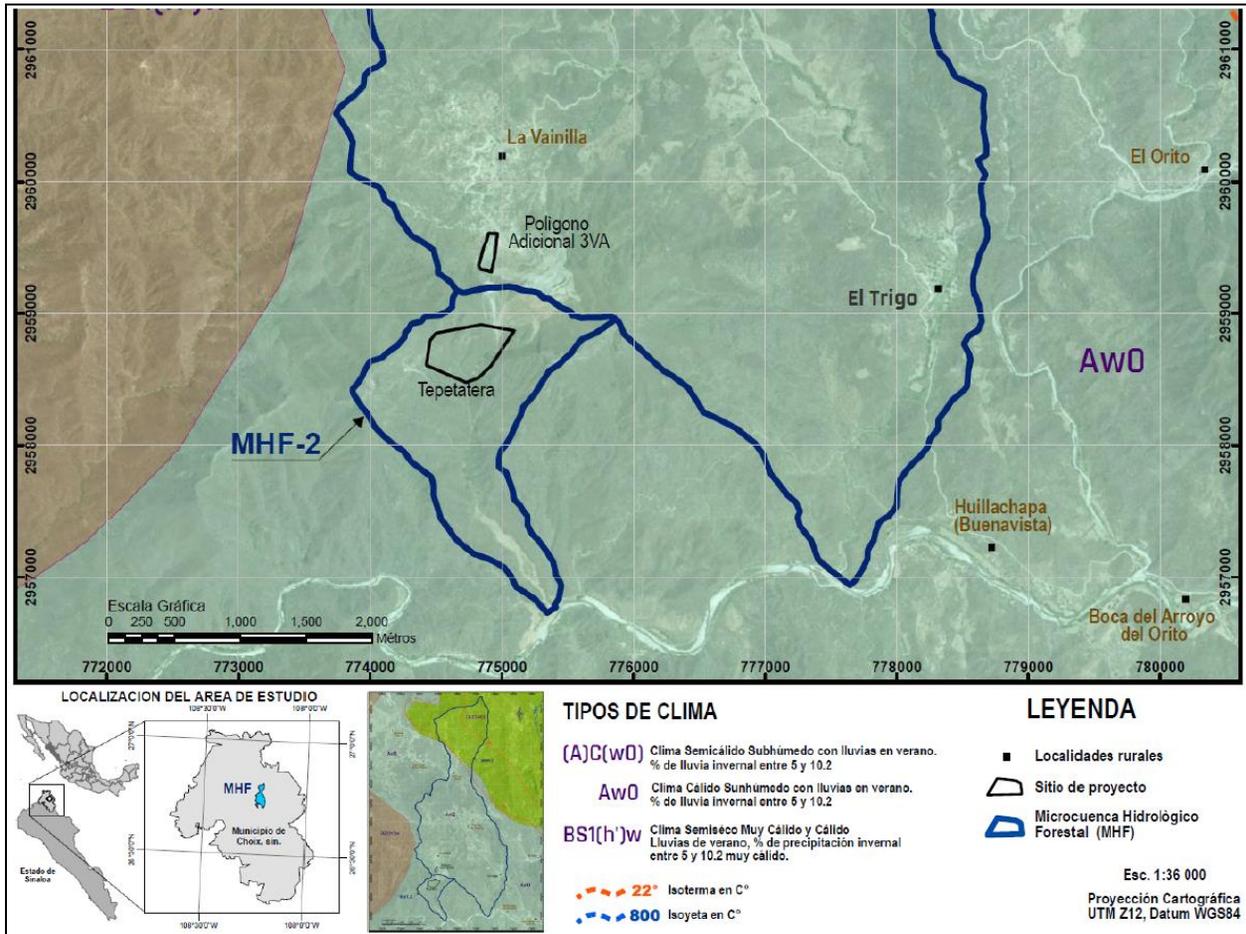
Debido a estas características las estaciones del año están bien diferenciadas, observándose una época la lluviosa muy marcada que abarca desde Julio a Septiembre y el resto del año, como época de estiaje, con un pequeño período de lluvias mínimas denominado equipatas de diciembre a enero.



Tipos de clima para el sistema ambiental del proyecto

**"Ampliación de Tepetateras"**

A nivel local, tenemos lo siguiente:



**Tipos de clima para el proyecto**

Fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos extremos).

Por su posición geográfica, el Municipio de Choix, se encuentra influenciado por diversos fenómenos meteorológicos tales como tormentas tropicales, heladas y en muy poca probabilidad por ciclones (huracanes).

Los fenómenos naturales de incidencia recurrentemente son las caídas repentinas de la temperatura ambiente en un tiempo muy corto (menos de 12 horas), las cuales se denominan Heladas, y se presentan generalmente en los primeros días de Enero en períodos de 5 a 7 años y su mayor importancia radica en el grado de afectación a los cultivos del municipio.

**"Ampliación de Tepetateras"**

La zona del proyecto (Cauce del Río Choix) prácticamente no es susceptible a la presencia de huracanes, pero si a presentar heladas y bajas temperaturas, por encontrarse cercana a la zona de transición del clima frío de la región.

En el municipio de Choix, las perturbaciones tropicales que ingresan por el Puerto de Topolobampo. Algunos ciclones han sido particularmente desastrosos debido a la velocidad de sus vientos y la cantidad de agua que cae en poco tiempo.

**Registro de perturbaciones hidrometeorológicas**

Nombre	Año	Categoría	Vientos km/hr	Lugar de Impacto
Katrina	1971	DT	45	Topolobampo
Irah	1973	H1	130	Topolobampo
Liza	1976	H4	220	Topolobampo
Paul	1978	DT	55	Las Glorias
Lidia	1981	TT	65	Topolobampo
Paul	1982	H2	158	Topolobampo
Paine	1986	H1	148	Topolobampo
Rachel	1990	TT	110	Topolobampo
Ismael	1995	H1	120	Topolobampo
Fausto	1996	H1	130	San Ignacio
Greg	1999	H1	120	Topolobampo
Lowel	2008	DT	45	Topolobampo

Con respecto a las heladas estas también se presentan con cierta regularidad en los meses de Enero y Febrero con una ocurrencia de entre 6 a 8 años. La última helada más severa fue en febrero del 2011. Otros tipos de eventos se registran a continuación:

**Registro de eventos meteorológicos de la Estación 25155 Choix**

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA	3.8	2.5	1.1	0.6	0.6	4.6	14.9	12.9	9.7	3.8	2.3	2.4	59.2
AÑOS CON DATOS	17	15	18	17	15	16	17	17	15	14	13	15	
NIEBLA	1.0	0.4	0.1	0.1	0.0	0.1	0.8	1.5	2.6	1.1	0.7	0.9	9.3
AÑOS CON DATOS	18	16	18	18	16	17	17	17	16	15	15	16	
GRANIZO	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.9
AÑOS CON DATOS	18	16	18	18	16	17	17	17	16	15	15	16	
TORMENTA E.	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	1.9	7.2	8.2	4.3	0.9	0.3	0.1	23.9
AÑOS CON DATOS	18	16	18	18	16	17	17	17	16	14	15	16	

Los vientos dominantes se orientan al Oeste en una velocidad de 1 m/seg. La Nubosidad detectada por la estación, considera 192 días despejados y 168 nublados en el año. Los fenómenos especiales durante los 17 años estudiados incluyen 36 días con rocío, una helada y 10 días con niebla.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**b) Geomorfología:**

***Ambiente geológico del proyecto***

Los materiales geológicos del municipio de Choix en sus dos zonas fisiográficas, registran diversas rocas, tales como:

- d) Riolitas, ignimbritas, tobas riolíticas y algunas dacitas en afloraciones aisladas, que presentan en general una escasa inclinación o están horizontales; pertenecen al período Cenozoico del Terciario Superior Acido.
- e) Rocas intrusivas como el granito, granodiorita, monzonita y tonalita como fases principales del batolito; este grupo de rocas tienen una edad radiométrica de 40 a 100 Millones de Años.
- f) Andesitas con reolitas, areniscas, tobáceas y brechas bazales del Cenozoico y del Terciario Inferior Básico.

Aunque existen diversos grupos de rocas que son poco representativas, cabe señalar que al Este de la localidad de Choix, aflora un grupo grande de

calizas, y río abajo se encuentran rocas carbonatadas las cuales presentan dificultad para su explotación. Las principales rocas y suelos que se distribuyen por el territorio del municipio de Choix se conformaron fundamentalmente en los períodos geológicos Cuaternario, Terciario, Jurásico, Cretácico y Paleozoico Superior. En el período Cuaternario se generan rocas o suelos de tipo Aluvial; en el Terciario la Arenisca, Arenisca-Conglomerado, Basalto, Riolita-Toba Ácida, Toba Ácida-Brecha Volcánica Ácida; en el Jurásico, Metavolcánica; en el Cretácico la Caliza-Lutita, la Granodiorita y la Lutita-Arenisca, y en el Paleozoico Superior la Pizarra-Filita.

Específicamente, área del Proyecto, se asienta sobre cinco tipos de roca, destacando en orden de importancia la granodiorita, metavolcánica, caliza, basalto y riolita.

La zona del Proyecto, presenta una formación geológica de la Era Meszoica (M), Periodo Jurásico (J), con Rocas Igneas Intrusivas que forman una Unidad Litológica Metavolcánica (mv), como se observa en el mapa siguiente: (INEGI, 1998).

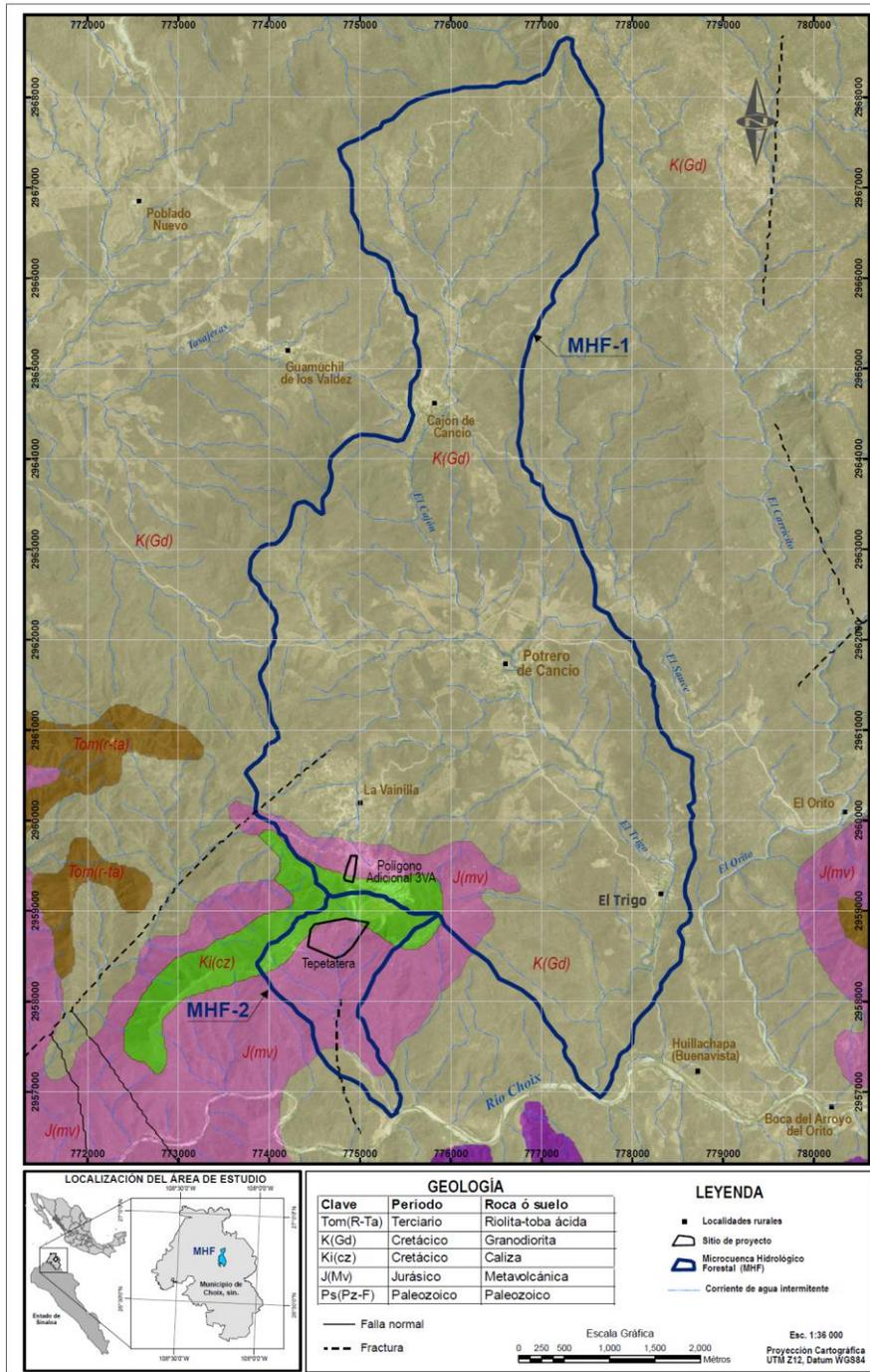
**"Ampliación de Tepetateras"**



**Arreglo geológico del municipio de Choix.**

Las rocas metavolcánicas son principalmente tobas andesíticas y basálticas, con algunas interacciones delgadas de lutita. Las tobas basálticas contienen también derrames de lava basáltica. Se considera a este conjunto de rocas de origen marino, acumulado en un ambiente eugeosancinal. Con base en los datos geológicos disponibles a la fecha, la verdadera posición estratigráfica de las tobas andesíticas con respecto a las tobas basálticas, no está establecida con seguridad. Esta circunstancia aunada al reducido tamaño de los afloramientos conocidos en la actualidad, motivo por el que no se designaran a estas rocas como unidades estratigráficas formales.

"Ampliación de Tepetateras"



Geología del proyecto.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Estadísticos geológicos de la microcuenca hidrológico forestal del proyecto.**

Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
J(Mv)	Metamórfica	Metavolcánica	Mesozoico	Jurásico	243.568461	7.53924906	8.909199455
K(Gd)	Ígnea intrusiva	Granodiorita	Mesozoico	Cretácico	2892.384111	89.52884991	
Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	94.720126	2.931901027	

***Fisiografía del proyecto***

La orografía de la región del municipio está representada por la Sierra de La Tasajera, que se origina en el Estado de Chihuahua. Por su cercanía a la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, el municipio de Choix presenta una formación geomorfológica irregular, dando lugar a la presencia de 4 rangos de pendientes con distintas aptitudes al desarrollo urbano. Las zonas con pendientes mayores al 25% se dan en la porción noreste, oriente y suroeste del centro de población de Choix, donde predomina la selva baja caducifolia y en menor medida el bosque de encino. Las áreas con esta pendiente suman 1 mil 053.95 ha., lo que representa el 12.56% de su territorio. El rango de pendientes de 15 a 25 % cubren porciones en la parte montañosa de la porción noreste, de la zona noroeste y sureste, y que en conjunto suman una superficie de 1 mil 512.43 ha., lo que representa el 18.03% de dicho centro. Finalmente, el rango de pendientes de 2 a 5% cubre una extensión territorial dentro del centro de población de 2 mil 890.96 ha., lo que se traduce en una importancia relativa del 34.46%. En cuanto a su distribución por el territorio, encontramos que este rango abarca las áreas en donde se asienta la zona urbana de Choix y áreas aledañas a la misma.

La configuración orográfica de la región está determinada por una serie de prolongaciones de la Sierra Madre Occidental, que manifiestan fuertes cambios en su hipsometría; sus elevaciones varían de los 300 a los 2,700 metros sobre el nivel del mar. Por el extremo Norte del municipio de Choix penetra a Sinaloa la Sierra de Gocopiro sirviendo de limítrofe con el Estado de Sonora; ésta Serranía se desplaza de Norte a Oeste, y se introduce al municipio de El Fuerte.

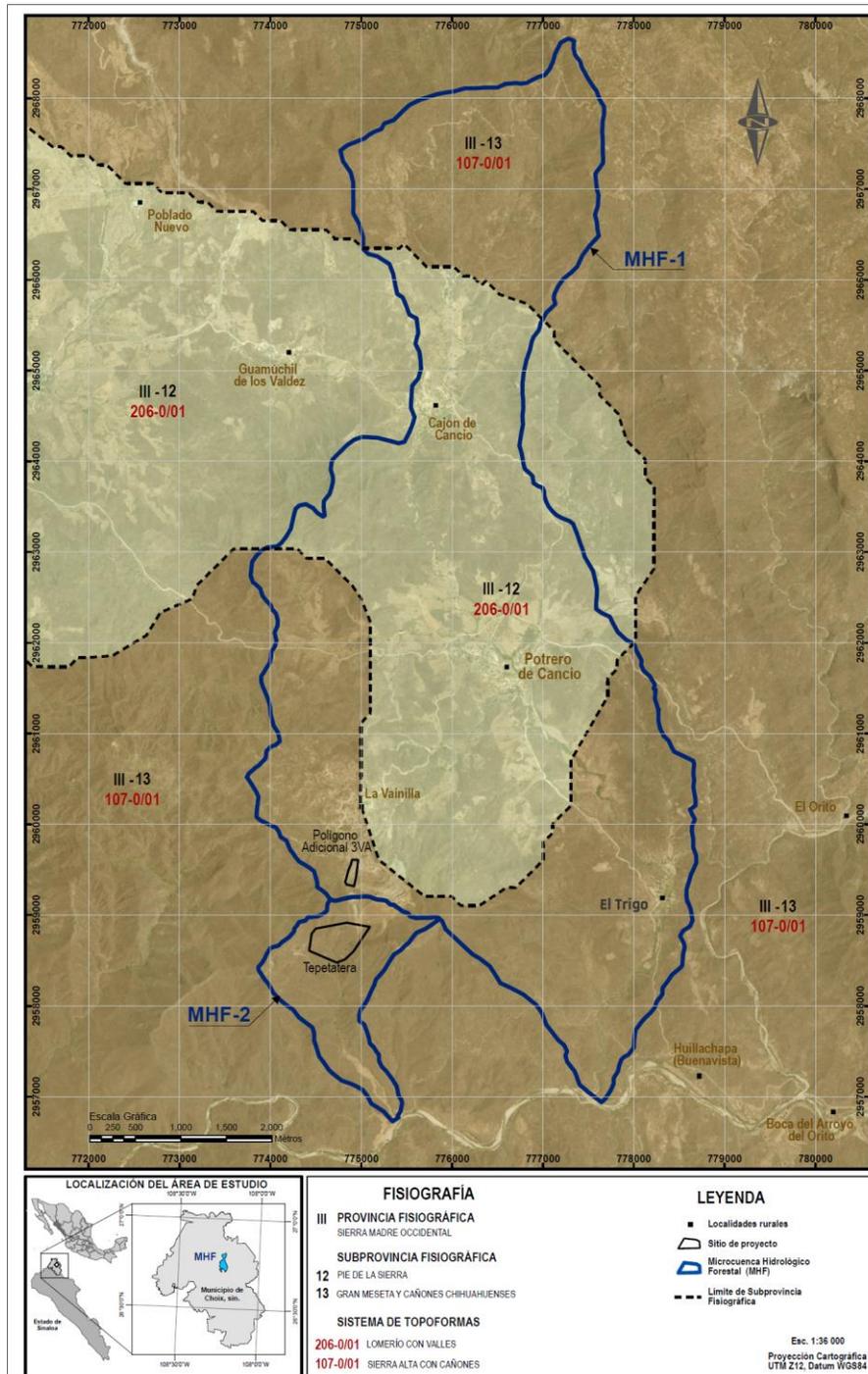
El Sistema orográfico de la Mesa de Santa Rita se ubica en la región Norte, mientras que en el Noreste se localizan las Serranías de San Vicente y de Choix, desprendiéndose la primera en dirección Norte – Noreste y las dos restantes del Este a Oeste.

De acuerdo a la información manejada por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística, el área del proyecto, pertenece a la Provincia Sierra Madre Occidental, en la subprovincia Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses. La topografía en la zona del proyecto es de sierra alta con cañones.

**Composición fisiográfica de la microcuenca hidrológico forestal**

PROVINCIA	Clave subprovincia	Subprovincia	Clave subprovincia	Topoformas	Topoformas	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
Sierra Madre Occidental	III	Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses	13	SIERRA ALTA CON CAÑONES	107-0/01	1793.383739	55.51456454	1.210003165
Sierra Madre Occidental	III	Pie de la Sierra	12	LOMERMO CON VALLES	206-0/01	1437.090559	44.48543546	

"Ampliación de Tepetateras"



Arreglo fisiográfico del proyecto

"Ampliación de Tepetateras"

**Pendiente media del proyecto**

La orografía de la región del municipio está representada por la Sierra de La Tasajera, que se origina en el Estado de Chihuahua. Por su cercanía a la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, el municipio de Choix presenta una formación geomorfológica irregular, dando lugar a la presencia de 4 rangos de pendientes con distintas aptitudes al desarrollo urbano. Las zonas con pendientes mayores al 25% se dan en la porción noreste, oriente y suroeste del centro de población de Choix, donde predomina la selva baja caducifolia y en menor medida el bosque de encino. Las áreas con esta pendiente suman 1,053.95 ha., lo que representa el 12.56% de su territorio. El rango de pendientes de 15 a 25 % cubren porciones en la parte montañosa de la porción noreste, de la zona noroeste y sureste, y que en conjunto suman una superficie de 1,512.43 ha., lo que representa el 18.03% de dicho centro. Finalmente, el rango de pendientes de 2 a 5% cubre una extensión territorial dentro del centro de población de 2 mil 890.96 ha., lo que se traduce en una importancia relativa del 34.46%. En cuanto a su distribución por el territorio, encontramos que este rango abarca las áreas en donde se asienta la zona urbana de Choix y áreas aledañas a la misma.

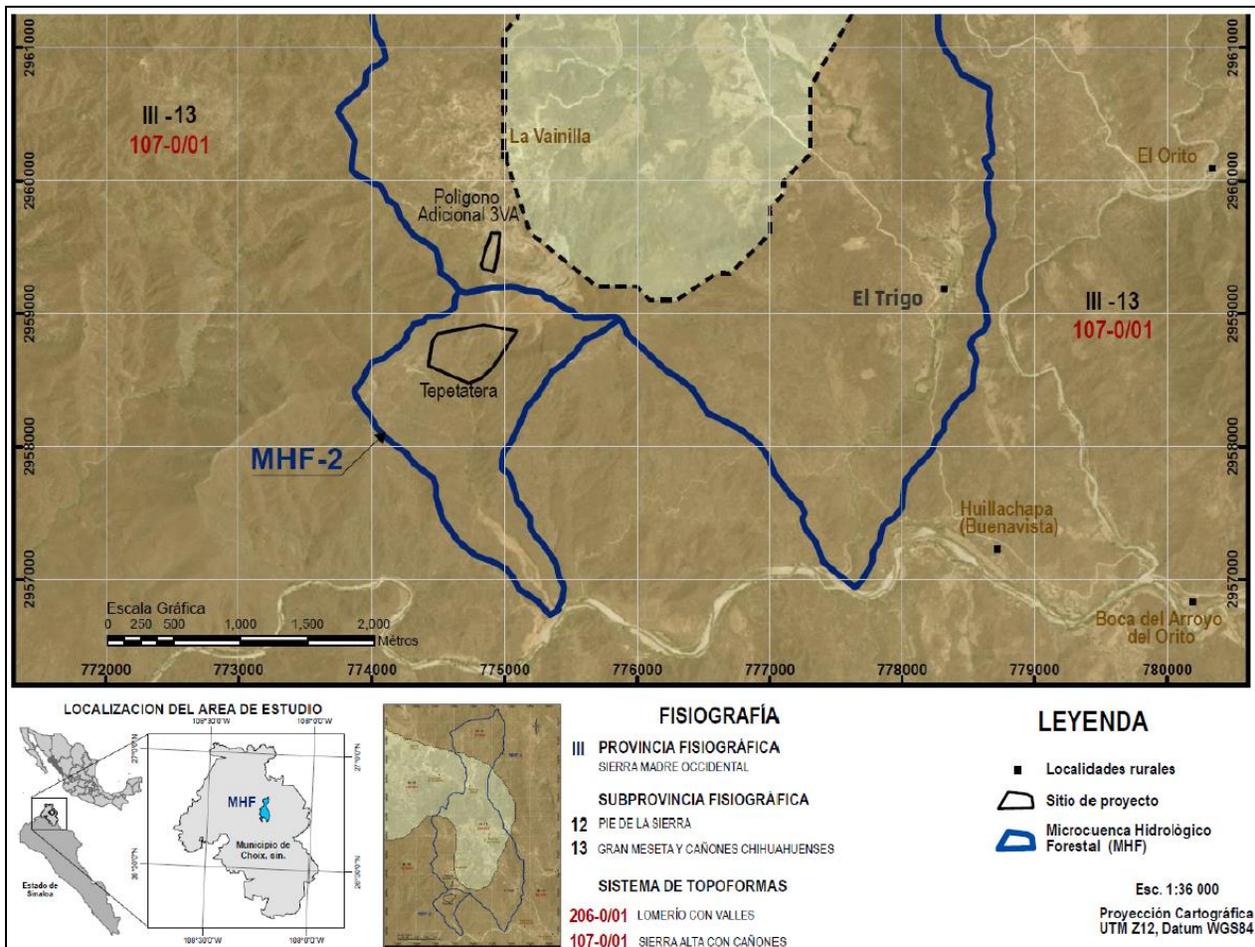


Figura V.1. Arreglo fisiográfico del proyecto

**"Ampliación de Tepetateras"**

La configuración orográfica de la región está determinada por una serie de prolongaciones de la Sierra Madre Occidental, que manifiestan fuertes cambios en su hipsometría; sus elevaciones varían de los 300 a los 2,700 metros sobre el nivel del mar. Por el extremo Norte del municipio de Choix penetra a Sinaloa la Sierra de Gocopiro sirviendo de límite con el Estado de Sonora; ésta Serranía se desplaza de Norte a Oeste, y se introduce al municipio de El Fuerte.

El Sistema orográfico de la Mesa de Santa Rita se ubica en la región Norte, mientras que en el Noreste se localizan las Serranías de San Vicente y de Choix, desprendiéndose la primera en dirección Norte – Noreste y las dos restantes del Este a Oeste.

De acuerdo a la información manejada por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística, el área del proyecto, pertenece a la Provincia Sierra Madre Occidental, en la subprovincia Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses. La topografía en la zona del proyecto es de sierra alta con cañones.

**Tabla V.1. Composición fisiográfica de la microcuenca hidrológico forestal**

PROVINCIA	Clave subprovincia	Subprovincia	Clave subprovincia	Topoformas	Topoformas	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
Sierra Madre Occidental	III	Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses	13	SIERRA ALTA CON CAÑONES	107-0/01	55.5146	1.2100
Sierra Madre Occidental	III	Pie de la Sierra	12	LOMERMO CON VALLES	206-0/01	44.4854	

***Fenómenos geológicos***

Presencia de fallas y fracturamientos en el predio o área de estudio

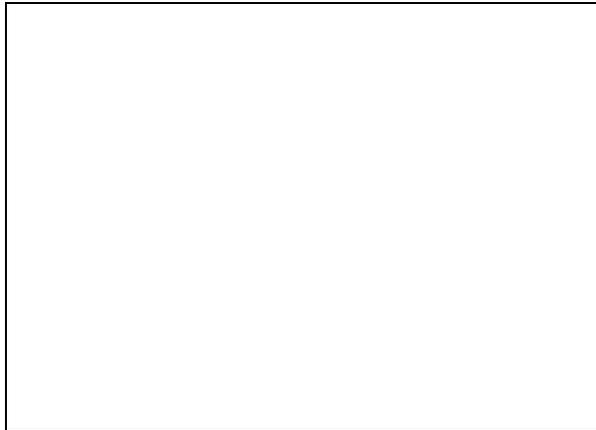
En el cauce del Río Choix que se manifiesta en el proyecto, no presenta fallamientos ni fracturas aparentes, sin embargo no se cuenta con estudios de esta naturaleza donde se comprueben dichas características.

Las posibilidades de que se presenten derrumbes y deslizamientos son pocas, ya que los suelos tienen características que denotan estabilidad.

Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.

En la parte norte, hacia el estado de Sonora se registra una región de actividad volcánica reciente (Cuaternario), localizada en el Valle de San Bernardino. Regionalmente se observa la existencia de diques de composición andesítica. Dichos diques están asociados al relajamiento de la corteza durante el proceso de apertura del Golfo de California (Terciario Medio y Superior). La evidencia geológica muestra que la actividad volcánica intensa en el Mioceno Superior, gradualmente ha venido disminuyendo hasta concentrarse en áreas localizadas como El Pinacate y el Valle de San Bernardino.

**"Ampliación de Tepetateras"**



**Regionalización sísmica de la República Mexicana**

Por esta razón, en Sinaloa, y en particular el municipio Choix, puede concluirse que en el predio en estudio no existe actividad volcánica reciente o activa que pudiera intervenir en el objetivo de la presente solicitud.

El Área de Estudio, en materia de sismicidad se encuentra en la Zona B de la República Mexicana, dentro del Nivel II al III, que se definen como "muy débil a ligero", es decir, que no es una zona que se caracterice por presentar una actividad geológica en sismicidad o actividad volcánica.

**c) Suelo:**

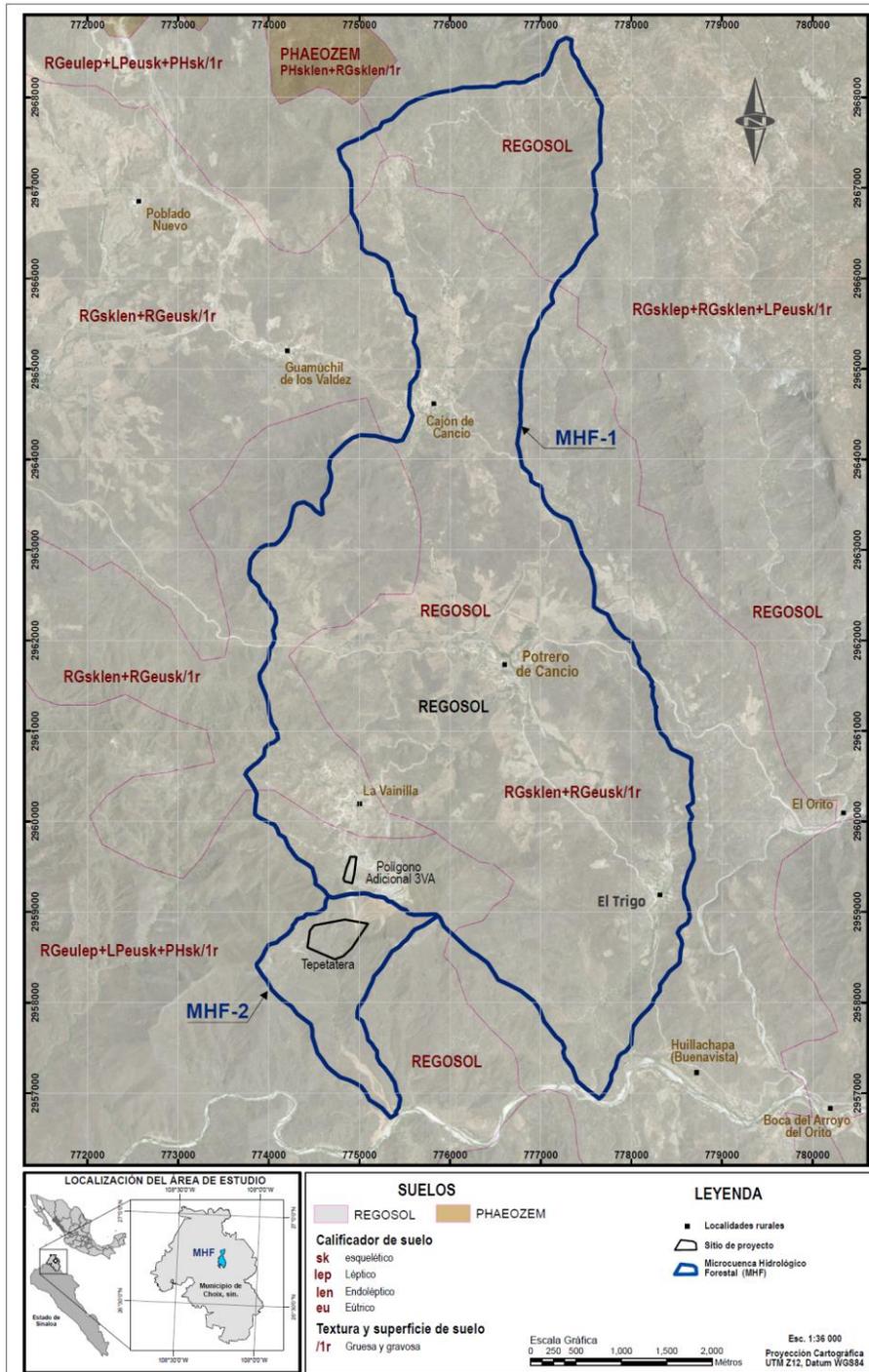
***Tipos de suelos***

El suelo constituye la capa superficial de la corteza terrestre y está formado por minerales generalmente no consolidados y de naturaleza distinta a los de las rocas, sustancias y restos orgánicos, agua, gases (principalmente los del aire) y seres vivos.

La variación en topografía, climas, tipos de rocas y edades de formación de los paisajes mexicanos son la causa de la diversidad de sus ecosistemas. Muchos de éstos, al igual que su vegetación o fauna, responden al tipo de suelo que presentan.

Los suelos predominantes en el municipio son de origen ígneo de los periodos terciario, principalmente y cretácico; hacia el sur del territorio existen algunas zonas con suelos de origen metamórfico de los periodos mesozoico y paleozoico. En la composición de los suelos, predominan las unidades litosol en el norte, y en algunas partes del centro y este del municipio; regosol en el centro y sur, y algunas áreas de cambisol en el oeste.

"Ampliación de Tepetateras"



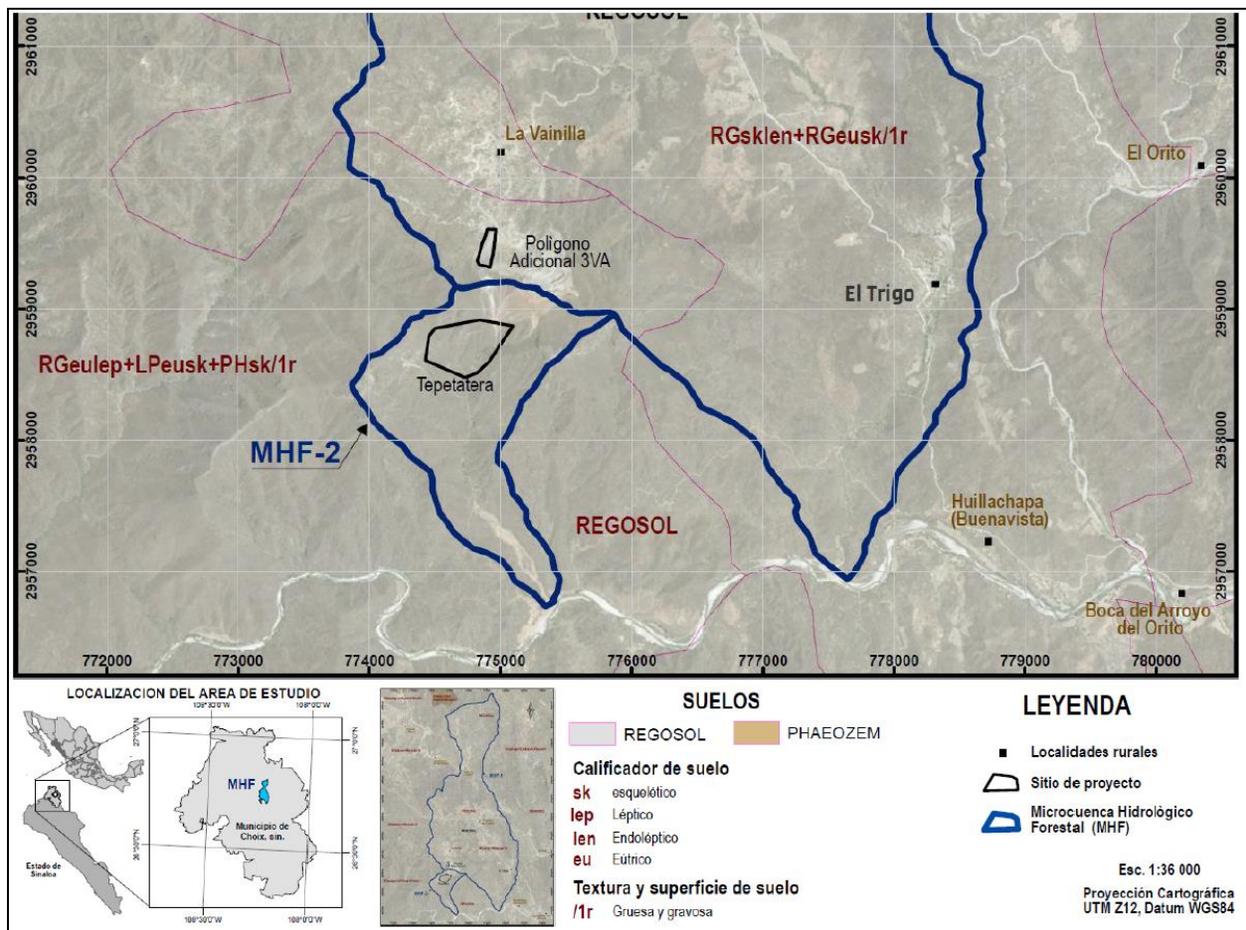
Tipos de suelos en el proyecto

**"Ampliación de Tepetateras"**

En particular para el proyecto, el suelo primario es Regosol éútrico y leptosol éútrico el suelo secundario de acuerdo a la siguiente estadística.

**Tipos de suelo en la microcuenca hidrológico forestal**

Tipo de suelo	Suelo primario			Suelo secundario			Textura	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
RGeulep+LPeusk+PHsk/1r	REGOSOL	éútrico	léptico	LEPTOSOL	éútrico	esquelético	Gruesa gravosa	418.782	12.848	5.182
RGsklen+PHha/1r	REGOSOL	esquelético	endoléptico	PHAEZEM	NO	háplico	Gruesa gravosa	432.033	13.255	
RGsklen+RGeusk/1r	REGOSOL	esquelético	endoléptico	REGOSOL	éútrico	esquelético	Gruesa gravosa	2046.149	62.776	
RGsklep+RGsklen+LPeusk/1r	REGOSOL	esquelético	léptico	REGOSOL	esquelético	endoléptico	Gruesa gravosa	362.482	11.121	



**Tipos de suelos en el proyecto**

El suelo tipo, se caracteriza por presentar poco desarrollo y por ello no presentan capas muy bien diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen, como se observa en las fotos siguientes:

### "Ampliación de Tepetateras"

Esta unidad tiene una aptitud moderada al desarrollo urbano. Las características del regosol se determinan por la baja fertilidad y poca retención de humedad, para la agricultura sólo está orientado a cultivos resistentes a sequías. Este tipo de suelo se ubica en las laderas y planicies que rodean al centro de población.

De las unidades de suelo detectadas, el litosol es el segundo en importancia dentro del centro de población, ya que tiene una superficie de 1,998.64 ha, que en términos porcentuales significa el 23.82% de su territorio. Algunas de sus características son que tiene un espesor menor de 10 cm, ello deriva en el asentamiento de vegetación de escasa raíz, además no tiene aptitud para el desarrollo de actividades agropecuarias; en relación al desarrollo urbano, presenta una vocación moderada.

Las principales características de los suelos señalados anteriormente, se muestran a continuación.

**Regosol.** Los Regosoles se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. Aparecen en cualquier zona climática sin permafrost y a cualquier altitud. Son muy comunes en zonas áridas, en los trópicos secos y en las regiones montañosas. El perfil es de tipo AC. No existe horizonte de diagnóstico alguno excepto un ócrico superficial. La evolución del perfil es mínima como consecuencia de su juventud, o de un lento proceso de formación por una prolongada sequedad. Su uso y manejo varían muy ampliamente. Bajo regadío soportan una amplia variedad de usos, si bien los pastos extensivos de baja carga son su principal utilización.

**Leptosol.** El término leptosol deriva del vocablo griego "leptos" que significa delgado, haciendo alusión a su espesor reducido. El material original puede ser cualquiera tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10 % de tierra fina. Aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y elevada pendiente. Se encuentran en todas las zonas climáticas y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas. El desarrollo del perfil es de tipo AR o AC, muy rara vez aparece un incipiente horizonte B. En materiales fuertemente calcáreos y muy alterados puede presentar un horizonte mólico con signos de gran actividad biológica. Son suelos poco o nada atractivos para cultivos; presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos.

**Phaeozem.** El término Feozem deriva del vocablo griego "phaios" que significa oscuro y del ruso "zemlja" que significa tierra, haciendo alusión al color oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido en materia orgánica. El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados; destacan los depósitos glaciares y el loess con predominio de los de carácter básico. Se asocian a regiones con un clima suficientemente húmedo para que exista lavado pero con una estación seca; el clima puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. El relieve es llano o suavemente ondulado y la vegetación de matorral tipo estepa o de bosque. El perfil es de tipo AhBC el horizonte superficial suele ser menos oscuro y más delgado que en los Chernozem. El horizonte B puede ser de tipo Cámbico o Árgico. Los Feozems vírgenes soportan una vegetación de matorral o bosque, si bien son muy pocos. Son suelos fértiles y soportan una grna variedad de cultivos de secano y regadío así como pastizales. Sus principales limitaciones son las inundaciones y la erosión.

### ***Estado de conservación del suelo***

Se entiende por erosión eólica el proceso de disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento. Es la remoción del suelo por acción del viento; es mayor a medida que disminuye la cubierta vegetal, por haber menor resistencia para que se inicie el movimiento. En el área de estudio, la cubierta de suelo está afectada tanto por fuerzas hídricas como eólicas. Con base en lo reportado por De la O, et al, (2009) la pérdida de suelo por erosión es más significativa por el efecto hídrico que el eólico. En áreas de suelo normal la erosión hídrica alcanza valores tan altos como 355 ton/ha/año. Eólicamente se tiene un deterioro de 5.5 ton/ha.año para suelos normales como máximo. El caso particular de la erosión hídrica se considera severo por estar por arriba de las 200 ton/ha.año con base en lo establecido por el INE-SEMARNAT y Universidad Autónoma Chapingo (2007). En el año 2002, la SEMARNAT y el Colegio de Postgraduados, realizaron el estudio de la Degradación de los Suelos causada por el Hombre escala 1:250,000. Este proyecto fue elaborado a partir de una valoración directa de los suelos de México en campo, y se basó en la metodología de Evaluación de la Degradación del Suelo causada por el Hombre, conocida como ASSOD (1997), por sus siglas en inglés, la cual establece el tipo de degradación actual de los suelos, sus niveles de afectación, las extensiones (superficies) que ocupan, las tasas actuales que presentan y las causas que la originan, utilizando como mapa base la delimitación de sistemas terrestres, sobre los espacio mapas del INEGI a una escala de 1:250,000.

Martínez y Fernández (1983) determinaron la erosión en el país con base en la relación entre la producción de sedimentos el área de drenaje de las diferentes subregiones hidrológicas. De acuerdo a esto, el proyecto se encuentra ubicado en la Subregión 9, en la que la erosión de los suelos se ubica entre 2 y 3 ton/ha/año, la cual se considera como una erosión leve. De esta manera, en el escenario 1 (sin el proyecto, en las condiciones actuales del predio sujeto a CUSTF), el potencial de erosión del suelo es de 2.82 ton/ha en el predio sujeto a CUSTF (aportado en 2.020 ton/ha por erosión hídrica y 0.800 ton/ha por erosión eólica). Los procesos erosivos que ocurren de manera natural son mayormente de tipo hídrica, dada la topografía que ocurre en el sitio. De esta manera, en la valoración de erosión del suelo para el proyecto, se considera una degradación baja, donde la erosión actual del proyecto resulta un equivalente de 2.82 ton/ha/año.

### ***Estimación de erosión***

#### **Cálculo de erosión Hídrica:**

Para estimar la cantidad de suelo que se pierde actualmente por erosión en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la que se incrementaría al realizar la remoción de la vegetación forestal se ha utilizado la fórmula universal de pérdida de suelos modificada con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE, ya que esta metodología no es la correspondiente a la ecuación universal de los suelos, la cual se empleada en el proceso de Ordenamiento General del Territorio y dada mediante la siguiente ecuación:

**"Ampliación de Tepetateras"**

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

**Dónde:**

- Eh= Erosión hídrica
- IALLU= Índice de agresividad de la lluvia (variable dependiente de la precipitación media anual)
- CAERO= Coeficiente de erodabilidad (variable dependiente del tipo de suelo)
- CATEX= Calificación de textura y fase del suelo
- CATOP= Calificación de la topografía (porcentaje de pendiente)
- CAUSO= Calificación por uso del suelo (cobertura de vegetación)

La metodología requiere de la preparación de 7 pasos intermedios que se mencionan a continuación:

1. PECRE: Período de crecimiento,
2. IALLU: Índice de agresividad de la lluvia,
3. IAVIE: Índice de agresividad del viento,
4. CAERO: Coeficiente de erodabilidad,
5. CATEX: Calificación de textura y fase
6. CATOP: Calificación de la topografía,
7. CAUSO: Calificación por uso del suelo

El índice de agresividad de la lluvia por su parte (IALLU), se determina mediante la siguiente expresión:

$$IALLU = 1.1244 (PECRE) - 84.693$$

IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875		
1.124400000	1.1244 (PECRE)	43.64896579
	14.787600000	14.787600000
	IALLU =	28.861

La variable **PECRE** se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de vegetación. El período de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual). Su estimación se hace con base a la expresión:

$$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 88.475$$

**Dónde:**

PREC: Precipitación media anual (mm)

Con todo este antecedente, señalamos que la estimación de la tasa erosiva en el área CUSTF se hizo mediante el modelo diseñado por la SEDUE, que como se habrá visto, comprende todas las variables de la EUPS con sus respectivos ajustes.

**"Ampliación de Tepetateras"**

PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC) <sup>2</sup> - 33.1019		
PREC	mm	313.90
0.2408	0.2408 (PREC)	75.58712
0.000037200	() - 0.0000372 (PREC) <sup>2</sup>	3.665435412
33.101900000	-33.1019	33.101900000
	PECRE =	38.820

**CAERO:** Para la evaluación de la erosión laminar hídrica se elaboró la capa de coeficiente de erodabilidad (CAERO) con base en los valores que se detallan en la tabla siguiente, reclasificando la capa de edafología. Para esta variable existen los valores tabulados en la siguiente tabla considerando el tipo de suelo.

**Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad**

CAERO	Unidades de suelo							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	Hi	Jc	Lf
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Q1	Rc	Th	Tm	U	Zm	
1.0	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
2.0	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vc	Vp	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xk	X1	Xy	Yh	Yk	Y1

La clase valor de CAERO es de 1.0 para suelo Regosol.

**CATEX:** El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase de los suelos, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla V.1 Textura y fase del suelo para el cálculo de la variable CATEX**

CATEX	Textura y Fase
0.2	Gruesa
0.3	Media
0.1	Fina
0.5	Fase pedregosa o gravosa

Para este caso es una textura media dando un valor de **CATEX de 0.2**

**"Ampliación de Tepetateras"**

**CATOP:** Esta variable está influenciada por la pendiente.

**Tabla V.1. Valores de la pendiente para el cálculo de la variable CATOP**

CATOP	Clase de pendiente	Rango (%)
0.35	A	0 – 8
3.50	B	8 – 30
11.00	C	Mayor del 30

El valor de **CATOP es de 3.5** ya que nuestra pendiente está comprendida entre el rango 8-30% (pendiente media estimada).

**CAUSO:** Esta variable queda determinada a partir del uso de suelo y vegetación en el sitio. Esta capa da como resultado la erosión hídrica expresada en términos de toneladas por hectárea por año.

**Valores CAUSO a partir de los usos del suelo**

Uso de suelo y vegetación	CAUSO
Agricultura de riego	0.8
Agricultura de temporal	0.8
Asentamientos humanos	0
Bosque de encino	0.1
Bosque de encino secundario	0.11
Matorral subtropical	0.10
Bosque de galería	0.05
Matorral subtropical	0.1
Matorral subtropical secundario	0.11
Chaparral	0.11
Cuerpo de agua	0
Matorral desértico micrófilo	0.15
Matorra la Sarcocaulle	0.15
Matorral desértico rosetófilo	0.15
Selva baja espinosa	0.15
Mezquital	0.15
Selva baja espinosa	0.12
Pastizal halófilo	0.12
Pastizal inducido	0.12
Pastizal natural	0.12
Sin vegetación aparente	0.4
Vegetación de galería	0.1
Vegetación halófila	0.12
Zona urbana	0

El valor de **CAUSO es de 0.10** (bosque de encino), además cabe mencionar que para el escenario con la implementación del proyecto será necesario el valor de CAUSO sin vegetación aparente, el cual es **0.40**. El mapa se reclasifica para obtener un mapa con 4 categorías, desde erosión nula a erosión muy alta ya que a cada clase se asignan los valores de la tabla siguiente:

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Valores para la elaboración del mapa de erosión hídrica**

Categoría	Valor de la erosión laminar (ton/[Ha*año])
Ligera	Menor de 12
Moderada	De 12 a 50
Alta	De 50 a 200
Muy Alta	Mayor de 200

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la estimación de la erosión antes y después del proyecto.

**Estimación de la erosión hídrica.**

Variable	Estimación Sin proyecto	Estimación Con proyecto
	Valor	Valor
PECRE	38.820	38.820
IALLU	28.861	28.861
CAERO	1	1
CATEX	0.2	0.2
CATOP	3.5	3.5
CAUSO	0.10	0.4
Tasa de erosión/ha	2.0203	8.0812
Tasa de erosión total (área del proyecto)	38.7475	154.9898

Al realizar el comparativo entre la tasa erosiva actual total que es de 38.7475 toneladas y la que resultó posterior al establecimiento del proyecto y sin medidas de mitigación que es de 154.9898 toneladas, tenemos un incremento de 116.242 toneladas. Esta cantidad refleja lo que deberá de mitigar o compensar debido a la erosión hídrica con las obras de conservación de suelos.

**Incremento de la erosión hídrica en el área de CUSTF**

Antes del CUSTF		Después del CUSTF		Incremento (toneladas)
Tasa De Erosión/Ha (toneladas)	Erosión Total (toneladas)	Tasa De Erosión/Ha (toneladas)	Erosión Total (toneladas)	
2.020	38.747	8.081	154.990	<b>116.242</b>

**Cálculos de erosión eólica**

Con respecto a la posible pérdida de suelo por acción del viento se tomaron en consideración los aspectos siguientes:

Se entiende por erosión eólica el proceso de disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento.

### "Ampliación de Tepetateras"

Este fenómeno se favorece por las condiciones siguientes:

- Vientos fuertes y frecuentes
- Superficies llanas expuestas al viento
- Suelo seco, de textura fina y poca materia orgánica.
- Una inexistente o degradada estructura del suelo.
- Condiciones de aridez, con altas temperaturas y escasas precipitaciones.
- Poca cubierta vegetal así como un pastoreo excesivo. La quema de residuos agrícolas y el laboreo irracional también pueden ser factores causantes de este tipo de erosión.

El movimiento de las partículas se produce por acción del viento y puede ser en función de su tamaño, rodando (mayores a 0.5 mm), saltando (de 0.05 a 0.5 mm), o en suspensión (menores a 0.1 mm).

Una de las manifestaciones más claras de los efectos de la erosión eólica por acción del viento son las dunas, que son acumulaciones de arena formadas al interponerse un obstáculo, que pueden tener forma transversal perpendicular al viento, estrellada, con direcciones variables o la típica forma de media luna o duna aislada que forma un montículo en el que el lado opuesto a la dirección del viento tiene mayor pendiente, al caer la arena por gravedad, y el lado enfrentando la dirección a la dirección de avance menor pendiente al ascender las partículas de arrastre.

Uno de los modelos más aplicados para estimar la erosión eólica es la ecuación de la erosión eólica WEQ. Según esta Ecuación:

$$E' = f(I', K', V', L', C')$$

La tasa de erosión eólica dependerá de la acción de los 5 factores siguientes:

1.- La erosividad eólica del viento (I'): representa el potencial de pérdida de suelo y depende de la granulometría del suelo. Se expresa en Mg/ha/año y se determina clasificando el suelo dentro de un grupo de erosividad de 8 tipos posibles según las propiedades de la superficie del suelo, y a partir del porcentaje de agregados del suelo seco mayores a 0.8 mm. Las variables más importantes del suelo a considerar son:

- textura.
- Contenido de Materia Orgánica
- Contenido de carbonato cálcico
- Estado de humedad del suelo
- Estabilidad estructural

### "Ampliación de Tepetateras"

El índice toma valor mínimo de 0 cuando los suelos son de alto contenido en elementos gruesos en la superficie o húmedos y un valor de 310 cuando los suelos son arenosos y el porcentaje de agregados del suelo seco mayores de 0.8 mm del 1%.

2.- La rugosidad del suelo (K): cualquier irregularidad de la superficie del suelo representa un obstáculo para la circulación del aire.

3.- Longitud del terreno (L): se refiere a la longitud efectiva que recorre el viento.

4.- Factor de la vegetación (V): se determina considerando 3 subfactores: el porcentaje de residuos superficiales del suelo; la clase de cobertura vegetal (densidad, superficie y altura) y la orientación, uniformidad, distribución y ancho de la vegetación.

5.- Factor climático: se refiere al modelo planteado por los autores de la fórmula y se cuantifica según la expresión:

Grupos de erosionabilidad al viento (WEG), e índice de erosionabilidad al viento (I)

Con base a lo anterior y considerando las condiciones medio ambientales del sitio y en general de la región en la que se ubica el proyecto, se aplicó el modelo de pérdida de erosión por la acción del viento

Este método proviene del fundamento de la Ecuación Universal de Perdida de Suelo (EUPS) es un método que ha sido ampliamente aplicado en planificación conservacionista de suelo. La erosión laminar y en surco anual promedio de un sitio particular, bajo determinadas condiciones, puede ser pronosticado por medio de la Ecuación Universal de Perdida de Suelo. Esta ecuación es una herramienta muy útil para la evaluación de la severidad de erosión laminar y en surco y determinación de las partículas de control de erosión necesarias para sostener pérdidas de erosión anuales promedios dentro de un nivel aceptable de erosión. Fue diseñada para áreas agrícolas y de construcción, pero puede ser adaptada a otras condiciones.

La EUPS calcula la pérdida de suelo anual promedio de erosión laminar y en surco sobre un terreno en función de las características de la lluvia, propiedades del suelo, rasgos topográficos, uso de la tierra y practicas de manejo.

Con el método ya explicado y la bibliografía consultada para armar la base de datos acá presentada, se procede a hacer los cálculos y a anexar la base de datos de donde se obtuvieron los resultados. Todos los datos aquí descritos se encuentran en el ANEXO de Erosión eólica.

#### **Cálculo de factores:**

$I'$  =este factor se obtiene al elegir la textura del suelo y definir si es calcáreo, para el caso del tramo en estudios la textura franco arenoso y es un suelo no calcáreo, dando un valor variable de acuerdo a cada tipo de suelo en este factor. Siendo para el proyecto NO calcáreo.

$I_s$  =se obtiene con saber cuál es la pendiente del terreno, la cual se encuentra por debajo del 5%, dando un factor de corrección de 1.3, ya que no se cuenta con montículos solo se usa ese factor para el polígono. Este valor fue el mismo en los cuatro tipos de suelos.

**"Ampliación de Tepetateras"**

K'=está dado por la presencia de bordos en el área, como no existe la presencia de estos su valor siempre será de 1 (en la hoja de cálculo seleccionamos la opción donde te dice si deseas realizar el cálculo del factor k le dices que no, ya que no hay rugosidad en el terreno). Este valor fue el mismo en los cuatro tipos de suelos.

C'=este valor está dado por el factor climático donde se conjugan la temperatura, precipitación y el viento, en este caso la hoja de Excel presentada ya contiene los cálculos de este factor con solo elegir la estación más cercana al área de estudio, en el caso del proyecto se eligió la estación 25155 Choix por estar más cerca del área en estudio, obteniendo un valor del factor de 45.07%.

Con estos valores iremos calculando paso a paso los datos necesarios para ingresar al nomograma que nos dará la erosión eólica actual y con la implementación del proyecto, las formulas se irán definiendo por la numeración de E1, E2.....

$$E1= I^*Is$$
$$E2= E1*K$$

E2= En este caso este valor es el mismo ya que el factor k es igual a 1, por no presentar bordos el terreno.

Estos valores diferentes se obtienen al hacer los cambios de vegetación en las pestañas de uso actual del suelo (se elige bosque de encino) y cobertura actual del suelo, con esto se obtiene un valor de **VL** adimensional sin proyecto. Para el caso del establecimiento del proyecto se elige sin vegetación aparente en la lista desplegable, obteniendo un valor de VL de **1**, estas pestañas son desplegables y se elige el uso de suelo y la cobertura de la vegetación.

$$E3= E2*(C*/100)$$
$$E4 = E3*VL$$

Estos valores diferentes se obtienen al hacer los cambios de vegetación en las pestañas de uso actual del suelo (se elige bosque de encino) y cobertura actual del suelo (del 40-60 %), con esto se obtiene un valor de **VL** adimensional de **0.65** sin proyecto, para el caso del establecimiento del proyecto se elige sin vegetación aparente en la lista desplegable, obteniendo un valor de VL de **1**, estas pestañas son desplegables y se elige el uso de suelo y la cobertura de la vegetación.

Los valores de **E2 y E4** para los dos escenarios son lo que se usan para entrar al nomograma y calcular la erosión actual y con el establecimiento del proyecto. Estos valores los podemos observar mejor en la tabla de erosión eólica con y sin proyecto que abajo se presenta.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Estimación de la erosión eólica para el proyecto.**

Sin proyecto		Erosión actual		E. total	Diferencia ha mitigar
E2	110.5	0.8	ton/ha/año	15.343	
E4	16.19				
Con proyecto		Erosión con proyecto		E. total	1.918
E2	110.5	0.9	ton/ha/año	17.261	
E4	49.80				

En la tabla anterior también se puede observar que la erosión total actual sin el establecimiento del proyecto es de 0.8 ton/ha/año (15.343 ton del predio sujeto a CUSTF) y con el establecimiento del proyecto de 0.9 ton/ha/año (17.261 ton del predio ejecutando el CUSTF), obteniendo una diferencia a mitigar de 1.918 toneladas/ha/año.

**Erosión total:**

Finalmente, integrando las estimaciones de erosión eólica e hídrica para el proyecto, tenemos los siguientes resultados:

**Balance de erosión para el proyecto**

Escenario 3					
Erosión		Erosión a mitigar por clase	Total a mitigar	Mitigación /Obras (ton)	Residual (ton)
Hídrica	Erosión/Ha	116.242	118.160	1201.170	1083.010
	Erosión/CUSTF				
Eólica	Erosión/Ha	1.918			
	Erosión/CUSTF				

Como se puede observar en la siguiente tabla la erosión total a mitigar es de 118.160 toneladas en el área de CUSTF, esta erosión se obtuvo al sumar la erosión hídrica a mitigar y la erosión eólica.

Considerando además las obras de mitigación para la retención de suelos que son desarrolladas en las de este documento, resulta el siguiente balance:

**1).- Tasa de erosión que se presenta en las condiciones actuales, señalando los procesos erosivos que ocurren de manera natural.**

De esta manera, en el escenario 1 (sin el proyecto, en las condiciones actuales del predio sujeto a CUSTF), el potencial de erosión del suelo es de 2.82 ton/ha en el predio sujeto a CUSTF (aportado en 2.020 ton/ha por erosión hídrica y 0.800 ton/ha por erosión eólica). Los procesos erosivos que ocurren de manera natural son mayormente de tipo hídrica, dada la topografía que ocurre en el sitio. De esta manera, en la valoración de erosión del suelo para el proyecto, se considera una degradación baja, donde la erosión actual del proyecto resulta un equivalente de 2.82 ton/ha/año.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Tasa de erosión en las condiciones actuales del predio sujeto a CUSTF**

<b>Escenario 1</b>		
<b>Erosión</b>		<b>Sin Proyecto</b>
<b>Hídrica</b>	Erosión/Ha	2.020
	Erosión/CUSTF	38.747
<b>Eólica</b>	Erosión/Ha	0.800
	Erosión/CUSTF	15.343
		2.820

2).- Tasa de erosión que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal, considerando el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo.

En el escenario 2, existe una potencial aportación del proyecto que incrementa a 8.081 ton/ha/año de erosión hídrica y de 0.900 ton/ha/año, si no se aplican las medidas de retención de suelos que se proponen en la presente solicitud. Esto se verá potencialmente incrementado por el desmonte y la ocupación de las 19.1791 ha naturales para dar paso al CUSTF, hasta en 8.981 ton/ha, lo que representa una erosión total a mitigar de 118.160 ton totales, en apego a las metodologías seguidas, que promueva ese tipo de arrastre y pérdida de suelo.

**Tasa de erosión que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal, con la ejecución del CUSTF considerando el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo**

<b>Escenario 2</b>		
<b>Erosión</b>		<b>Con proyecto</b>
<b>Hídrica</b>	Erosión/Ha	8.081
	Erosión/CUSTF	154.990
<b>Eólica</b>	Erosión/Ha	0.900
	Erosión/CUSTF	17.261
		8.981

3).- Tasa de erosión implementando las medidas de mitigación para el proyecto.

Sin embargo, se prevé la ejecución de 3,500 terrazas individuales con el potencial de retención total de 942.870 ton de suelo, así como la construcción de 10 zanjas bordo con una retención acumulada de 258.300 ton, que totalizan una retención de 1,201.170 ton de suelo durante 3 años, alcanzándose a revertir el proceso potencialmente erosivo desde el primer año con una retención por encima de la afectación para generar un residual positivo de 1,083.010 ton de retención de suelo adicional. Más adelante, en las medidas de mitigación se presenta el detalle de dichas obras.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Estimación de erosión resultante con la aplicación de medidas de mitigación.**

Erosión		Escenario 1	Escenario 2	Erosión a mitigar por clase	Total a mitigar	Escenario 3	
		Sin Proyecto	Con proyecto			Mitigación /Obras (ton)	Residual (ton)
Hídrica	Erosión/Ha	2.020	8.081	116.242	118.160	1201.170	1083.010
	Erosión/CUSTF	38.747	154.990				
Eólica	Erosión/Ha	0.800	0.900	1.918	118.160	1201.170	1083.010
	Erosión/CUSTF	15.343	17.261				
		2.820	8.981				

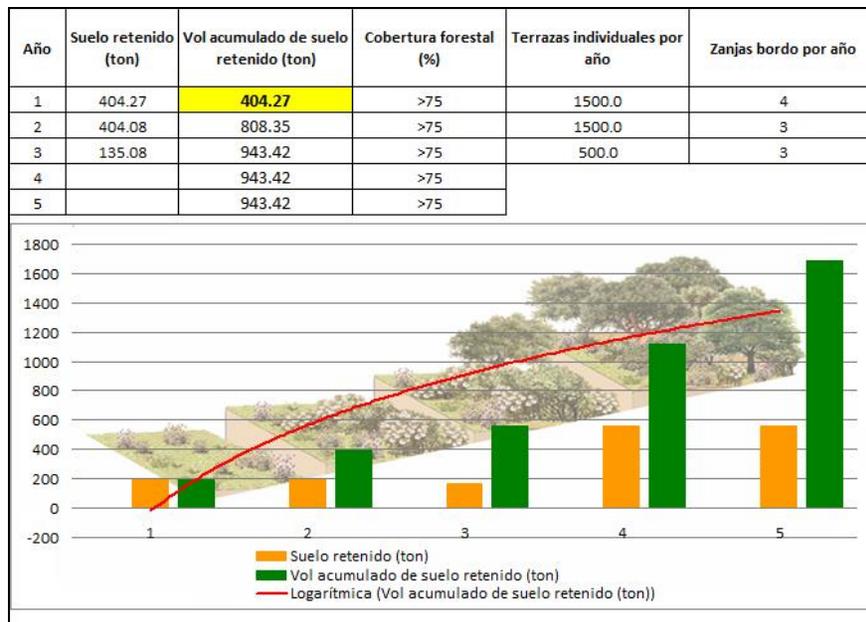


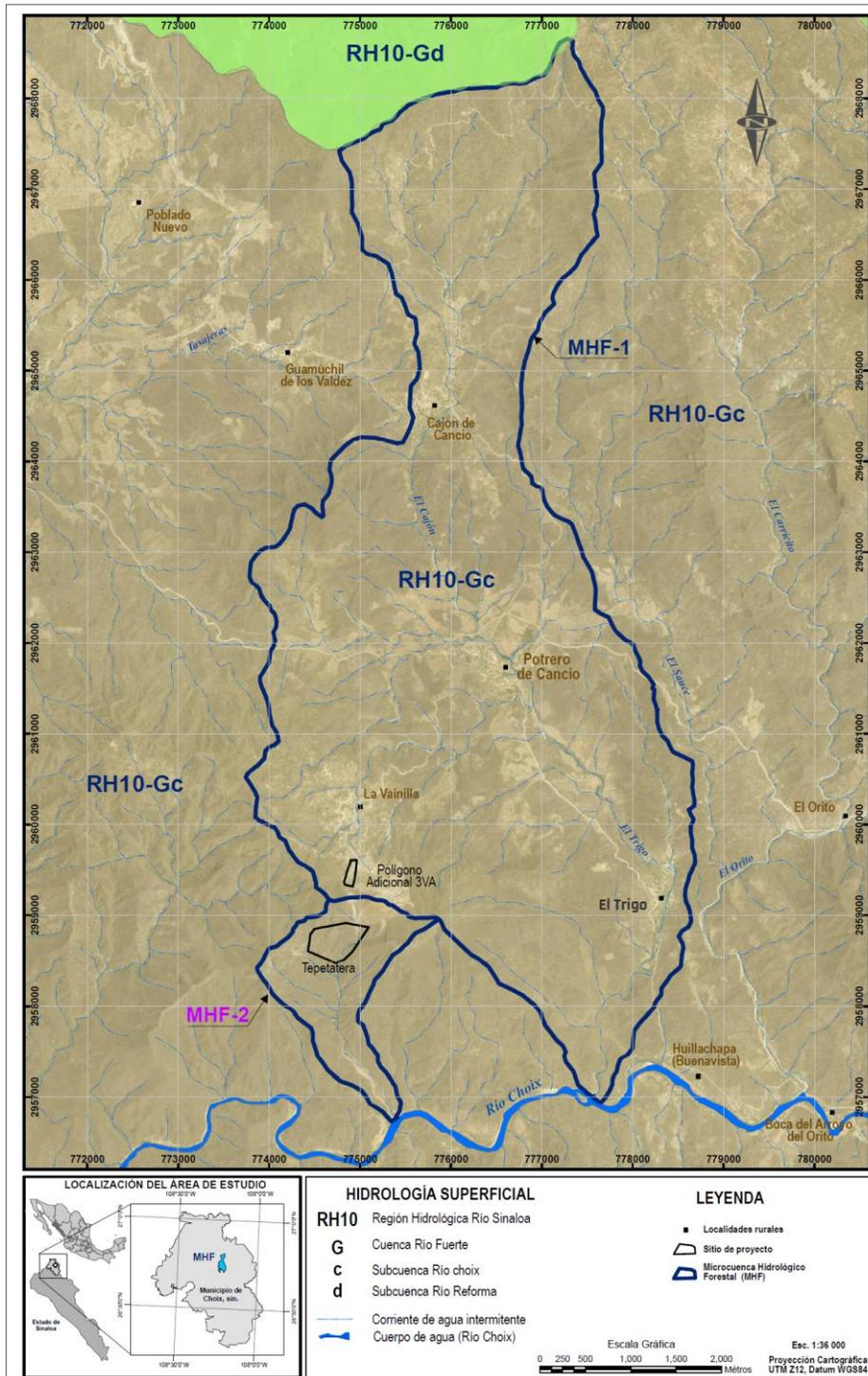
Figura V.1. Representación del comportamiento para revertir la pérdida potencial de suelo por erosión.

**d) Agua:**

***Hidrología superficial***

El municipio de Choix es cruzado por uno de los ríos más importantes de Sinaloa, el Río Fuerte. El origen de esta corriente hidrológica es la Sierra Tarahumara de Guadalupe y Calvo en el estado de Chihuahua, surgiendo con la unión de las aguas de los arroyos de Chinatú y Verde. En los límites con Sinaloa recibe como afluentes a los arroyos de Batopilas o Tubares y Urique; en el territorio del municipio de Choix se le une el arroyo de Chinipas en las cercanías del pueblo de Huites.

"Ampliación de Tepetateras"



Hidrología superficial del proyecto

**"Ampliación de Tepetateras"**

Afluente importante es el Río Choix que vierte sus aguas al Río Fuerte en las proximidades del pueblo de Baca; contribuyen también al aumento de su caudal los arroyos de Chinobampo, Baimena y Septentrión, San Miguel y arroyo de Álamos. A su paso por el municipio de El Fuerte sus aguas son controladas por la Presa Miguel Hidalgo, utilizándolas para irrigar los valles agrícolas de El Carrizo y El Fuerte.

El recorrido de esta corriente hidrológica es de 670 kilómetros hasta su desembocadura en el Golfo de California; manifiesta un escurrimiento medio anual de 4,838 millones de metros cúbicos, un máximo de 9,200 y un mínimo de 1,500 millones de metros cúbicos. Su área de cuenca es de 33,590 kilómetros hasta la estación hidrométrica de San Blas, municipio de El Fuerte. Dentro del municipio, en ambas márgenes del Río Fuerte, se localizan diversas poblaciones, señalando como las mas importantes: Huites, Arenal de Baca, Subilimayo, Los Zapuches, Baca y Guamúchil Viejo.

En el extremo sur del municipio, se forman los arroyos de Ocoroni, Tetaroba, Chinobampo y Cabrera. Existen además dos manantiales de aguas termales y sulfurosas, una en Agua Caliente de Baca y la otra en Agua Caliente Grande, a una distancia de 30 a 32 kilómetros de la cabecera municipal.

Las corrientes de aguas superficiales está constituida por los siguientes ríos: Sus escurrimientos se aprovechan con las presas Miguel Hidalgo y Luis Donald Colosio Mocerito, Río Culiacán ( nace de la confluencia de los Ríos Humaya y Tamazula), Río San Lorenzo, Río Piaxtla, Río Elota, Río Quelite, Río Presidio, Río Baluarte y el Río Las Cañas. Los principales escurrimientos existentes en la zona del proyecto corresponden al Río Choix.

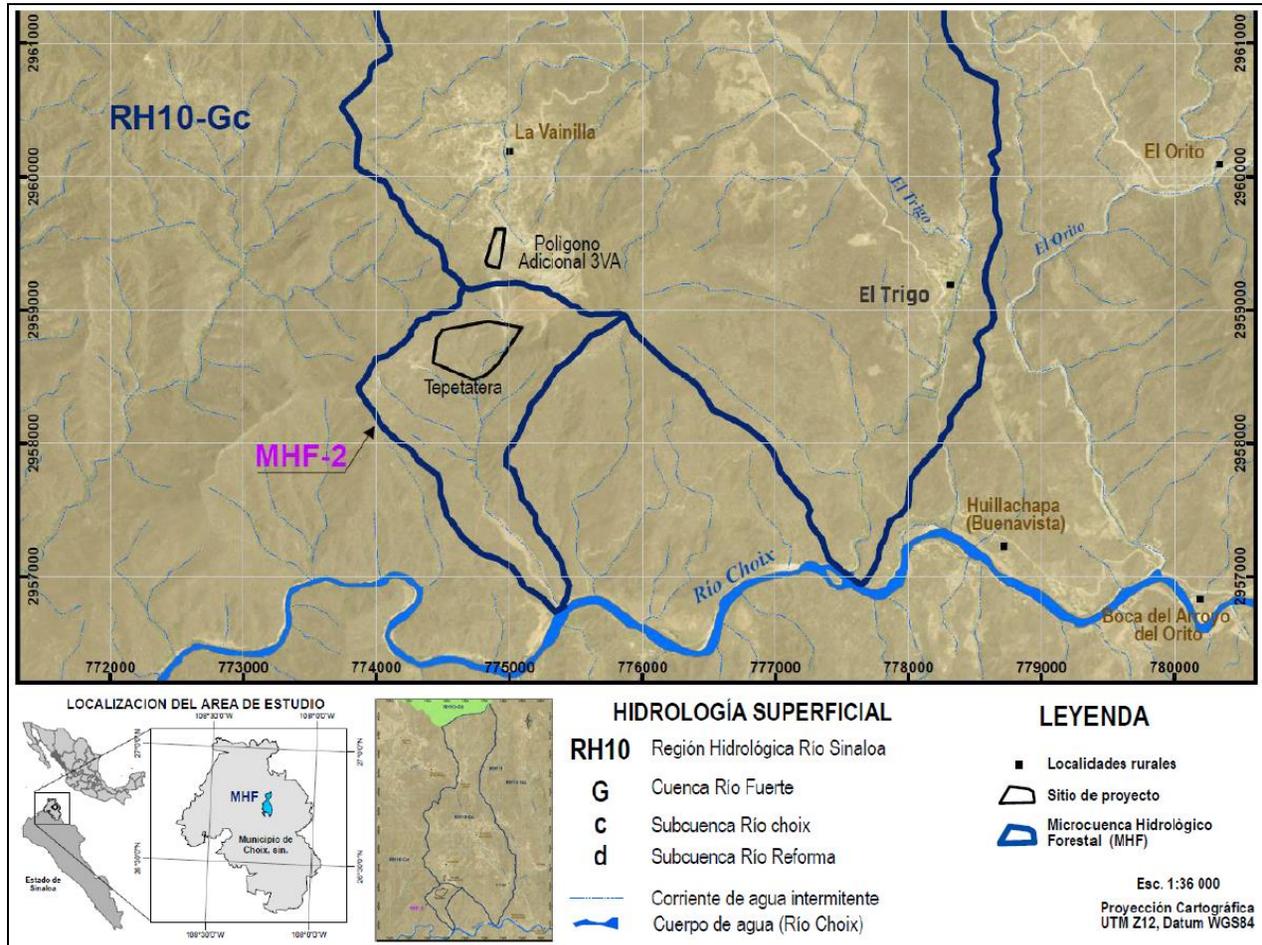
La zona del proyecto (Río Choix), se encuentra dentro de la Región Hidrológica RH 10 Sinaloa y pertenece a la Cuenca "G" Río Fuerte.

**Atributos de la hidrología superficial del proyecto**

Clave cuenca	Clave región hidrológica	Región hidrológica nombre	Clave cuenca	Nombre cuenca	Clave subcuenca	Nombre subcuenca	Tipo de drenaje	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
RH10Gc	RH10	SINALOA	G	R. FUERTE	c	R. de Choix	ABIERTA	3256.589	100.000	0.666

La cuenca G del Río Fuerte se ubica al norte de la región hidrológica 10 y al noroeste de Sinaloa, tiene una extensión de 2,438 km<sup>2</sup>, con precipitación media anual de 703 mm y pendiente general fuerte. De la red hidrográfica de esta parte de la entidad, sobresale el arroyo Alamos, que recorre 88 km desde el noreste de la localidad del mismo nombre hasta el vaso de la presa Josefa Ortiz de Domínguez, ubicada en el norte del estado de Sinaloa. En su trayectoria mantiene una pendiente media de 0.43%, con dirección general norte-sur, recibiendo como tributarios por el lado izquierdo, los escurrimientos de los arroyos El Cuchujaqui y Guirocoba. La única estación hidrométrica en el área es la estación Cazanate, localizada sobre el arroyo Alamos, 7 km aguas arriba de la presa Josefa Ortiz de Domínguez, dicha estación reporta un volumen medio anual de 76.2 millones de m<sup>3</sup>, los que se consideran como una transferencia natural de Sonora a Sinaloa.

**"Ampliación de Tepetateras"**



**Figura V.1. Hidrología superficial del proyecto**

El agua superficial es utilizada principalmente en actividades agrícolas, domésticas y pecuarias. Para esta porción de la cuenca, perteneciente a Sonora, se cuantificó un escurrimiento medio de 387.34 millones de m<sup>3</sup> anuales, procedentes de un volumen medio anual precipitado de 1 713.9 millones de m<sup>3</sup> y un coeficiente de escurrimiento de 22.6%.

***Análisis de captación de agua***

Para saber que el área captada en el proyecto no compromete el volumen que debe escurrir en el mismo y en la cuenca, o en su defecto, establecer las medidas pertinentes para la cosecha de agua que asegure al menos los volúmenes reducidos de captación, fue necesario estimar los escurrimientos superficiales que ocurren en el área.

**"Ampliación de Tepetateras"**

El cálculo de los caudales superficiales se considera para dos objetivos: 1) el escurrimiento medio, para estimar el volumen de agua por almacenar o retener, y 2) los escurrimientos máximos instantáneos para el diseño de obras de conservación.

La evaluación de los recursos hídricos de una cuenca requiere de una estimación correcta del balance hidrológico, es decir, comprender el ciclo en sus diferentes fases, la forma en que el agua que se recibe por precipitación y se reparte entre el proceso de evapotranspiración, escorrentía e infiltración. De acuerdo con Sánchez San Román (2001) citado por Aparicio et al., (2006), se denomina Ciclo Hidrológico al movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea. La fórmula general que se utiliza en el balance hidrológico es la siguiente:

**PRECIPITACIÓN – EVAPOTRANSPIRACIÓN = ESCORRENTÍA SUPERFICIAL + INFILTRACIÓN**

**Cálculo del balance hídrico:** La metodología utilizada para calcular el balance hídrico del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se basó en la metodología antes mencionada. Para el cálculo del balance hídrico se tomó la ecuación citada por Pladeyra, (2003), la estimación de la precipitación, evapotranspiración real y escurrimiento se siguió la metodología mencionada por Aparicio et al., (2006).

**Precipitación:** Para determinar la variable de precipitación se tomó como referencia la precipitación media anual promedio, con el fin obtener el volumen total de lluvia caída en un año, de la estación 25155 Choix (obs), en un valor promedio de 313.9 mm.

**Evapotranspiración:** La evapotranspiración es la conjunción de dos procesos: la evaporación y la transpiración. La transpiración es el fenómeno biológico por el que las plantas transfieren agua a la atmósfera, toman agua del suelo a través de sus raíces, una pequeña parte es para su nutrición y el resto lo transpiran.

Como es difícil medir ambos procesos por separado, y además en la mayor parte de los casos lo que interesa es la cantidad total de agua que se pierde a la atmósfera, se calculan conjuntamente bajo el concepto mixto de evapotranspiración. Existen numerosas fórmulas, teóricas o semiempíricas, y procedimientos de cálculo para estimar la evapotranspiración considerando parámetros climatológicos, agrícolas e hidrológicos.

Para la estimación de la evapotranspiración se requieren los datos de precipitación y temperatura; los datos fueron obtenidos mediante el promedio de estaciones meteorológicas cercanas al área del proyecto. Para obtener la evapotranspiración se utilizó la fórmula de Coutagne:

$$ETR = P - XP2$$

**Donde**

ETR = Evapotranspiración real, m/año

P = Precipitación media anual, m/año

t = Temperatura media anual en °C

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

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Escurrecimiento:** El volumen medio anual de escurrecimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión, con los datos aplicables al área de CUSTF:

$$Ve = P * CUSTF * Ce$$

**Donde**

- Ve = Volúmen medio anual de escurrecimiento
- P = Precipitación media anual, m/año
- CUSTF = Superficie destinada al cambio de uso del suelo, m<sup>2</sup>
- Ce = Coeficiente de escurrecimiento

**Coeficiente de escurrecimiento:** En función del tipo y uso de suelo y del volumen de precipitación anual, de la cuenca en estudio. Se clasifican los suelos del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables); y C (suelos casi impermeables), y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro K, de acuerdo con la siguiente tabla:

**Clasificación de los suelos**

Uso de Suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Barbecho, arenas 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			
Mas 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 mas del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	<b>0.22</b>	0.26
Cubierto del 25% al 50%	0.17	<b>0.26</b>	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
<small>A Suelos permeables, tales como arenas profundas y suelos poco compactos                      B Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, suelos más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos                      C Suelos impermeables, tales como arenas o suelos muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcilla</small>			

Como estado inicial (sin el proyecto) se consideró tipo de suelo B Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, suelos más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos, con uso de suelo de bosque, cubierto del 50 al 75% de acuerdo a los resultados de análisis de flora obtenido en campo.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Una vez considerado el proyecto sujeto a CUSTF, el valor del tipo de suelo empleado es de 0.28 toda vez que el proyecto queda cubierto con menos del 25% porque el desmonte no ocurre en su totalidad al inicio del proyecto, sino gradualmente durante los 36 meses de ejecución del CUSTF y es ocupado posteriormente por las obras previstas.

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante alguna de 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 entonces  $Ce = K (P-250) / 2000$**

**Si K es mayor que 0.15 entonces  $Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15)/1.5$**

Donde

P= Precipitación anual, en mm

**Precipitación:** La precipitación media anual se obtuvo a partir de la estación climatológica 25155 Choix (obs) con un rango de datos de 1951-2010, obteniendo una precipitación promedio de 313.9 mm.

**Temperatura:** Al igual que la precipitación promedio, el valor de la temperatura se obtuvo a partir de la estación climatológica 25155 Choix (obs) con un rango de datos de 1951-2010 más próxima al área de CUSTF, obteniendo un valor promedio de 25.3 °C.

**Volumen precipitado en la superficie del CUSTF**

El área de CUSTF tiene una superficie de 19.1791 hectáreas, por lo que el cálculo del volumen de precipitación m<sup>3</sup> es:

$$Vp_{CUSTF} = P * SCUSTF$$

Dónde:

Vp= Volumen precipitado en la superficie del CUSTF

P= Precipitación en m/año

SCUSTF= Superficie del cambio de uso del suelo

	Has	m2
Superficie	19.1791	191791
	mm	m
Precipitación	313.9	0.3139
Vol. precipitado en el área de CUSTF	60,203.19	m3

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Evapotranspiración**

De acuerdo a los datos de precipitación y temperatura promediados de las estaciones meteorológicas consideradas, se procedió como segundo paso a estimar el valor de la **ETR** de acuerdo con la fórmula de Coutagne:

$$ETR=P-XP^2$$

**Dónde:**

ETR= Evapotranspiración

P= Precipitación en m/año (0.8037 m)

X=  $1/(0.8+0.14t)$ , donde t= temperatura media anual de las estaciones climatológicas (4.30 °C)

Primeramente se calcula el valor **de X**, como sigue:

$$X=1/(0.8+(0.14*12.8))= 0.3858$$

Posteriormente se calcula la ETR, como sigue:

$$ETR=P-X P^2$$

El resultado obtenido se multiplica por el área de CUSTF y se obtiene el volumen evapotranspirado:

Evapotranspiración	
ETR=P-XP <sup>2</sup>	
Temperatura	25.3
P=Precipitación en m/año	0.3139
x=1/(0.8+0.14t)	0.2118
ETR=	0.2930
Evapotranspiración en el área de CUSTF	56,200.70

**Coefficiente de escurrimiento (Ce)**

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se determinó el valor de K= 0.16 de acuerdo a las condiciones actuales de cobertura y el tipo de suelo presente (tipo B) en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que se utilizó la siguiente fórmula (mayor a 0.15):

K=Parámetro que depende del tipo y uso de suelo

Coefficiente de escurrimiento anual (Ce)

Sí K es mayor que 0.15 entonces  $Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15)/1.5$

P = Precipitación anual, 0.8037 m

Coefficiente de escurrimiento para el área sujeta a CUSTF:

Ce =0.030

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Volumen de escurrimiento en el área sujeta al CUSTF:** El volumen medio anual de escurrimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Vol. de escurrimiento natural} = \text{Precipitación} * \text{Área sujeta a CUSTF} * \text{Coefic. De escurrimiento}$$

De acuerdo a la fórmula del volumen de escurrimiento natural se tiene para el área sujeta a CUSTF:

$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$	
k	0.22
K (P-250)	14.058
	2000
(K-0.15) / 1.5	0.0467
Ce	0.0555
<b>Volumen de escurrimiento</b>	<b>3,339.59</b>

Finalmente, en el área de CUSTF tenemos los siguientes datos de balance hídrico que nos permite obtener el resultado del volumen de agua que se infiltra en las condiciones actuales:

**a).- Volumen de agua que se capta en las condiciones actuales**

En el área de CUSTF tenemos los siguientes datos de balance hídrico que nos permite obtener el resultado del volumen de agua que se infiltra en las condiciones actuales: el balance hídrico del área, destaca que en las 19.1791 ha sujetas a CUSTF, existe un volumen total precipitado de 60,203.19 m<sup>3</sup>/año, con un volumen de evapotranspiración de 56,200.70 m<sup>3</sup>/año (equivalente al 93.35% del total precipitado), lo que deja un escurrimiento natural de 3,339.59 m<sup>3</sup>/año (5.55% del volumen precipitado) y apenas el 1.10% que se infiltra, es decir, 662.91 m<sup>3</sup>/año, debido a las condiciones climáticas y tipo de suelo que compone la superficie de 19.1791 ha sujetas a CUSTF, tal como se manifiesta en la siguiente tabla:

**Estimación del balance hídrico antes del proyecto (escenario 1)**

Balance hídrico	m <sup>3</sup> /año	%
Volumen precipitado	60,203.19	100
Volumen EVT	56,200.70	93.35
Escurrimiento	3,339.59	5.55
<b>Infiltración</b>	<b>662.91</b>	<b>1.10</b>

**"Ampliación de Tepetateras"**

**b).- El volumen de agua que se capta con la remoción de la vegetación en el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo.**

Para realizar la estimación del volumen de agua que se dejaría de infiltrar bajo el escenario de haber realizado el CUSTF, se utilizó la misma metodología y los mismos parámetros, con excepción del valor de K en el proceso de obtención del escurrimiento, el cual ahora fue de 0.26 de suelo tipo B y cobertura menor a 50%, indicado para áreas parcialmente desnudas o desprovistas de vegetación, toda vez que el desmonte es gradual durante los 36 meses de ejecución del CUSTF. De acuerdo con lo anterior, los resultados obtenidos se muestran enseguida:

**Estimación del balance hídrico con del proyecto (escenario 2)**

Balance hídrico	m <sup>3</sup> /año	%
Volumen precipitado	60,203.19	100
Volumen EVT	55,850.87	92.77
Escurrecimiento	4,528.04	7.52
Infiltración	- 175.71	-0.29

Se prevé que con la ejecución del proyecto y el consecuente desmonte, el escurrimiento de agua se incremente y por lo tanto se reduce la infiltración a -175.71 m<sup>3</sup>/año. Se trata de una reducción del 126.5% de la infiltración natural en esta superficie sujeta a CUSTF (en las 19.1791 ha), haciendo necesario revertir estas condiciones del déficit de 838.62 m<sup>3</sup>/año, potencialmente debido al proyecto.

**Déficit previsto a mitigar en el proyecto**

Infiltración actual (sin el proyecto)	Infiltración con el proyecto	Déficit previsto
662.91 m <sup>3</sup> /año	-175.71 m <sup>3</sup> /año	<b>838.62 m<sup>3</sup>/año</b>

**c).- El volumen de agua que se captaría con la implementación de las medidas de mitigación.**

Esta superficie del proyecto sólo será afectada temporalmente y es en la misma donde se realizarán las actividades de reforestación y obras de conservación de suelo las cuales tienen como finalidad disminuir al 0% o incluso tener ganancia de infiltración de acuerdo a las medidas de mitigación que se presentan más adelante.

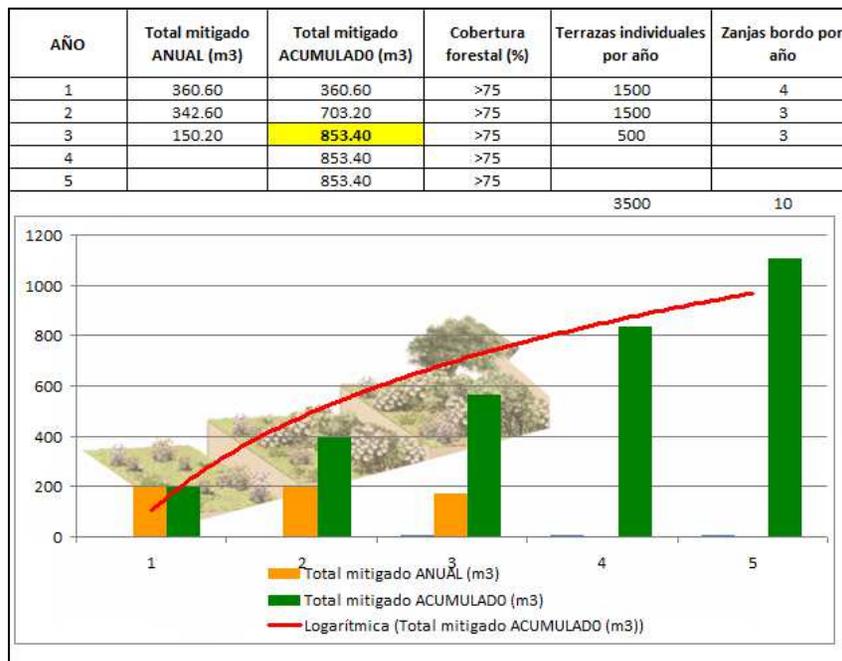
Debido a lo anterior, se prevé la ejecución de 3,500 terrazas individuales con un potencial de infiltración total de 673.40 m<sup>3</sup>, así como de 10 zanjas bordo que promueven 180 m<sup>3</sup> de infiltración anual. En total, estas obras permiten 853.400 m<sup>3</sup> de incremento en la infiltración, cubriéndose el déficit promovido por el desmonte requerido en el proyecto (19.1791 ha) del predio CUSTF y permitiendo un incremento de la infiltración de 14.777 m<sup>3</sup>/año adicionales, como residual positivo.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Balance de la variable infiltración para revertir la pérdida por escurrimiento, dentro del balance hídrico del proyecto.**

Variable	Año de ejecución	Sin CUSTF (m3)	Con CUSTF (m3)	Volumen a mitigar (m3)	Reforestación (m3)	Captación zanjas bordo (m3)	Total mitigado ANUAL (m3)	Total mitigado ACUMULADO (m3)	Residual positivo (m3)
Infiltración	1	662.910	- 175.714	838.623	288.60	72.00	360.600	360.600	14.777
	2				288.60	54.00	342.600	703.200	
	3				96.20	54.00	150.200	853.400	
					673.40	180.00			

Sin embargo, el predio no estará expuesto, ni ocurrirá el desmante en un solo momento, ya que ocurrirá su ocupación por el uso propuesto en apego al plan de trabajo del proyecto de 36 meses para la ejecución del CUSTF, además que se contemplan obras de control que revierten la afectación potencial. Esto se obtiene al tercer año de ejecución del CUSTF de acuerdo a la siguiente tabla:



**Representación del comportamiento de la mitigación de pérdida de infiltración para el proyecto.**

Cabe mencionar que la reforestación, rescate y reubicación de flora, así como las obras previstas, serán en apego al avance de obra del proyecto durante los 36 meses de ejecución del CUSTF. Dicho volumen es el que se tendrá que revertir con la ejecución de las actividades de mitigación, descrito más adelante.

"Ampliación de Tepetateras"

### **Hidrología subterránea**

La profundidad del manto freático en la zona del proyecto tiene una profundidad de 65 metros. El uso más importante del agua subterránea en la zona se da para consumo humano y pecuario y que representa condiciones muy favorables para la perforación de pozos. También se le da el uso agrícola.

En general es buena, no tiene salinidad y en algunos casos se tiene la presencia de fierro y manganeso.

A la fecha no se han realizado estudios de caracterización geohidrológica, por lo que se desconoce la existencia de acuíferos de importancia en el área de estudio, así como la posible profundidad y dirección de movimiento del recurso hídrico subterráneo. Por otro lado, actualmente no existen aprovechamientos de agua subterránea de ningún tipo dentro de la delimitación del área ni tampoco se reconocieron manifestaciones como ojos de agua o manantiales. Con base en las características observadas en campo y la naturaleza misma de los cuerpos de roca presentes en el área de estudio, se definieron las siguientes unidades hidrogeológicas.

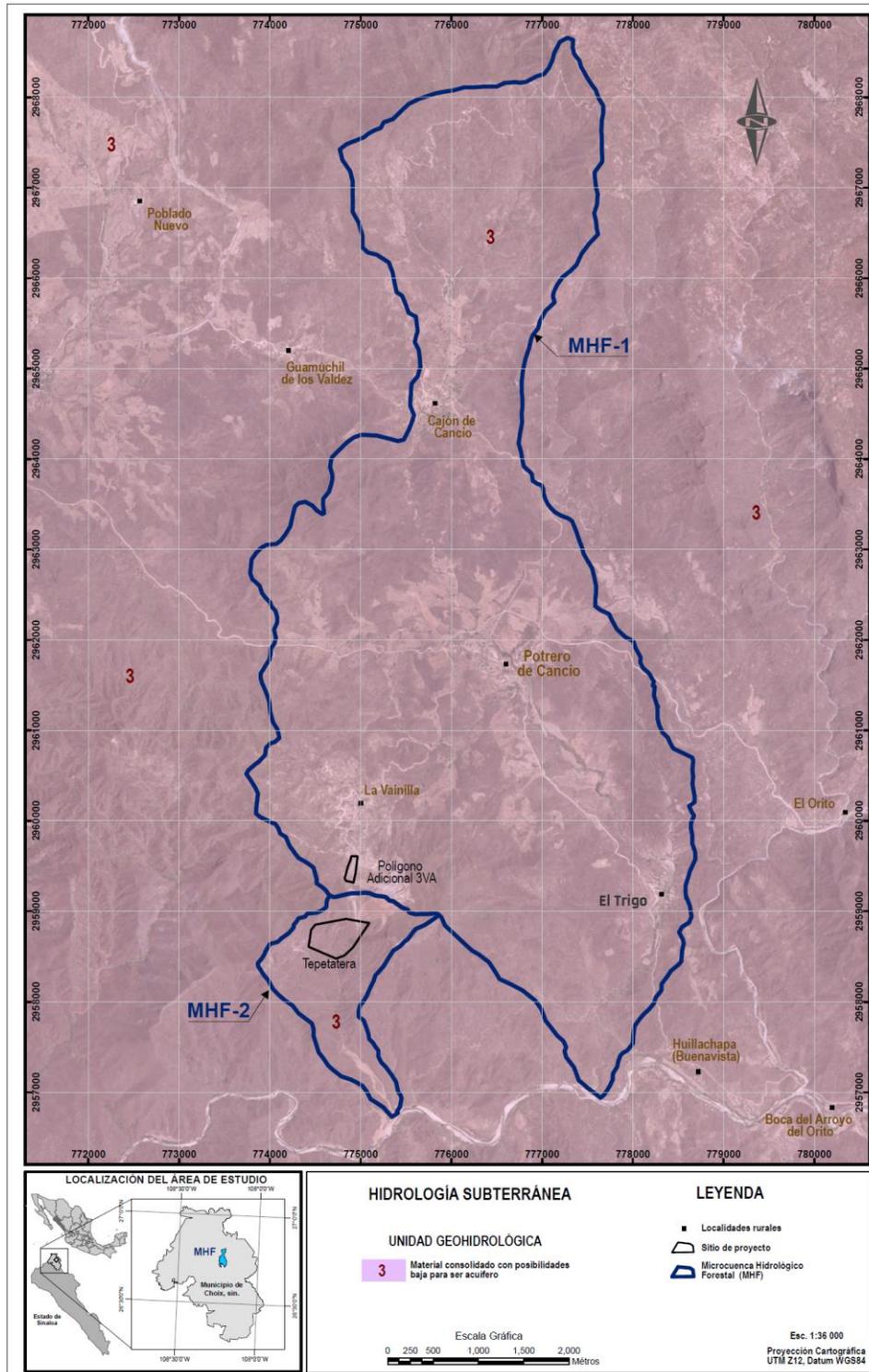
**Atributos de la hidrología subterránea del proyecto**

Clave unidad	Unidad Geohidrológica	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
3	Material consolidado con posibilidades bajas	3230.672799	100	0.671686715

**Material consolidado con posibilidades bajas de ser acuífero (Clave 3).** Está constituida por rocas de naturaleza volcánicas tanto de carácter basáltico, andesítico y riolítico, que pueden presentar una cantidad relativamente alta de fracturamiento debido al enfriamiento durante la formación de las rocas pero que, se ve reducido por procesos posteriores. En estas rocas se observa en ciertos lugares abundante fracturamiento de origen tectónico, por lo que su contenido de agua puede ser de carácter localizado. En general, se le considera como material consolidado de posibilidades bajas de ser acuífero (Clave 3). Las rocas de composición basáltica, que afloran en la zona suroeste del área de estudio parecen presentar mejores posibilidades para alojar agua.

En la MHF destaca un flujo subterráneo de norte a sur en la parte alta del Valle del Fuerte, de los 30 los 70 msnm y otro con dirección de este a oeste por debajo de esta altura, disminuyendo gradualmente hacia la línea de costa y el cauce del río donde aflora en forma de escurrimiento superficial.

"Ampliación de Tepetateras"



Hidrología subterránea del proyecto

## IV.2.2.2 Medio biótico

### *a) Vegetación*

#### **Escala de sistema ambiental (SA) o microcuenca hidrológica forestal (MHF) delimitada**

##### Tipos de vegetación por afectar

El análisis de la vegetación identificada en la MHF se basó y fundamentó en el tipo de vegetación que será removida como consecuencia del cambio de uso de suelo en el proyecto. En este proyecto, de acuerdo a la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie III del INEGI ocurre el tipo de vegetación de bosque de encino (BQ) objeto del análisis en esta solicitud.

El reconocimiento de los parámetros poblacionales fue realizado para el área del proyecto sujeto a CUSTF y su equivalente en muestro en la zona circundante (MHF), tomando en cuenta las áreas que serán afectadas directamente por la ejecución del proyecto, donde se puede notar que los recursos bióticos no han sido modificados substancialmente. Los parámetros poblacionales que se midieron fueron densidad, dominancia y frecuencia; de la suma de éstos se obtiene el valor de importancia de las especies, el cual revela la importancia ecológica relativa de cada especie en cada muestra (Müller-Dumbois & Ellenberg, 1974; Franco, 1991).

Se obtuvo además el índice de diversidad de Shannon-Weiner, equidad de Pielou y abundancia del proyecto, asociado a las estimaciones de biomasa forestal por producto, estrato y especie inventariada. El detalle de la metodología se describe más adelante.

De acuerdo a lo anterior, el esfuerzo de muestreo se concentró en áreas con vegetación de tipo bosque de encino (BQ), en donde se llevó a cabo un muestreo y el registro de los datos de las especies forestales identificadas (**ANEXO 4** Base de datos del muestreo de flora) para la identificación de la riqueza y diversidad vegetal de cada comunidad vegetal, así como el reconocimiento de especies catalogadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 de existir.

El estudio de la vegetación terrestre en el área de proyecto se realizó en febrero 2020 realizando 10 sitios de muestreo útiles como se destaca más adelante para el predio sujeto a CUSTF. Con lo anterior se obtuvieron datos para el procesamiento y cumplimiento de los términos de referencia arriba señalados para este tipo de estudios. Las características revisadas de flora y vegetación se detallan más adelante.

Los tipos de vegetación presentes en el área de estudio fueron identificados con base en la consulta bibliográfica apropiada para la región, como son la clasificación de varios autores en los que se incluyen: Rzedowski (1966, 1978, 1981), Rzedowski, J. y Reyna Trujillo (1990), COTECOCA (1974), Brown (1982) y la cartografía disponible de INEGI relativa a la temática "Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 Serie III de INEGI (INEGI, 1985). Con especial atención para la descripción general de la vegetación existente, fue realizada la verificación en campo para comprobar la coincidencia de tales arreglos. Para obtener el inventario florístico del lugar se realizaron recorridos en extenso por el área de estudio para incluir aquellas especies de escasa ocurrencia y que probablemente no fueron contabilizadas en los muestreos sistemáticos.

**"Ampliación de Tepetateras"**

El inventario se enriqueció durante la medición de parámetros poblacionales, permitiendo corroborar la información obtenida, así como reforzar la nomenclatura científica cuando se localizaban individuos con un mayor número de estructuras que favorecieran su identificación taxonómica.

La identificación de las especies vegetales se realizó *in situ*, utilizando como material de apoyo la bibliografía indicada para los tipos vegetativos ya citados y por la comparación morfológica de las estructuras observadas en campo. El nombre común fue proporcionado por los lugareños, en especial por el guía de apoyo en campo, así como del listado de las Especies Mexicanas de Martínez (1987). El arreglo de la información incluye el nombre de la familia taxonómica, nombre científico y común para cada una de las especies. Se destaca el arreglo taxonómico de las especies por familia, evidenciando las más representativas en el lugar, asociándolas al tipo de vegetación del área y proporción de parentesco entre las especies.

Obtenido el inventario florístico total del sitio, se comparó con la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010) que determina las especies y subespecies de la flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, así como las sujetas a protección especial, para identificar aquellos especímenes con algún estatus de riesgo.

En la revisión de la estratificación vertical en el sitio, las formas involucradas se clasificaron en apego a Rzedowski (1978). Se registró el número de especies por estrato y se distribuyeron en porcentaje respecto del total para conocer las formas de vida presentes y la abundancia de las mismas.

El análisis de la vegetación identificada en la MHF se basó y fundamentó en el tipo de vegetación que será removida como consecuencia del cambio de uso de suelo en el proyecto.

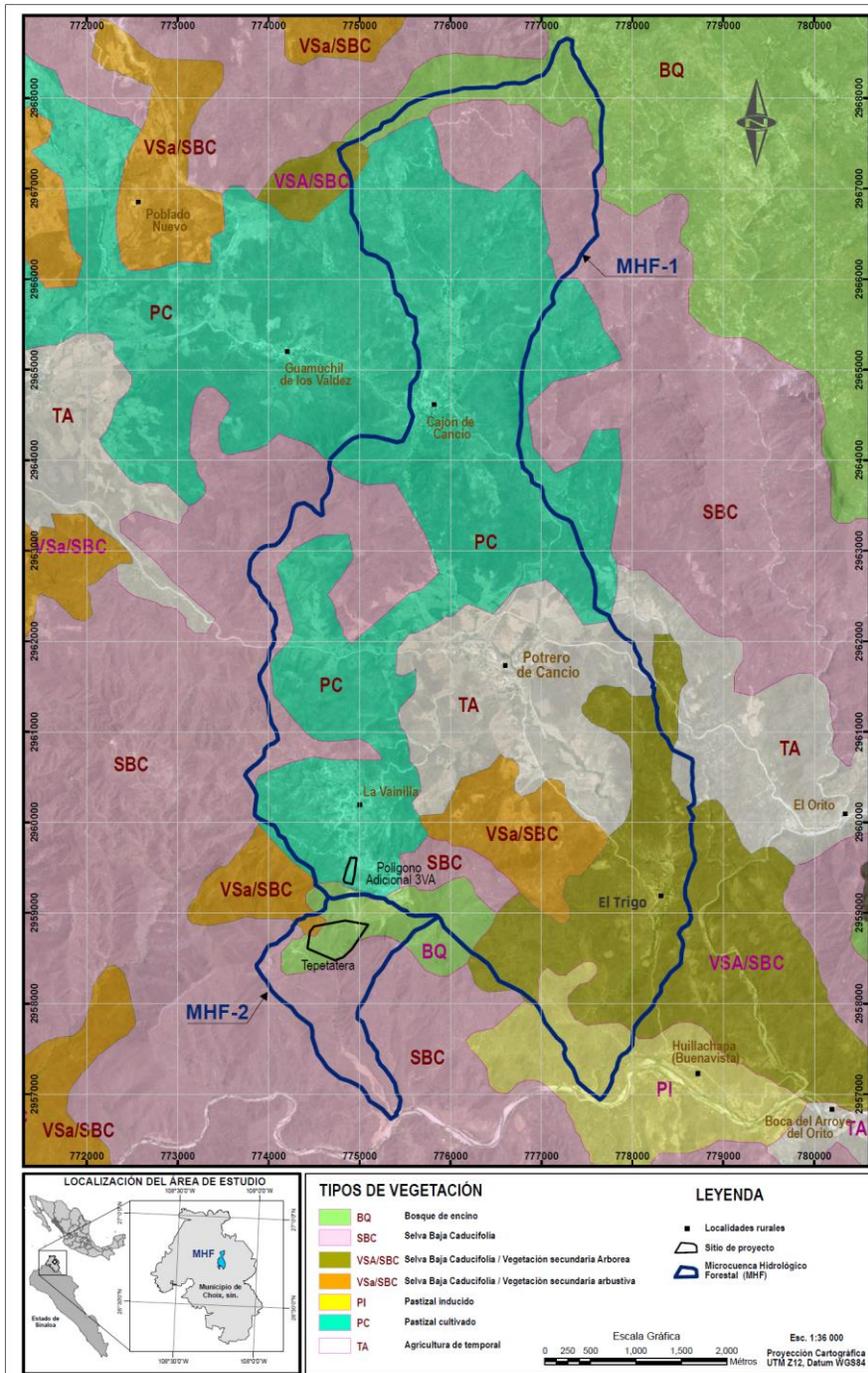
El arreglo de los tipos vegetativos de la microcuenca se presenta a continuación:

**Arreglo del tipo de vegetación en la MHF del proyecto.**

Clave	Uso de suelo y vegetación	Tipo de cobertura	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
BQ	BOSQUE DE ENCINO	PRIMARIO	200.170	6.179	10.841
PC	PASTIZAL CULTIVADO	NO APLICABLE	1270.810	39.226	
PI	VEGETACION INDUCIDA	NO DISPONIBLE	71.148	2.196	
SBC	SELVA CADUCIFOLIA	PRIMARIO	603.260	18.621	
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL	NO APLICABLE	496.253	15.318	
VSA/SBC	SELVA CADUCIFOLIA	SECUNDARIO	598.040	18.460	

Lo anterior verificado por el plano de tipos de vegetación de la MHF que se muestra a continuación:

**"Ampliación de Tepetateras"**



**Plano de vegetación donde se localiza la MHF.**

**"Ampliación de Tepetateras"**

***Bosque de encino (BQ)***

Este tipo de vegetación se caracteriza por presentar una vegetación arbórea donde los elementos dominantes son los encinos *Quercus*, encontrándose desde lomeríos bajos a partir de los 1,300 msnm hasta las partes medias de las montañas, colindando en la parte superior con bosques mixtos de pino y encino y en las partes bajas con pastizal natural o matorrales desérticos. En la porción inferior el arbolado se encuentra espaciado a manera de sabana de encinos con abundantes gramíneas entre ellos, los árboles son de tronco corto y copa amplia hasta unos 8 metros de altura. Las especies dominantes en el estrato arbóreo son: encino blanco *Quercus arizonica*, encino bellotero *Quercus emoryi*, bellota de cochi *Quercus oblongifolia*, táscate *Juniperus coahuilensis* y mezquite (*Prosopis velutina*). Mientras que en el estrato arbustivo sobresalen: manzanita *Arctostaphylos pungens*, gatuño *Mimosa biuncifera*, saladito *Rhus trilobata*, uña de gato *Mimosa dysocarpa*, dátíl *Yucca arizonica*, sibri *Opuntia spinosior*, palmilla *Nolina microcarpa*, serrucho *Dasylyrion wheeleri*, cóсахui del norte *Calliandra eriophylla*, lechuguilla *Agave palmeri* y cabeza de viejo *Echinocereus rigidissimus*. Los componentes herbáceos dominantes son los pastos como: navajita morada *Bouteloua chondrosioides*, banderilla *B. curtipendula*, navajita negra *B. eriopoda*, navajita común *B. gracilis*, navajita velluda *B. hirsuta*, zacate araña *Aristida ternipes*, zacate llanero *Eragrostis intermedia*, zacate gigante *Leptochloa dubia*; y hierbas anuales o perennes como: quelite *Amaranthus palmeri*, cualmecate *Ipomoea longifolium* y tomatillo espinoso *Solanum eleagnifolium*. El bosque de encino requiere de incendios naturales periódicos para mantener su estructura ya que el sobrepastoreo ha disminuido y los materiales combustibles disponibles han cambiado el régimen natural de la frecuencia de incendios, esto contribuye para que se establezcan individuos arbóreos y arbustivos que de forma natural morirían en los incendios.

Por esto, se observa un incremento en la densidad de individuos de manzanita y táscate principalmente, no siendo el caso de los encinos que son ramoneados por el ganado en los estadios tempranos de su crecimiento, no observándose reposición de encinos. El resultado es que los encinos son reemplazados por mezquites, manzanita y táscate, la densidad del arbolado de bosque se incrementa, haciendo posible incendios más intensos y dañinos. El uso de la vegetación ha sido usado como forraje, así como, aprovechamiento de individuos de táscate para postes de cercos debido a su durabilidad, las ramas y troncos de encinos secos como leña, observándose las cortas con mayor frecuencia en la proximidad de los caminos.

La vegetación constituye uno de los elementos más importantes como componente de los ecosistemas en el planeta, ya que funciona como elemento de regulación climática, hidrológica, paisajista, controla la erosión del suelo y proporciona hábitat y alimento a la fauna silvestre, todo ello sin omitir el aporte de oxígeno al ambiente y ser absorbedores de carbono.

En Sinaloa debido a su compleja fisiografía existe una multitud de ambientes naturales, que van definiendo los tipos de vegetación conjuntamente con la temperatura, precipitación, climas, altitud y suelo. En el municipio de Choix se tiene diferentes tipos de vegetación, la selva baja caducifolia y la selva mediana subcaducifolia además de la vegetación riparia ó de galería y en la montaña bosques de encino y pino-encino hacia la parte noroeste del municipio. El paisaje de la vegetación natural contrasta con las áreas abiertas ó desmontadas donde la actividad antropogénica se desarrolla a través de la agricultura, ganadería, asentamientos humanos y aprovechamientos forestales.

"Ampliación de Tepetateras"

En particular el arreglo de la flora en la MHF en estudio se observa escasa, una vez que se obtuvo el inventario florístico de las especies que componen los arreglos vegetativos en estudio resultando de la siguiente manera:

Valores de la flora silvestre en la MHF

Estrato / forma de vida en la MHF	Especies (No.)	Abundancia (Ind/ha)	Indice de diversidad de Shannon-Weiner	Equidad	Biomasa (m <sup>3</sup> /ha tipo)
Arbol	8	109	1.910	0.918	1.779
Arbustivo	35	335	3.377	0.847	1.648
Cactácea	4	58	1.111	0.980	0.004
Herbácea	3	136	0.909	0.980	0.000
	50				3.431

Esto es, que en cuanto a abundancia, índice de valor de importancia (IVI), de diversidad (evaluada mediante Shannon-Weiner) y equidad entre las especies, el arreglo vegetativo se encuentra mejor representada en la MHF.

La composición florística analizada revela que la totalidad de especies presentes en la MHF (50 especies compuestas por 8 árboles, 35 arbustivas, 4 cactáceas y 3 herbáceas) posee mayor abundancia muestreada de acuerdo a la siguiente tabla:

Inventario de especies en la MHF

Nombre común	Especie	Estrato
Cedro Rojo	<i>Cedrela odorata</i>	Arbol
Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	Arbol
Momoa	<i>Erythrophyllum mexicanum</i>	Arbol
Palo Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Arbol
Palo Santo	<i>Ipomoea arborecens</i>	Arbol
Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	Arbol
Palo Fierro	<i>Pithecellobium tortum</i>	Arbol
Encino Blanco	<i>Quercus castanea</i>	Arbol
papache	<i>Randia echinocarpa</i>	Arbustivo
Malva	<i>Abutilon hirtum</i>	Arbustivo
Abutilon	<i>Abutilon incanum</i>	Arbustivo
Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustivo
Chirahui	<i>Acacia cochliocanta</i>	Arbustivo
Maguey	<i>Agave spp</i>	Arbustivo
Garbanzillo	<i>Astragalus wootonii</i>	Arbustivo
Bromelia	<i>Bromelia karatas</i>	Arbustivo
Teposan	<i>Buddleia wrightii</i>	Arbustivo
Torote Papelillo	<i>Bursera laxiflora</i>	Arbustivo
Torote Mulato	<i>Bursera odorata</i>	Arbustivo
Torote papelillo	<i>Bursera simaruba</i>	Arbustivo
Huajilote	<i>Caesalpineia coriarea</i>	Arbustivo
Tabachin Colorado	<i>Caesalpineia pulcherrima</i>	Arbustivo
Palo Zorrillo	<i>Cassia occidentalis</i>	Arbustivo
Palo Zorrillo	<i>Cassia occidentalis</i>	Arbustivo
Baynoro	<i>Celtis pallida</i>	Arbustivo
Palo Barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Arbustivo
Palo de asta	<i>Cordia sonorae</i>	Arbustivo
Palo Samo	<i>Coursetia glandulosa</i>	Arbustivo
Copalquin	<i>Coutarea latiflora</i>	Arbustivo
Vara prieta	<i>Croton cilyndrotochya</i>	Arbustivo
Croton	<i>Croton sonorae</i>	Arbustivo

**"Ampliación de Tepetateras"**

Huiloche	<i>Diphysa occidentalis</i>	Arbustivo
Pionilla	<i>Erythrina flabelliformis</i>	Arbustivo
Palo dulce	<i>Eysenhartia harmanii</i>	Arbustivo
Camuchin	<i>Ficus padifolia</i>	Arbustivo
Ocotillo	<i>Fouquieria mackdougalii</i>	Arbustivo
Chicura	<i>Franseria ambrosioides</i>	Arbustivo
Guazima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Arbustivo
Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Arbustivo
Tepehuaje	<i>Lyloma watsonii</i>	Arbustivo
Amapa	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Arbustivo
Palo Nesco	<i>Willardia mexicana</i>	Arbustivo
Palo nesco	<i>Willardia shiedeana</i>	Arbustivo
Sibiri	<i>Cylindropuntia thurberii</i>	Cactácea
Nopal	<i>Opuntia spp</i>	Cactácea
Sibiri	<i>Opuntia arbuscula</i>	Cactácea
Cardon Hecho	<i>Pachocereus pecten arborigium</i>	Cactácea
Pastos	<i>Cynodon dactilon</i>	Herbácea
uña de leon	<i>Pisonia capitata</i>	Herbácea
Mala mujer	<i>Solanum amazonium</i>	Herbácea

De acuerdo a lo señalado en el capítulo anterior, así como las descripciones iniciales del presente capítulo relativo al estado de conservación de la vegetación forestal, éste se considera en baja condición o carentes de atributos prístinos (con 50 especies registradas), del universo de riqueza florística del respectivamente a nivel de Cuenca del Río Fuerte. Se trata de una vegetación primaria, porque en los registros a través del tiempo, revisado en las Series de usos de suelo y vegetación de INEGI se ha mantenido como bosque, ésta se encuentra en estado de degradación por los valores señalados. Esto también es verificable a través de los atributos por estratos de la diversidad de Shannon Weinner valorada para la MHF y para el predio CUSTF.

La totalidad de la superficie requerida en CUSTF equivalente a 19.1791 ha comparte la descripción del estado de conservación de la vegetación y los factores que intervienen señalados en el punto anterior.

### Caracterización de la vegetación

#### Diseño del muestreo.

Siguiendo el criterio del artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en el sentido de que los Estudios Técnicos Justificativos deberán demostrar que el Cambio de Uso del Suelo propuesto no comprometerá la biodiversidad, se realizó un muestreo de la vegetación por tipo de ecosistema y estrato (Ecosistema Templado con tipo de vegetación de bosque de encino contemplando los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceo) en el polígono de ocupación sujeto a CUSTF. Lo anterior para demostrar que las especies a afectar están bien representadas en la región, y para conocer el estado de las poblaciones de la vegetación forestal que estará sujeta al CUSTF con respecto a la vegetación de la MHF de referencia.

Se tomó la consideración de utilizar este método de muestreo por la característica del cambio de uso de suelo, donde los sitios de muestreo se distribuyen de manera semiregular en toda la superficie de cambio de uso de suelo, ya que la distribución depende de la superficie de los polígonos de cambio de uso de suelo.

## "Ampliación de Tepetateras"

### Estratos considerados

Dada la naturaleza de los estudios, los estratos que deberán muestrearse, conforme a los tipos de vegetación existentes en el área, son:

**Arbóreo.** Estrato conformado por elementos de tronco leñoso y elevado, que se ramifica a cierta altura del suelo; es decir con un solo fuste y copa bien formada (de más de 3 metros de altura).

**Arbustivo y cactáceas.** Conformado por plantas perennes, con tallo lignificado, pero sin tronco predominante, es decir con ramificación a partir de la base; generalmente de menos de 3 metros de altura.

**Herbáceo.** Estrato representado por ejemplares vegetales no leñosos o poco leñosos, generalmente de baja estatura y que mueren después de fructificar.

### Representatividad

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo a nivel del predio, buscó además la suficiencia de muestreo se destaca para el bosque de encino (BQ). Con base en los datos reales del área de estudio y la información obtenida en campo respecto al número de especies registradas en cada unidad muestral, se obtuvo el valor de la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación requerido de acuerdo a la siguiente tabla:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:  
n = número de unidades muestrales estadísticamente representativas.  
E = error con el que se quiere obtener los valores, en ecología vegetal generalmente es del 20% (Mostacedo y Fredericksen, 2000 Op).  
t = valor que se obtiene de las tablas "t de Student".  
N = total de unidades muestrales en toda la población.

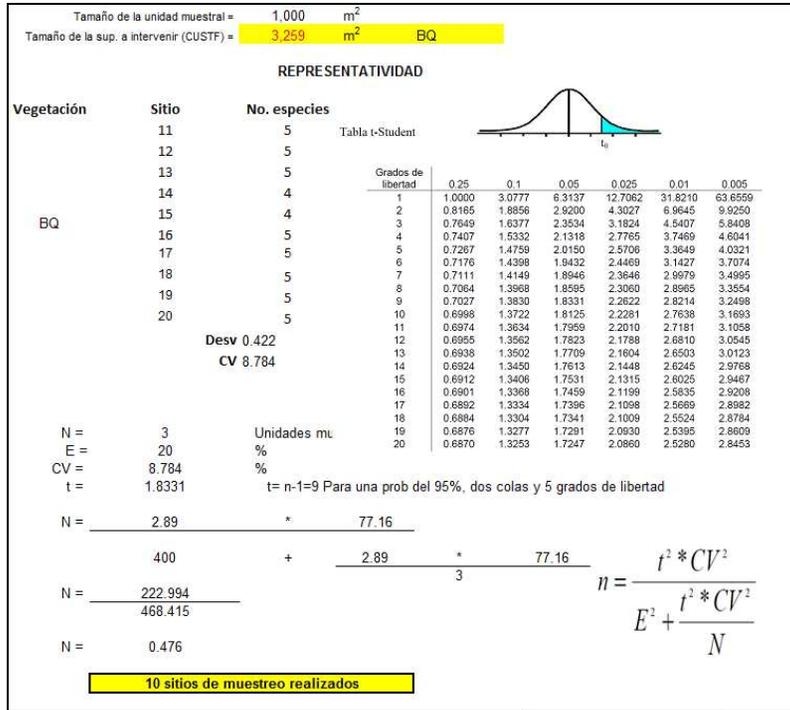
CV = coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

Donde:  
s = desviación estándar.  
 $\bar{x}$  = promedio.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Datos alimentados para el análisis de la representatividad de muestreo de flora en la MHF**



Es decir, se presentaron los valores de 10 sitios, y el resultado indica la necesidad de 0.476 sitios más, por lo que se optó por 10 sitios de muestreo en total.

**Datos alimentados para el análisis de la representatividad de muestreo de flora en la MHF**

Estrato	Dimensiones del sitio de muestreo	Número de sitios mínimos según el análisis de la representatividad	Número de sitios realizados en la MHF
Arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceas	Sitios circulares de 18m de radio resultando 1,000 m <sup>2</sup> (0.1 ha).	10 sitios	10 sitios

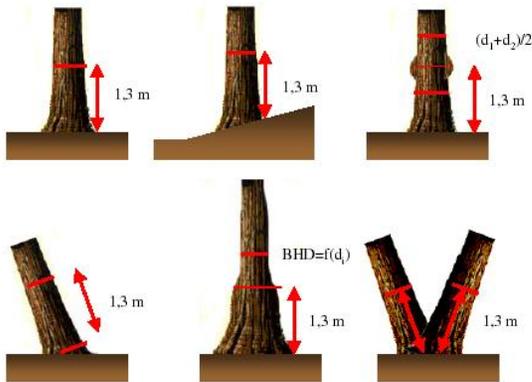
Tamaño de muestra

El diseño de los sitios de muestreo tanto del CUSTF como de la MHF anteriormente descrita están homologadas con la finalidad de que el tamaño de muestreo no fuera un factor que influyera en el resultado ni en la comparativa.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Sitios Circulares de 1,000 m<sup>2</sup> (0.01 ha). Correspondientes a unas dimensiones circulares de de 18m de radio medidos por cinta calibrada a esa dimensión y definidos para cuantificar el número de individuos por especie para el estrato arbóreo, arbustivo y arbustivo. En particular en el estrato arbóreo se mide y registra el arbolado cuyo diámetro normal (DAP) a la altura de 1.3m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 7.5cm; se mide y registra por especie y categoría dasométrica, la frecuencia y algunas variables cualitativas del repoblado (regeneración natural), árboles pequeños tengan como mínimo 25 cm de altura, hasta la altura que alcancen, siempre que su diámetro normal sea menor a 7.5 cm.

Se lleva a cabo la medición del diámetro normal (localizado sobre el fuste principal a 1.30 metros sobre el suelo) y la altura total del árbol, de cada uno de los árboles que se localicen en el interior del sitio de muestreo, registrando en los formatos correspondientes la familia, el nombre científico y común (vulgar) de cada ejemplar. Además se deberán medir el diámetro de copa de cada ejemplar para calcular posteriormente su cobertura. Es importante recordar que existe una serie de consideraciones en la medición en la medición del diámetro normal, mismas que deberán respetarse. Lo anterior sin menoscabo de realizar una correcta medición de los árboles bifurcados desde la base, o de los árboles bifurcados a 1.30, etc., de acuerdo a lo siguiente:



**Especificaciones en la medición del DN.**

En el caso de los arbustos y herbáceas se registran también uno a uno, todos los ejemplares arbustivos que se encuentren en la unidad muestral, anotar de ellos la familia, el nombre científico y el común (vulgar). Se deberá medir su altura y, al igual que en el estrato arbóreo, el de copa de la parte aérea cada ejemplar. Estos datos son vitales para estimar índices biológicos que se requieren en los estudios.

En total, la superficie de muestreo son 10 sitios de 0.1 ha de tipo circular cada uno, en la MHF, equivalente a 1.0 ha cubriéndose la representatividad de muestreo. En consecuencia, los sitios resultantes fueron de la siguiente manera:

**Superficie involucrada en los parámetros poblacionales de la flora del proyecto**

Tipo de vegetación	Superficie del tipo de vegetación (ha)	Sitios representativos (No.)	Estrato	Dimensiones del sitio de muestreo	Superficie del muestreo involucrado en los análisis (m <sup>2</sup> )
BQ	19.1791	10	Todos	Sitios circulares de 1,000 m <sup>2</sup> (0.1 ha).	10 sitios (10,000 m <sup>2</sup> )

**"Ampliación de Tepetateras"**

En cada sitio se registran las especies taxonómicas por estrato, las coordenadas de los vértices de la parcela de muestreo, la coordenada y registro fotográfico del área en general y de las especies características.

Localización de los sitios de muestreo

Cada sitio de muestreo fue ser localizado con el apoyo del Sistema de Geoposicionamiento Global, de acuerdo a las coordenadas indicadas en el archivo correspondiente, considerando un error de  $\pm 3$  metros. Se registró la coordenada real en la que se ubica cada sitio. Una vez localizado el sitio, se colocó en cada vértice una estaca o piedra, además de un trozo de cinta flagging del mismo color, esto para su efectiva ubicación a la distancia, que permitan delimitar el sitio durante el conteo de individuos.

**Coordenadas de muestreo de flora en la MHF**

SITIOS	No.	COORDENADAS UTM ZONA 12 N, DATUM WGS84		TIPO DE VEGETACION
MHF-SA	11	775119	2958482	Bosque de encino (BQ)
MHF-SA	12	774925	2958476	Bosque de encino (BQ)
MHF-SA	13	774922	2958364	Bosque de encino (BQ)
MHF-SA	14	774912	2958188	Bosque de encino (BQ)
MHF-SA	15	774651	2958380	Bosque de encino (BQ)
MHF-SA	16	774667	2958013	Bosque de encino (BQ)
MHF-SA	17	774547	2958641	Bosque de encino (BQ)
MHF-SA	18	774514	2958808	Bosque de encino (BQ)
MHF-SA	19	774820	2959421	Bosque de encino (BQ)
MHF-SA	20	774863	2959464	Bosque de encino (BQ)

Indice de Valor de importancia

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite en luz, CO<sub>2</sub>, agua, nutrientes, espacio y otros elementos. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechar esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema.

La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad. El valor de importancia de es la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la cobertura relativa o área basal relativa de cada especie.

**"Ampliación de Tepetateras"**

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente (Mostacedo y otros, 2000, pág 51). Es un índice que expresa la suma de las mediciones relativas de una especie, tiene un rango de 0 a 300%, este valor da una estimación de la influencia o la importancia de las especies vegetales en la comunidad.

$$\text{Valor de Importancia} = \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa}$$

A continuación se describe el significado de cada parámetro poblacional calculado.

**Dominancia.-** La **dominancia** es la proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo, otra forma de expresarla, es también por el área cubierta por la extensión foliar del vegetal (cobertura). La dominancia relativa es la proporción de la dominancia de una especie comparada con la dominancia total de todas las especies (IPN, 2014).

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Cobertura de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de una especie}}{\text{Dominancia total de las especies}} \times 100$$

**Densidad.-** Es el número de individuos expresado por unidad de área o volumen. La densidad relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies (IPN, 2014) .

$$\text{Densidad de una especie} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de una especie}}{\text{Densidad total de las especies}} \times 100$$

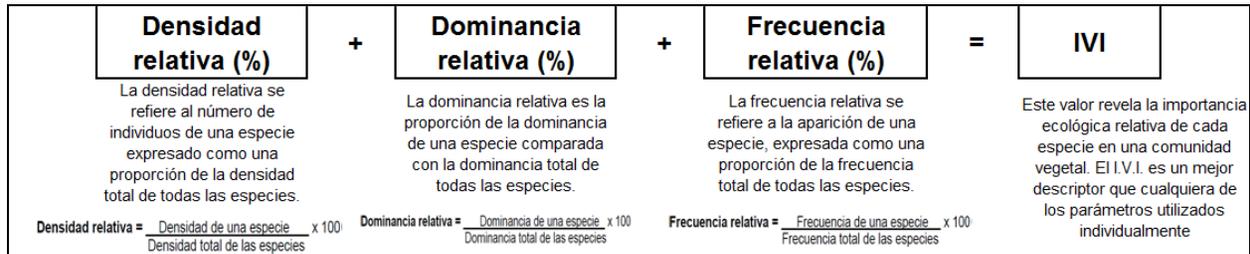
**Frecuencia.-** La **frecuencia** es el número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras. La frecuencia relativa se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies (IPN, 2014).

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de ocurrencia de una especie}}{\text{Número total de sitios muestreados}}$$

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

**"Ampliación de Tepetateras"**

Con los resultados obtenidos en campo, se determinó el número de organismos de cada especie identificada y a partir de ello, se obtuvo la densidad relativa, la frecuencia relativa y la cobertura relativa, a través de los cuales fue posible obtener el IVI de cada especie por tipo de vegetación y estrato vegetal, como se muestra en el diagrama siguiente:



**Figura IV.1. Esquema de la composición del Índice de valor de importancia**

Índice de Diversidad

Un índice de diversidad es una medida matemática de la diversidad de especies en una comunidad. Los índices de diversidad proporcionan más información sobre la composición de la comunidad que simplemente la riqueza de especies (por ejemplo, el número de especies presentes), sino que también de la abundancia relativa de las diferentes especies. Además, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies muestreadas. Mide el grado, promedio de incertidumbre en predecir a cual especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colecta.

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad.

Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie.

**"Ampliación de Tepetateras"**

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \log P_i$$

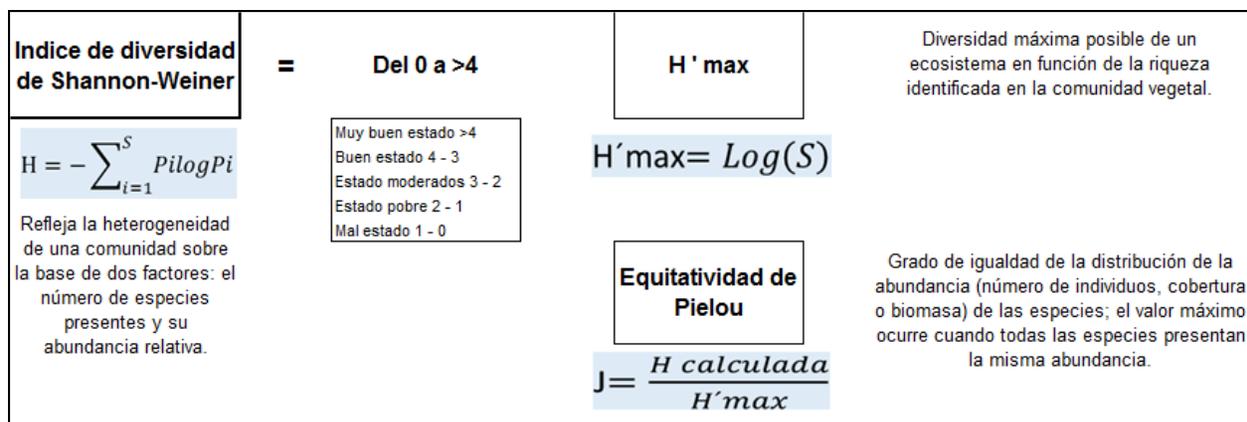
Donde:  
 H=Índice de diversidad de Shannon.  
 Pi=Abundancia relativa de especies.

En este sentido es importante mencionar que la diversidad es un concepto que se utiliza sobre todo, centrándose en el hecho de la relación entre la diversidad y las perturbaciones, ya que puede ser visto como una disminución en la diversidad cuando las perturbaciones aumentan.

Es así como el índice puede tomar valores entre 0 y 5. Los valores máximos son rara vez mayor a 5. La diversidad es una medida logarítmica que hace que, en cierta medida, un índice sensible en el rango de valores al lado del límite superior. Como una base ordinaria, en la literatura, los valores bajos de este índice se consideran indicación de la contaminación y/o perturbación consecuencia de la modificación o alteración de las condiciones naturales de esta comunidad vegetal. Una forma de evaluar estas condiciones es mediante la asignación de un estado de valoración de la calidad de la comunidad vegetal a partir del índice de diversidad asignando:

- Muy buen estado >4
- Buen estado 4 - 3
- Estado moderados 3 - 2
- Estado pobre 2 - 1
- Mal estado 1 - 0

Esta calificación del estado (bueno – mal estado) se refiere a las condiciones de la comunidad en base a los valores de diversidad, así como se indica en el diagrama:



**Representación del Índice de Diversidad de Shannon-Weiner.**

"Ampliación de Tepetateras"

A continuación se presenta el análisis de los parámetros poblacionales y de diversidad de la MHF por estrato:

En detalle a lo anterior, tenemos que en el **estrato arbóreo**, existen 8 especies florísticas perennes en la MHF. Con una abundancia en la MHF es de 109 ind/ha, por encima de los árboles presentes en el predio sujeto a CUSTF. Así mismo, posee una diversidad de especies pobre en la MHF de 1.910 en la escala del índice de diversidad Shannon-Weiner, pero en mejor estado que el valor obtenido para el predio. Así mismo, en equidad, el estrato arbóreo es más homogéneo en la MHF, por el valor más cercano a 1, apoyada esta aseveración por el valor de la riqueza de especies, prácticamente en valor de 1 (estable u homogéneo).

**Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato arbóreo presente en la MHF.**

No.	Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)	Abundancia absoluta*	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	MHF	Cedro Rojo	<i>Cedrela odorata</i>	Arbol	15	48,892	13.900	10.300	12.100	36.300	2.010	0.698	1.403
2	MHF	Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	Arbol	22	71,708	13.200	6.700	9.950	29.850	1.030	0.030	0.030
3	MHF	Momoa	<i>Erythrophyllum mexicanum</i>	Arbol	7	22,816	9.300	8.900	9.100	27.300	1.450	0.372	0.539
4	MHF	Palo Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Arbol	23	74,967	11.300	15.100	13.200	39.600	1.250	0.223	0.279
5	MHF	Palo Santo	<i>Ipomoea arborecens</i>	Arbol	13	42,373	14.600	11.100	12.850	38.550	1.001	0.001	0.001
6	MHF	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	Arbol	11	35,854	12.300	12.700	12.500	37.500	1.230	0.207	0.255
7	MHF	Palo Fierro	<i>Pithecellobium tortum</i>	Arbol	9	29,335	16.500	22.100	19.300	57.900	0.670	-0.400	-0.268
8	MHF	Encino Blanco	<i>Quercus castanea</i>	Arbol	9	29,335	8.900	13.400	11.150	33.450	0.550	-0.598	-0.329
<b>8</b>					<b>109</b>	<b>355,280</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>			<b>1.910</b>
													I. Shannon H = -1.910
													Máxima diversidad del ecosistema H' max = 2.079
													Equitatividad (J) H/H' max = -0.918

En detalle a lo anterior, tenemos que en el **estrato arbustivo**, existen 35 especies florísticas perennes en la MHF. Con una abundancia en la MHF es de 355 ind/ha, por encima de los árboles presentes en el predio sujeto a CUSTF. Así mismo, posee una diversidad de especies buena en la MHF de 3.377 en la escala del índice de diversidad Shannon-Weiner, pero en mejor estado que el valor obtenido para el predio. Así mismo, en equidad, el estrato arbóreo es más homogéneo en la MHF, por el valor más cercano a 1, apoyada esta aseveración por el valor de la riqueza de especies, prácticamente en valor de 1 (estable u homogéneo).

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato arbustivo presente en la MHF.**

No.	Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)	Abundancia absoluta*	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	MHF	papache	<i>Randia echinocarpa</i>	Arbustivo	15	48,892	2.100	3.400	2.750	8.250	0.001	-6.908	-0.007
2	MHF	Malva	<i>Abutilon hirtum</i>	Arbustivo	5	16,297	2.972	4.470	3.721	11.163	0.030	-3.507	-0.105
3	MHF	Abutilon	<i>Abutilon incanum</i>	Arbustivo	4	13,038	2.229	2.610	2.420	7.259	0.022	-3.817	-0.084
4	MHF	Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustivo	5	16,297	7.600	8.600	8.100	24.300	0.244	-1.411	-0.344
5	MHF	Chirahui	<i>Acacia cochiliocanta</i>	Arbustivo	11	35,854	3.300	0.412	1.856	5.568	0.002	-6.215	-0.012
6	MHF	Maguey	<i>Agave spp</i>	Arbustivo	17	55,411	1.400	0.686	1.043	3.129	0.004	-5.521	-0.022
7	MHF	Garbanzillo	<i>Astragalus wootonii</i>	Arbustivo	5	16,297	7.400	3.400	5.400	16.200	0.115	-2.163	-0.249
8	MHF	Bromelia	<i>Bromelia karatas</i>	Arbustivo	4	13,038	2.100	1.100	1.600	4.800	0.001	-6.908	-0.007
9	MHF	Teposan	<i>Buddleia wrightii</i>	Arbustivo	11	35,854	1.700	2.600	2.150	6.450	0.001	-6.908	-0.007
10	MHF	Torote Papelillo	<i>Bursera laxiflora</i>	Arbustivo	11	35,854	10.571	4.200	7.386	22.157	0.136	-1.995	-0.271
11	MHF	Torote Mulato	<i>Bursera odorata</i>	Arbustivo	6	19,557	0.860	0.700	0.780	2.340	0.009	-4.711	-0.042
12	MHF	Torote papelillo	<i>Bursera simaruba</i>	Arbustivo	11	35,854	1.200	0.600	0.900	2.700	0.001	-6.908	-0.007
13	MHF	Huajilote	<i>Caesalpinia coriarea</i>	Arbustivo	16	52,151	1.100	0.400	0.750	2.250	0.001	-6.908	-0.007
14	MHF	Tabachin Colorado	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Arbustivo	31	101,043	1.100	2.100	1.600	4.800	0.033	-3.411	-0.113
15	MHF	Palo Zorrillo	<i>Cassia occidentalis</i>	Arbustivo	12	39,113	1.400	0.600	1.000	3.000	0.005	-5.298	-0.026
16	MHF	Palo Zorrillo	<i>Cassia occidentalis</i>	Arbustivo	4	13,038	2.151	1.470	1.811	5.432	0.022	-3.817	-0.084
17	MHF	Baynoro	<i>Celtis pallida</i>	Arbustivo	23	74,967	4.560	1.672	3.116	9.348	0.024	-3.730	-0.090
18	MHF	Palo Barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Arbustivo	9	29,335	4.500	3.430	3.965	11.895	0.156	-1.858	-0.290
19	MHF	Palo de asta	<i>Cordia sonora</i>	Arbustivo	8	26,076	2.900	0.300	1.600	4.800	0.100	-2.303	-0.230
20	MHF	Palo Samo	<i>Courseitia glandulosa</i>	Arbustivo	3	9,778	2.590	3.931	3.261	9.782	0.016	-4.135	-0.066
21	MHF	Copalquin	<i>Coutarea latiflora</i>	Arbustivo	11	35,854	2.560	11.700	7.130	21.390	0.021	-3.882	-0.080
22	MHF	Vara prieta	<i>Croton cylindrotochya</i>	Arbustivo	4	13,038	3.100	0.518	1.809	5.427	0.004	-5.521	-0.022
23	MHF	Croton	<i>Croton sonora</i>	Arbustivo	7	22,816	1.100	2.200	1.650	4.950	0.010	-4.605	-0.046
24	MHF	Huiloche	<i>Diphysa occidentalis</i>	Arbustivo	4	13,038	3.200	2.970	3.085	9.255	0.116	-2.154	-0.250
25	MHF	Pionilla	<i>Erythrina flabelliformis</i>	Arbustivo	8	26,076	3.635	3.565	3.600	10.800	0.036	-3.324	-0.120
26	MHF	Palo dulce	<i>Eysenhardtia harmanii</i>	Arbustivo	8	26,076	2.900	6.600	4.750	14.250	0.043	-3.147	-0.135
27	MHF	Camuchin	<i>Ficus padifolia</i>	Arbustivo	11	35,854	3.100	0.412	1.756	5.268	0.002	-6.215	-0.012
28	MHF	Ocotillo	<i>Fouquieria mackdougallii</i>	Arbustivo	17	55,411	2.400	0.686	1.543	4.629	0.004	-5.521	-0.022
29	MHF	Guicura	<i>Franseria ambrosioides</i>	Arbustivo	5	16,297	3.450	1.400	2.425	7.275	0.115	-2.163	-0.249
30	MHF	Guazima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Arbustivo	4	13,038	1.070	3.400	2.235	6.705	0.001	-6.908	-0.007
31	MHF	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Arbustivo	11	35,854	0.700	0.052	0.376	1.128	0.001	-6.908	-0.007
32	MHF	Tepehuaje	<i>Lyloma watsonii</i>	Arbustivo	11	35,854	3.100	6.968	5.034	15.102	0.136	-1.995	-0.271
33	MHF	Amapa	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Arbustivo	6	19,557	1.760	4.100	2.930	8.790	0.009	-4.711	-0.042
34	MHF	Palo Nesco	<i>Willardia mexicana</i>	Arbustivo	6	19,557	0.860	3.200	2.030	6.090	0.009	-4.711	-0.042
35	MHF	Palo nesco	<i>Willardia shiedeana</i>	Arbustivo	11	35,854	3.400	5.500	4.450	13.350	0.001	-6.908	-0.007
					<b>335</b>	<b>1,091,916</b>	<b>100,068</b>	<b>99,952</b>	<b>100,010</b>	<b>300,030</b>	<b>1,431</b>	<b>-157,101</b>	<b>-3,377</b>
												I. Shannon H =	3.377
												Máxima diversidad del ecosistema H' max =	3.987
												Equitatividad (J) H/H' max =	0.847

Por su parte, en el grupo de **cactáceas**, existen 3 especies florísticas perennes en la MHF. Con una abundancia en la MHF es de 136 ind/ha, por encima de los árboles presentes en el predio sujeto a CUSTF. Así mismo, posee una diversidad de especies en mal estado en la MHF de 0.909 en la escala del índice de diversidad Shannon-Weiner, pero en mejor estado que el valor obtenido para el predio. Así mismo, en equidad, el estrato arbóreo es más homogéneo en la MHF, por el valor más cercano a 1, apoyada esta aseveración por el valor de la riqueza de especies, prácticamente en valor de 1 (estable u homogéneo).

**Parámetros poblacionales y de diversidad del grupo de cactáceas presente en la MHF.**

No.	Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)	Abundancia absoluta*	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	MHF	Sibiri	<i>Cylindropuntia thurberii</i>	Cactácea	19	61,930	25.150	36.400	36.095	97.645	0.106	-2.244	-0.238
2	MHF	Nopal	<i>Opuntia spp</i>	Cactácea	5	16,297	21.400	13.400	17.600	52.400	0.243	-1.415	-0.344
3	MHF	Sibiri	<i>Opuntia arbuscula</i>	Cactácea	11	35,854	33.800	23.450	18.100	75.350	0.106	-2.244	-0.238
4	MHF	Cardon Hecho	<i>Pachocereus pecten arborigium</i>	Cactácea	23	74,967	19.650	26.750	28.205	74.605	0.158	-1.845	-0.292
					<b>58</b>	<b>189,048</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>1</b>	<b>-8</b>	<b>-1,1111</b>
												I. Shannon H =	1.111
												Máxima diversidad del ecosistema H' max =	1.386
												Equitatividad (J) H/H' max =	0.980

"Ampliación de Tepetateras"

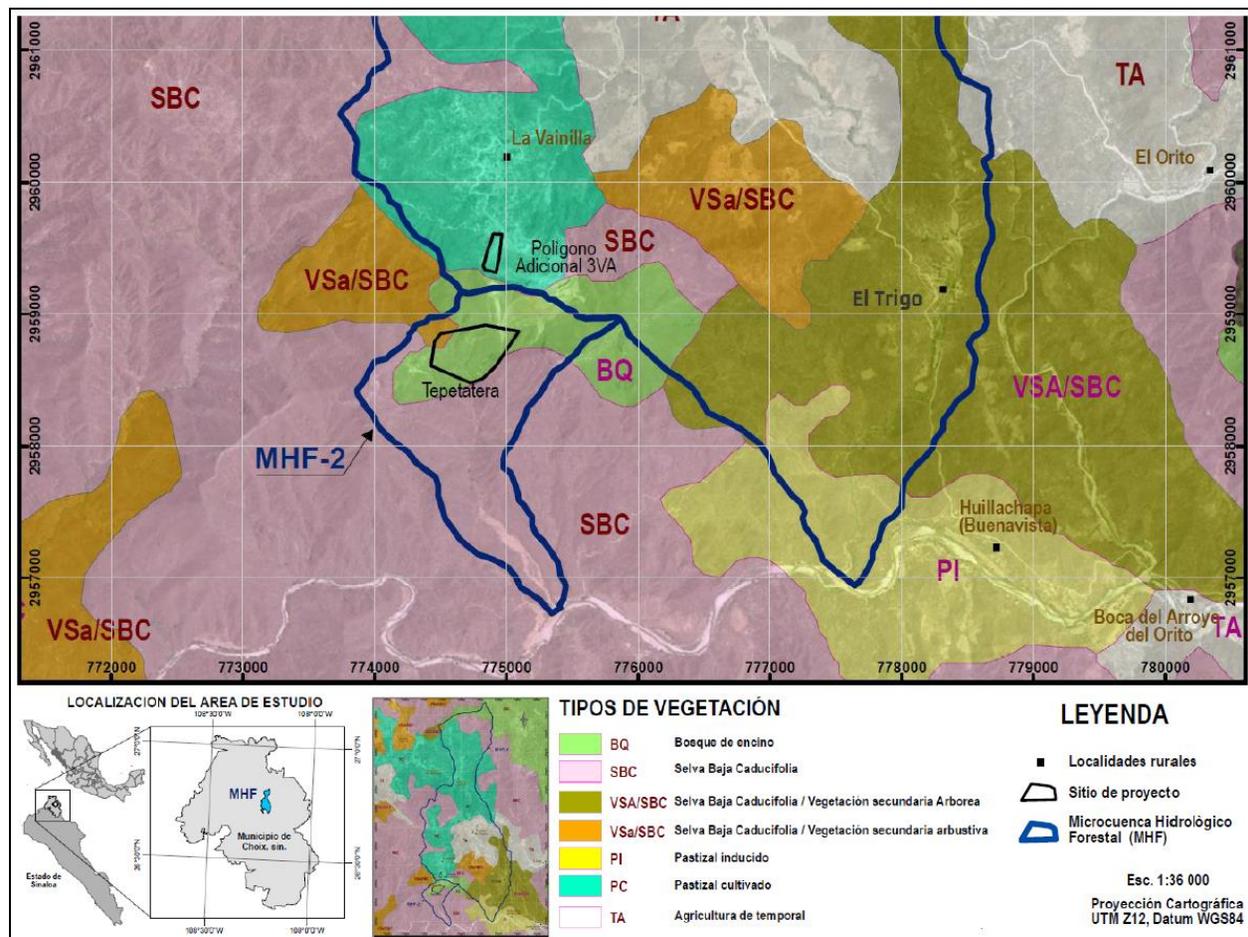
Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato herbáceo presente en la MHF.

No.	Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)	Abundancia absoluta	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	MHF	Pastos	<i>Cynodon dactylon</i>	Herbácea	75	244,459	6.922	14.300	10.611	31.833	0.169	-1.778	-0.300
2	MHF	uña de león	<i>Pisonia capitata</i>	Herbácea	31	101,043	2.110	11.600	6.855	20.565	0.160	-1.833	-0.293
3	MHF	Mala mujer	<i>Solanum amazonium</i>	Herbácea	30	97,784	8.900	8.900	8.900	26.700	0.190	-1.661	-0.316
					<b>136</b>	<b>443,285</b>	<b>18</b>	<b>35</b>	<b>26</b>	<b>79</b>	<b>1</b>	<b>-5</b>	<b>-0.909</b>
												I. Shannon H = 0.909	
												Máxima diversidad del ecosistema H' max = 1.099	
												Equitatividad (J) H/H' max = 0.980	

Finalmente, en el **estrato herbáceo**, se mantiene la tendencia de mejor condición de los atributos de diversidad y abundancia en la MHF sobre el predio sujeto a CUSTF.

Escala a nivel de predio.

Siguiendo la misma metodología señalada en el sistema ambiental, tenemos que los resultados a nivel de predio son los siguientes:



Plano de vegetación donde se localiza la MHF.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Cada sitio de muestreo fue ser localizado con el apoyo del Sistema de Geoposicionamiento Global, de acuerdo a las coordenadas indicadas en el archivo correspondiente, considerando un error de  $\pm 3$  metros. Se registró la coordenada real en la que se ubica cada sitio. Una vez localizado el sitio, se colocó en cada vértice una estaca o piedra, además de un trozo de cinta flagging del mismo color, esto para su efectiva ubicación a la distancia, que permitan delimitar el sitio durante el conteo de individuos.

**Coordenadas de muestreo de flora en el predio CUSTF**

SITIOS	No.	COORDENADAS UTM ZONA 12 N. DATUM WGS84		TIPO DE VEGETACION
CUSTF	1	775309	2958850	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	2	775285	2958695	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	3	775131	2958742	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	4	775096	2958735	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	5	774911	2958656	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	6	774842	2958629	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	7	774842	2958775	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	8	774750	2958645	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	9	774701	2958555	Bosque de encino (BQ)
CUSTF	10	775044	2958586	Bosque de encino (BQ)

En particular el arreglo de la flora en el predio CUSTF en estudio se observa escasa, una vez que se obtuvo el inventario florístico de las especies que componen los arreglos vegetativos en estudio resultando de la siguiente manera:

**Valores de la flora silvestre en el predio CUSTF**

Estrato / forma de vida en el predio CUSTF	Especies (No.)	Abundancia (Ind/ha)	Indice de diversidad de Shannon-Weiner	Equidad	Biomasa (m <sup>3</sup> /ha tipo)
Arbol	7	89	1.797	0.923	1.624
Arbustivo	30	234	3.180	0.837	0.566
Cactácea	2	29	0.491	0.708	0.002
Herbácea	0	0	0.000	0.000	0.000
	39	352			2.192

Esto es, que en cuanto a abundancia, indice de valor de importancia (IVI), de diversidad (evaluada mediante Shannon-Weiner) y equidad entre las especies, el arreglo vegetativo se encuentra mejor representada en el predio CUSTF.

La composición florística analizada revela que la totalidad de especies presentes en el predio CUSTF (39 especies compuestas por 7 árboles, 30 arbustivas y 2 cactáceas) posee mayor abundancia muestreada de acuerdo a la siguiente tabla:

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Inventario de especies en el predio CUSTF**

No.	Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)
1	CUSTF	Cedro Rojo	<i>Cedrela odorata</i>	Arbol	12
2	CUSTF	Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	Arbol	21
3	CUSTF	Momoa	<i>Erythrophyllum mexicanum</i>	Arbol	7
4	CUSTF	Palo Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Arbol	21
5	CUSTF	Palo Santo	<i>Ipomea arborescens</i>	Arbol	11
6	CUSTF	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	Arbol	9
7	CUSTF	Palo fierro	<i>Pithecellobium tortum</i>	Arbol	8
<b>Z</b>					<b>89</b>
No.	Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)
1	CUSTF	Malva	<i>Abutilon hirtum</i>	Arbustivo	13
2	CUSTF	Papache	<i>Randia echynocarpa</i>	Arbol	6
3	CUSTF	Abutilon	<i>Abutilon incanum</i>	Arbustivo	3
4	CUSTF	Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustivo	8
5	CUSTF	Maguey	<i>Agave spp</i>	Arbustivo	20
6	CUSTF	Garbanzillo	<i>Astragalus wootonii</i>	Arbustivo	1
7	CUSTF	Bromelia	<i>Bromelia karatas</i>	Arbustivo	4
8	CUSTF	Teposan	<i>Buddleia wrightii</i>	Arbustivo	11
9	CUSTF	Torote Papelillo	<i>Bursera laxiflora</i>	Arbustivo	8
10	CUSTF	Torote Mulato	<i>Bursera odorata</i>	Arbustivo	14
11	CUSTF	Torote papelillo	<i>Bursera simaruba</i>	Arbustivo	11
12	CUSTF	Huajilote	<i>Caesalpinia coriarea</i>	Arbustivo	4
13	CUSTF	Palo Zorrillo	<i>Cassia occidentalis</i>	Arbustivo	3
14	CUSTF	Baynoro	<i>Celtis pallida</i>	Arbustivo	4
15	CUSTF	Palo Barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Arbustivo	15
16	CUSTF	Palo de asta	<i>Cordia sonora</i>	Arbustivo	12
17	CUSTF	Palo samo	<i>Coursetia glandulosa</i>	Arbustivo	31
18	CUSTF	Copalquin	<i>Coutarea latiflora</i>	Arbustivo	1
19	CUSTF	Vara prieta	<i>Croton cilyndrochya</i>	Arbustivo	3
20	CUSTF	Vara prieta	<i>Croton sonora</i>	Arbustivo	6
21	CUSTF	Huiloché	<i>Diphysa occidentalis</i>	Arbustivo	3
22	CUSTF	Pionilla	<i>Erythrina flabelliformis</i>	Arbustivo	2
23	CUSTF	Palo Dulce	<i>Eysenhardtia harmanii</i>	Arbustivo	8
24	CUSTF	Camuchin	<i>Ficus padifolia</i>	Arbustivo	4
25	CUSTF	Ocotillo	<i>Fouquieria macdougalii</i>	Arbustivo	7
26	CUSTF	Guazima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Arbustivo	8
27	CUSTF	cacachila	<i>Karwinskia humboltiana</i>	Arbustivo	6
28	CUSTF	Guayabillo	<i>Lysiloma watsonii</i>	Arbustivo	6
29	CUSTF	Amapa	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Arbustivo	4
30	CUSTF	Palo Nesco	<i>Willardia shiedeana</i>	Arbustivo	8
<b>30</b>					<b>234</b>
No.	Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)
1	CUSTF	Nopal	<i>Opunta sp.</i>	Cactácea	16
2	CUSTF	Cardon Hecho	<i>pachocereus pecten arboriginum</i>	Cactácea	13
<b>2</b>					<b>29</b>

"Ampliación de Tepetateras"

A continuación se presenta el análisis de los parámetros poblacionales y de diversidad del predio por estrato:

En el **estrato arbóreo**, existen 6 especies florísticas perennes en el predio CUSTF. Con una abundancia en el predio CUSTF es de 89 ind/ha, por encima de los árboles presentes en el predio sujeto a CUSTF. Así mismo, posee una diversidad de especies pobre en el predio CUSTF de 1.797 en la escala del índice de diversidad Shannon-Weiner, pero en mejor estado que el valor obtenido para el predio. Así mismo, en equidad, el estrato arbóreo es más homogéneo en el predio CUSTF, por el valor más cercano a 1, apoyada esta aseveración por el valor de la riqueza de especies, prácticamente en valor de 1 (estable u homogéneo).

**Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato arbóreo presente en el predio CUSTF.**

Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)	Abundancia absoluta	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
Cedro Rojo	<i>Cedrela odorata</i>	Arbol	12	230	5.900	10.300	8.100	24.300	0.188	-1.671	-0.314
Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	Arbol	21	403	13.200	8.900	11.050	33.150	0.190	-1.661	-0.316
Momoa	<i>Erythrophyllum mexicanum</i>	Arbol	7	134	9.300	11.670	10.485	31.455	1.700	-0.148	-0.252
Palo Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Arbol	21	403	11.300	15.100	13.200	39.600	1.250	0.223	0.279
Palo Santo	<i>Ipomea arborescens</i>	Arbol	11	211	14.600	15.500	15.050	45.150	0.300	-2.010	-0.603
Mauto	<i>Lycium divaricata</i>	Arbol	9	173	23.900	12.700	18.300	54.900	0.110	-2.207	-0.243
Palo fierro	<i>Pithecellobium tortum</i>	Arbol	8	153	21.700	26.100	23.900	71.700	0.255	-1.366	-0.348
			<b>89</b>	<b>1.707</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>			<b>1.797</b>
										I. Shannon H =	1.797
										Máxima diversidad del ecosistema H' max =	1.946
										Equitatividad (J) H/H' max =	0.923

Por su parte, en el **estrato arbustivo**, existen 30 especies florísticas perennes en el predio CUSTF. Con una abundancia en el predio CUSTF es de 234 ind/ha, por encima de los árboles presentes en el predio sujeto a CUSTF. Así mismo, posee una diversidad de especies buena en el predio CUSTF de 3.180 en la escala del índice de diversidad Shannon-Weiner, pero en mejor estado que el valor obtenido para el predio. Así mismo, en equidad, el estrato arbóreo es más homogéneo en el predio CUSTF, por el valor más cercano a 1, apoyada esta aseveración por el valor de la riqueza de especies, prácticamente en valor de 1 (estable u homogéneo).

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato arbustivo presente en el predio CUSTF.**

Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)	Abundancia absoluta	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Mi	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
CUSTF	Malva	<i>Abutilon hirtum</i>	Arbustivo	13	249	3.480	5.890	4.685	14.055	0.095	-2.354	-0.124
CUSTF	Papache	<i>Randia echynocarpa</i>	Arbol	6	115	1.400	1.900	1.650	4.950	1.095	0.091	-0.124
CUSTF	Abutilon	<i>Abutilon incanum</i>	Arbustivo	3	58	3.560	1.900	2.730	8.190	0.042	-3.177	-0.132
CUSTF	Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustivo	8	153	2.900	5.600	4.250	12.750	0.100	-2.303	-0.230
CUSTF	Magüey	<i>Agave spp</i>	Arbustivo	20	384	2.590	3.931	3.261	9.782	0.016	-4.135	-0.066
CUSTF	Garbanzillo	<i>Astragalus wootonii</i>	Arbustivo	1	19	3.400	3.400	3.400	10.200	0.010	-4.605	-0.046
CUSTF	Bromelia	<i>Bromelia karatas</i>	Arbustivo	4	77	2.300	4.500	3.400	10.200	0.116	-2.154	-0.250
CUSTF	Teposan	<i>Buddleia wrightii</i>	Arbustivo	11	211	1.600	3.565	2.583	7.748	0.036	-3.324	-0.120
CUSTF	Torote Papelillo	<i>Bursera laxiflora</i>	Arbustivo	8	153	4.500	3.300	3.900	11.700	0.043	-3.147	-0.135
CUSTF	Torote Mulato	<i>Bursera odorata</i>	Arbustivo	14	269	5.300	2.450	3.875	11.625	0.011	-4.510	-0.050
CUSTF	Torote papelillo	<i>Bursera simaruba</i>	Arbustivo	11	211	5.900	2.900	4.400	13.200	0.021	-3.882	-0.080
CUSTF	Huajilote	<i>Caesalpinia coriarea</i>	Arbustivo	4	77	4.500	2.340	3.420	10.260	0.058	-2.842	-0.166
CUSTF	Palo Zorrillo	<i>Cassia occidentalis</i>	Arbustivo	3	58	4.160	3.400	3.780	11.340	0.012	-4.448	-0.052
CUSTF	Baynoro	<i>Celtis pallida</i>	Arbustivo	4	77	2.300	2.100	2.200	6.600	0.018	-4.001	-0.073
CUSTF	Palo Barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Arbustivo	15	288	2.300	5.400	3.850	11.550	0.021	-3.882	-0.080
CUSTF	Palo de asta	<i>Cordia sonora</i>	Arbustivo	12	230	3.500	2.800	3.150	9.450	0.081	-2.513	-0.011
CUSTF	Palo samo	<i>Coursetia glandulosa</i>	Arbustivo	31	595	1.500	2.670	2.085	6.255	0.024	-3.730	-0.090
CUSTF	Copalquin	<i>Coutarea latiflora</i>	Arbustivo	1	19	2.560	5.400	3.980	11.940	0.021	-3.882	-0.080
CUSTF	Vara prieta	<i>Croton cilyndrotochya</i>	Arbustivo	3	58	1.600	3.100	2.350	7.050	0.021	-3.858	-0.081
CUSTF	Vara prieta	<i>Croton sonora</i>	Arbustivo	6	115	3.635	1.560	2.598	7.793	0.036	-3.324	-0.120
CUSTF	Huiloche	<i>Diphysa occidentalis</i>	Arbustivo	3	58	4.255	2.100	3.178	9.533	0.043	-3.147	-0.135
CUSTF	Pionilla	<i>Erythrina flabelliformis</i>	Arbustivo	2	38	2.980	1.430	2.205	6.615	0.011	-4.510	-0.050
CUSTF	Palo Dulce	<i>Eysenhartia harmanii</i>	Arbustivo	8	153	5.600	2.900	4.250	12.750	0.021	-3.882	-0.080
CUSTF	Camuchin	<i>Ficus padifolia</i>	Arbustivo	4	77	3.100	3.200	3.150	9.450	0.058	-2.842	-0.166
CUSTF	Ocotillo	<i>Fouquieria macdougalii</i>	Arbustivo	7	134	3.635	5.100	4.368	13.103	0.036	-3.324	-0.120
CUSTF	Guazima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Arbustivo	8	153	4.500	2.700	3.600	10.800	0.043	-3.147	-0.135
CUSTF	cacachila	<i>Karwinskia humboltiana</i>	Arbustivo	6	115	2.980	2.430	2.705	8.115	0.011	-4.510	-0.050
CUSTF	Guayabillo	<i>Lysiloma watsonii</i>	Arbustivo	6	115	2.570	2.900	2.735	8.205	0.021	-3.882	-0.080
CUSTF	Amapa	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Arbustivo	4	77	3.635	4.560	4.098	12.293	0.036	-3.324	-0.120
CUSTF	Palo Nesco	<i>Willardia shiedeana</i>	Arbustivo	8	153	4.255	4.100	4.178	12.533	0.043	-3.147	-0.135
				<b>234</b>	<b>4.488</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>2</b>	<b>-102</b>	<b>-3.180</b>
I. Shannon H = <b>3.180</b>												
Máxima diversidad del ecosistema H' max = <b>3.801</b>												
Equitatividad (J) H/H' max = <b>0.837</b>												

**Parámetros poblacionales y de diversidad del grupo de cactáceas presente en el predio CUSTF.**

Sitio	Especie	Nombre común	Estrato	n (1 Ha)	Abundancia absoluta	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Mi	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
CUSTF	Nopal	<i>Opuntia sp.</i>	Cactácea	16	307	63.300	60.600	49.900	173.800	0.106	-2.110	-0.224
CUSTF	Cardon Hecho	<i>pachocereus pecten arboriginum</i>	Cactácea	13	249	36.700	39.400	50.100	126.200	0.243	-1.100	-0.267
				<b>29</b>	<b>556</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>	<b>0.349</b>	<b>-3.210</b>	<b>-0.491</b>
I. Shannon H = <b>0.491</b>												
Máxima diversidad del ecosistema H' max = <b>0.693</b>												
Equitatividad (J) H/H' max = <b>0.708</b>												

Por su parte, en el grupo de **cactáceas**, existen 2 especies florísticas perennes en el predio CUSTF. Con una abundancia en el predio CUSTF es de 29 ind/ha. Así mismo, posee una diversidad de especies en mal estado en el predio CUSTF de 0.491 en la escala del índice de diversidad Shannon-Weiner, pero en mejor estado que el valor obtenido para el predio. Así mismo, en equidad, el estrato arbóreo es más homogéneo en el predio CUSTF, por el valor más cercano a 1, apoyada esta aseveración por el valor de la riqueza de especies, prácticamente en valor de 1 (estable u homogéneo).

## b) Fauna:

### Fauna a Escala de sistema ambiental (SA) o microcuenca hidrológica forestal (MHF) delimitada

En el presente estudio, el trabajo de campo para la caracterización faunística de la cuenca hidrológica forestal consistió en una salida de campo en febrero 2020, durante la cual se llevaron a cabo tanto los muestreos en la unidad de análisis como en las áreas sujetas a cambio de uso de suelo. Se establecieron 10 sitios para la, aplicando las metodologías específicas para cada grupo taxonómico a identificar, mismas que serán explicadas más adelante.

Los sitios de muestreo son los mismos empleados para el análisis de flora, realizándose previamente.

Se conformaron dos brigadas, cada una con un especialista en fauna los cuales recorrieron el área en busca de indicios o avistamientos directos de especies, se muestrearon los mismos puntos tanto para vegetación como para fauna, cada sitio fue de 1,000 m<sup>2</sup> de forma rectangular.

Después de la ubicación de cada sitio de muestreo y una vez delimitada el área se dio paso a muestrear primero la fauna y después la vegetación, para evitar ahuyentar las posibles especies presentes dentro del sitio o alterar la presencia de indicios.

Considerando la etología de los grupos taxonómicos y la alta movilidad que llegan a presentar, es muy difícil delimitar el área que ocupa una población y determinar el tamaño poblacional real; por lo que se usan muestreos para estimar la abundancia, siendo fundamental el elegir una muestra suficientemente representativa de la población. Para estimar la densidad poblacional de diversas especies de fauna se han utilizado métodos de conteo directo y métodos de conteo indirecto. Los métodos directos se pueden separar en dos: transectos y captura; mientras que los métodos indirectos consisten en: conteo de huellas, excrementos, madrigueras, cantos, entre otros.

La elaboración del inventario faunístico se realizara mediante el método de monitoreo directo, basado principalmente en la visualización de los individuos presentes en su hábitat natural. Para esto se utilizaran binoculares para la observación de aves y mamíferos, así como las guías de campo de fauna regional para la identificación de los individuos avistados. Asimismo, con base a la experiencia de los técnicos de campo, se buscaran evidencias como la presencia de huellas, madrigueras, excretas, etc. para inferir la presencia de las especies de fauna no avistadas directamente.

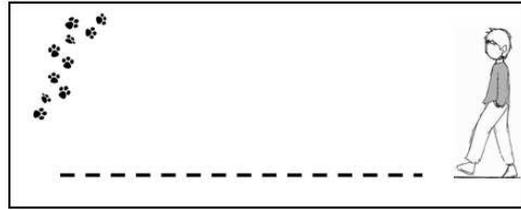
## Mastofauna

El muestreo de este grupo fue realizado en sitios de forma rectangular, de 1000m<sup>2</sup> de dimensiones de 20 x 50 m equivalentes a los sitios y ubicación de los quince sitios de muestreo forestal. La revisión de fauna silvestre se realizó previamente en cada sitio delimitado y una vez concluido, se procedía al muestreo de flora.

El registro de mamíferos se hizo revisando todo el polígono de 1000m<sup>2</sup> en la búsqueda de organismos mayores (a simple vista) y mamíferos menores (roedores, principalmente) o sus evidencias como excretas, huellas y madrigueras.

### "Ampliación de Tepetateras"

Para obtener el inventario de mamíferos permitieron registrar el mayor número de individuos presentes de acuerdo a sus hábitos y actividad. Para el registro de mamíferos, se realizaron recorridos a pie por toda el área, localizando e identificando excretas, huellas y madrigueras, y eventualmente la observación directa de ejemplares.



Esquema de recorrido en el sitio de muestreo en la búsqueda de mamíferos y/o evidencias

Los mamíferos observados vivos, fueron identificados con las claves para la identificación de "Los Mamíferos de México" (Villa y Cervantes, 2003) y "The mammals of North America" (Hall, 1981), después de ser identificadas las especies, los ejemplares fueron fotografiados y liberados. Respecto a la identificación de rastros y huellas: Se recorrió cada sitio de muestreo, detectando huellas, excretas y otros rastros (esqueletos, desecho de la alimentación de mamíferos). La técnica de colecta de rastros permite detectar y determinar la presencia de mamíferos medianos, así como su uso de hábitat y alimentación (Aranda, 2012).

Las huellas y excretas registradas se identificaron con la ayuda de las guías: "Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México" (Aranda, 2012) y "Mammals Tracks and Sign" (Elbroch, 2003). La información obtenida de las observaciones directas de fauna silvestre fue complementada con el registro de la ocurrencia de señales indirectas en la trayectoria, tales como huellas, excretas, carcazas y/o restos de partes de individuos.

La identificación de las especies evidenciadas en campo se realizó in situ mediante observación y con el apoyo de las guías taxonómicas, en especial de las guías de campo de: Aranda-Sánchez & Jaime-Marcelo (1981), Burt & Grossenheider (1980), Caire (1978), Fa & Morales (1998), Grossenheider & Buró (1976), Hall (1981), Watanabe (2002) y Whitaker (1980).

### Avifauna

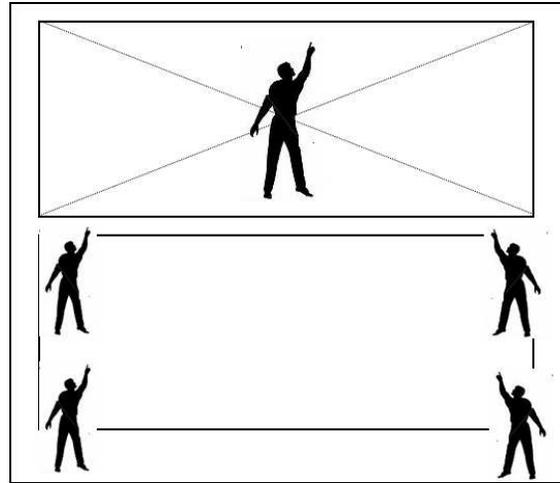
El muestreo de este grupo fue realizado en sitios de forma rectangular, de 1000m<sup>2</sup> de dimensiones de 20 x 50 m equivalentes a los sitios y ubicación de los quince sitios de muestreo forestal. La revisión de fauna silvestre se realizó previamente en cada sitio delimitado y una vez concluido, se procedía al muestreo de flora.

Para el grupo de aves, se aprovechó el muestreo de flora, realizándose recorridos a pie, para las observaciones por puntos y conocer presencia – ausencia, con revisión de 30 minutos en los sectores señalados. El muestreo para este grupo se llevó a cabo de dos maneras, a través del avistamiento y la captura mínima de ejemplares siguiendo la técnicas citadas por Bibby (et al., 1992). Los avistamientos en campo se realizaron utilizando equipo óptico como binoculares (7X21) y telescopios con capacidad de 15-45X y 15-60X.

En aves, el muestreo fue dentro de los mismos 1000m<sup>2</sup>, con la variante una vez recorrido el sitio, se realizaron avistamiento de 30 minutos aproximadamente desde el punto central ubicado de cada sitio, así como posicionándose en cada uno de los vértices, en la búsqueda radial de organismos, sea en vuelo, perchando o en nidos.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Se realizó un inventario de las especies de aves diurnas presentes durante el muestreo y adicionalmente grabaron los cantos durante cada censo. Para obtener la información de la valoración de la riqueza, abundancia y diversidad se empleó el método de censo en puntos de radio fijo de 25 metros (Hutto et al., 1986). Este método fue escogido porque presenta una fina resolución para cuantificar la abundancia y diversidad de las aves tanto residentes como migratorias. Permite realizar comparaciones entre diferentes hábitats y correlacionar los resultados para obtener información de especies/área (Moore et al., 2005), y porque este método es el que tiene el mayor espectro de observación de aves tanto en el plano vertical como horizontal (Ugalde-Lezama, 2009).



**Esquema de avistamiento en el sitio de muestreo en la búsqueda de aves y/o evidencias**

El método de censo consistió en visitar los 10 sitios de muestreo de 08:00 a 17:00 hrs y realizar observaciones por cada punto cardinal, el tiempo de observación fue de 30 minutos de conteo. El técnico encargado se ubicó en uno de los vértices del sitio y por un periodo de 30 minutos se observaron las aves presentes en todas direcciones, además se tomaron en cuenta la presencia de indicios como plumas y cantos durante los recorridos a pie por el sitio con ayuda de binoculares y guías de campo se identificaron y registraron los individuos avistados en el área. En este método se efectúa una búsqueda de aves y su identificación se lleva a cabo por observación directa y/o por la detección de sus cantos, llamados y sonidos particulares.

Lo anterior fue identificado en sitio, por comparación en las guías de campo y trabajos del sitio de los autores: Alden (1969); Fitzpatrick (2002); Howell & Webb (1995); National Geographic (1987); Petterson & Chalif (1989); y, Russell & Monson (1998). Para la elaboración de las listas de especies se siguió el arreglo taxonómico de la American Ornithologists' Union (AOU), en cuanto a orden, familia, género y especie, actualizado en julio del 2015 con el suplemento "56th supplement" (Chesser et al., 2015) de la AOU. A cada especie se le asignó el nombre común en español de acuerdo a la "Red de Conocimientos sobre las Aves de México" de la CONABIO (Berlanga et al., 2008).

### **Herpetofauna**

En la búsqueda del inventario del grupo de anfibios y reptiles se aprovecharon los recorridos a pie, se cuestionó a los guías de apoyo sobre la presencia-ausencia de este grupo, además buscando indicios revisando exhaustivamente en el área circundante debajo de troncos muertos, hojas y piedras. Se identificaron y registraron todos los individuos.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Los muestreos se realizaron con la metodología de búsqueda directa de ejemplares, la búsqueda de las especies con actividad diurna se realizó de 07:00 a 17:00 hrs removiendo piedras, troncos de árboles caídos y revisando la vegetación y cortezas de tocones de árboles secos que sirven como refugios para anfibios y reptiles (Vite-Silva et al., 2010). El esfuerzo de muestreo se realizó con dos personas en el sitio de 1000m<sup>2</sup>. El manejo de los organismos hallados en campo fue de forma manual, para lagartijas y serpientes no venenosas se sostienen de la cabeza y miembros anteriores para no dañar al organismo y poder realizar la identificación, para serpientes venenosas se utiliza un gancho herpetológico inmovilizando la cabeza para su manipulación segura (Casas-Andreu, et al., 1991).

Los ejemplares capturados fueron identificados in situ y se registró las coordenadas de ubicación con un GPS (Garmin, 60CSx). Para la elaboración de las listas de especies se siguió el arreglo taxonómico de la Reptile Database (Uetz, 2016), en cuanto a orden, familia género y especie, actualizado a la fecha con los suplementos. A cada especie se le asignó el nombre común en español de acuerdo con CONABIO. El inventario se apoyó con la evidencia fotográfica y registro del sitio (dada la naturaleza de anfibios y reptiles), comparando los ejemplares con las guías de campo de los autores Bogert & Oliver (1945); Flores-Villela (1993); Lowe & Frost (1992); y Stebbins (1985).

Finalmente, el inventario obtenido, fue revisado de acuerdo al Sistema Integrado de Información Taxonómica (SIIT) de la CONABIO, que representa una interfaz mexicana de ITIS (Integrated taxonomic information system-North America) cuyo propósito es establecer un estándar taxonómico mundial. El arreglo de la información en fauna, incluye el nombre del Orden y Familia taxonómico, nombre científico y común para cada una de las especies evidenciando las más representativas en el lugar. El inventario obtenido, se comparó con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por su nombre en Inglés) para identificar el estatus de protección de las especies.

De esta manera, si bien en materia de fauna silvestre, si bien el espacio físico de la cuenca no puede ser muestreada de manera representativa, se analizaron 10 sitios en la MHF delimitada, resultando que los valores están mejor representados que a nivel del predio, ya que se obtuvo un inventario de 50 especies (28 aves, 13 mamíferos, 9 reptiles y anfibios) contabilizando 255 individuos/ha. De allí, son las aves con mejor representación del Índice de Diversidad de Shannon-Weiner, pero la mejor equidad entre las especies la tienen los reptiles.

**Atributos de la fauna silvestre en la MHF.**

Grupo faunístico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Especies (No.)	Abundancia (Ind/ha)	Índice de diversidad de Shannon-Weiner	Equidad
Mamífero	1	13	78	2.313	0.902
Aves	2	28	154	2.892	0.868
Reptiles	2	9	23	2.092	0.952
	5	50	255		

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Análisis de diversidad de la fauna**

La medida más simple para cuantificar la diversidad es mediante el recuento del número de especies presentes en la comunidad de estudio, lo que se conoce con el término de riqueza de especies, atributo que junto a la abundancia relativa permite analizar y medir la diversidad biológica de una comunidad.

Dentro del conjunto de especies que componen una comunidad no todas son igualmente abundantes, la abundancia relativa de una especie se refiere a la fracción con la que contribuye dicha especie a la abundancia total.

**Índice de valor de importancia**

En la estimación del Índice de Valor de Importancia (IVI) valorado para para jerarquizar la dominancia de cada especie que corresponde a un porcentaje que va de 0 a 100 por lo que la escala de valores de importancia para cada especie abarca de 0 a 300. Para ello El IVI se calculó de la siguiente manera:

$$IVI = \text{Abundancia relativa (\%)} + \text{Dominancia relativa (\%)} + \text{Frecuencia relativa (\%)}$$

Donde:

$$Ar = \frac{N^{\circ} \text{ ind}x}{\text{Total ind}} 100$$

Ar = Abundancia relativa

N° Indx = Número de individuos de la especie "x"

Total ind = Total de individuos de todas las especies

$$Dr = \frac{Sx}{\sum S} 100$$

Dr = Dominancia relativa

Sx = Valor de Simpson de la especie "x"

∑S = Sumatoria de los valores de Simpson de todas las especies

$$Fr = \frac{Fx}{\sum F} 100$$

Fr = Frecuencia relativa

Fx = Frecuencia de la especies "x"

∑F = Suma de los valores de frecuencia de todas las especies

**Diversidad de especies**

Estudiar la biodiversidad implica conocer la abundancia relativa y establecer un indicador de diversidad para las especies de fauna, por grupo faunístico (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), para derivar en un análisis. Los métodos comúnmente utilizados para evaluar la diversidad de especies se encuentran enfocados a determinar la diversidad alfa o dentro de las comunidades.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Moreno (2001) propone dividir los métodos en dos grupos, de acuerdo a las variables biológicas que miden: 1) los métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); y 2) los métodos basados en la estructura de la comunidad, los cuales, a su vez pueden clasificarse según se basen en la dominancia o equidad de la comunidad. Como indicadores de la diversidad faunística presente en la unidad de análisis se determinó la riqueza, el índice de Shannon y el Índice de Valor de Importancia (IVI), los cuales se describen a continuación.

Riqueza de especies: es la medida más simple para cuantificar la diversidad mediante el recuento del número de especies presentes en una comunidad de estudio.

Índice de Shannon-Wiener: mide el grado de incertidumbre de un sistema, entre mayor sea el valor de la diversidad mayor será el grado de incertidumbre. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie (Rocha et al., 2009). El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i * \ln P_i$$

Donde:

H = Índice de diversidad de Shannon.

Pi = Abundancia relativa de especies.

S = número de especies en la muestra.

Es así como el índice puede tomar valores entre cero, cuando hay una sola especie, y 5 cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Al valor máximo de diversidad se le conoce como H' max y rara vez es mayor a 5. En este sentido, es importante mencionar que la diversidad es un concepto que se relaciona con las perturbaciones, ya que la disminución en la diversidad puede ser consecuencia de un incremento en las perturbaciones ambientales. Los valores bajos de este índice se consideran indicadores de la contaminación y/o perturbación consecuencia de la modificación o alteración de las condiciones naturales; así pues, si el valor del índice es igual a:

5, refleja condiciones óptimas / diversidad muy alta.

4, refleja muy buen estado / diversidad alta.

3 a 4, refleja buen estado / diversidad media-alta.

2 a 3, refleja estado moderado / diversidad media.

1 a 2, refleja perturbación / diversidad baja.

0 a 1, refleja mal estado / diversidad muy baja.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

En este contexto, el índice de equidad de Pielou ( $J = H'/H'max$ ) mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, su valor máximo de 1, el cual corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. A continuación se muestran los valores de diversidad de acuerdo al índice de Shannon así como el IVI de cada especie registrada en la MHF.

En el caso de la fauna obtenida en la MHF si bien es escasa, esto es debido a la perturbación previa y tránsito local existente en el área destinada al proyecto, toda vez la cercanía de centros poblados y áreas de ocupación agrícola.

Por otra parte, se revisó los rasgos de distribución y desplazamiento de las especies reportadas en la MHF buscando áreas de importancia como corredores biológicos (cañadas, cauces de corrientes superficiales, entre otros) sitios de congregación de especies, resultando que si bien las especies inventariadas no son de lento desplazamiento ni de distribución restringida que requieran trayectorias de desplazamiento toda vez que son de amplia distribución de acuerdo a los planos de ubicación potencial desarrollados por CONABIO. Sin embargo, de preferir espacios de desplazamientos, éstos serían hacia el Este, donde se encuentran condiciones más sanas en cuanto a cobertura vegetal que permitiera mejores condiciones de hábitat, sin que las especies sean preferenciales sobre algún tipo de hábitat. Esto además, porque el inventario obtenido no tiene preferencias de arreglos costeros (hacia el Oeste del proyecto).

### **Mastofauna**

Para el grupo de los mamíferos se identificaron 13 especies, registrando un total de 78 individuos en el muestreo, equivalente a una abundancia de 78 individuos/ha mayormente de rata canguro (*Dipodomys merriami*) y ardilla cola redonda (*Xerospermophilus tereticaudus*).

Existen solo una especie con estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 siendo éste el tejón (*Taxidea taxus*). Cabe mencionar que algunas subespecies de las especies presentes en el predio están en estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero están asociadas a poblaciones en islas principalmente, como algunas subespecies del cacomixtle, rata canguro, liebre cola negra y venado bura. El valor de diversidad obtenido, 2.253 es indicador es de una moderada diversidad y reflejo de un ambiente perturbado, sin embargo, la diversidad máxima,  $H'max=2.639$ , indica que aún hay más especies por registrar en el medio. En cuanto al valor de importancia, la especie con un IVI mayor resultó ser la rata canguro (*Dipodomys merriami*), la cual fue también la más abundante al obtener tanto registros directos en 6 de los 15 puntos de muestreo en la MHF; a pesar de ser la especie más abundante el valor de equitatividad indica que no existen especies dominantes en al ambiente muestreado. Destacando los muestreos ocurridos a nivel de la MHF, tenemos los siguientes valores para la mastofauna del entorno al proyecto:

"Ampliación de Tepetateras"

Estimación de la mastofauna de la MHF

Nombre común	Especie	NOM	CITES	Abundancia	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)	
Cacomixtle	<i>Bassaris astutus</i>			7	8.108	6.941	8.974	24.023	0.090	-2.411	-0.216	
Coyote	<i>Canis latrans</i>			5	13.514	3.541	6.410	23.465	0.064	-2.747	-0.176	
Rata canguro	<i>Dipodomys merriami</i>			16	8.108	36.261	20.513	64.882	0.205	-1.584	-0.325	
Liebre antilope	<i>Lepus alleni</i>			2	5.405	0.567	2.564	8.536	0.026	-3.664	-0.094	
Liebre cola negra	<i>Lepus californicus</i>			6	10.811	5.099	7.692	23.602	0.077	-2.565	-0.197	
Zorrillo	<i>Mephitis macroura</i>			1	2.703	0.142	1.282	4.126	0.013	-4.357	-0.056	
Murcielago	<i>Mormoops megalophylla</i>			2	5.405	0.567	2.564	8.536	0.026	-3.664	-0.094	
Venado bura	<i>Odocoileus hemionus</i>			4	5.405	2.266	5.128	12.800	0.051	-2.970	-0.152	
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>		III	1	2.703	0.142	1.282	4.126	0.013	-4.357	-0.056	
Jabalí	<i>Pecarí tajacu</i>			8	8.108	9.065	10.256	27.430	0.103	-2.277	-0.234	
Conejo del desierto	<i>Silvilagus audubonii</i>			9	10.811	11.473	11.538	33.822	0.115	-2.159	-0.249	
Tejón	<i>Taxidea taxus</i>	A, NE		5	13.514	3.541	6.410	23.465	0.064	-2.747	-0.176	
Ardilla cola redonda (Juancito)	<i>Xerospermophilus tereticaudus</i>			12	5.405	20.397	15.385	41.187	0.154	-1.872	-0.288	
S= 13												
											H'	2.313
											H' max	2.565
											J'	0.902

**Avifauna**

Aves fue el grupo faunístico con un mayor número de especies identificadas (28) así como individuos registrados (154) en los muestreos y del inventario resultante, dos especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ambas en estatus de Protección especial, no endémicas (Pr, NE). En cuanto al índice de diversidad se obtuvo un valor de 2.892, el cual es indicador de que existe una diversidad media-alta y reflejo de un ambiente en buen estado.

Asimismo, la diversidad máxima (H'max) resultó ligeramente mayor, lo que indica que hay pocas especies que quedan aún por registrar en el ambiente. La especie con el valor de importancia mayor fue el gorrión (*Passer domesticus*), seguido del aura (*Cathartes aura*), el toqui (*Melospiza fusca*) y el mosquero (*Pyrocephalus rubinus*), la cual también fue la más abundante. En cuanto a la equitatividad se obtuvo un valor de 0.868, el cual indica que no existen especies dominantes.

Las estimaciones de aves para la MHF, en detalle al resumen previamente mostrado, arrojaron los siguientes valores:

"Ampliación de Tepetateras"

Estimación a detalle de la avifauna de la MHF

Nombre común	Especie	NOM	CITES	Abundancia	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)	
Gavilán	<i>Accipiter cooperii</i>	Pr, NE	II	1	1.515	0.056	0.649	2.220	0.006	-5.037	-0.033	
Zacatonero	<i>Aimophila carpalis</i>			4	6.061	0.890	2.597	9.548	0.026	-3.651	-0.095	
Halcón cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>		II	2	3.030	0.222	1.299	4.551	0.013	-4.344	-0.056	
Codorniz de gambel	<i>Callipepla gambelii</i>			9	4.545	4.505	5.844	14.895	0.058	-2.840	-0.166	
Matraca del desierto	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>			2	1.515	0.222	1.299	3.036	0.013	-4.344	-0.056	
Caracara	<i>Caracara cheriway</i>		II	1	1.515	0.056	0.649	2.220	0.006	-5.037	-0.033	
Cardenal norteño	<i>Cardinalis cardinalis</i>			3	1.515	0.501	1.948	3.964	0.019	-3.639	-0.077	
Aura	<i>Cathartes aura</i>			19	10.606	20.078	12.338	43.022	0.123	-2.093	-0.258	
Chotacabras menor	<i>Chordeiles acutipennis</i>			2	1.515	0.222	1.299	3.036	0.013	-4.344	-0.056	
carpintero collarejo	<i>Colaptes chrysoides</i>			11	4.545	6.730	7.143	18.418	0.071	-2.639	-0.189	
Tortola	<i>Columbina passerina</i>			7	1.515	2.725	4.545	8.786	0.045	-3.091	-0.141	
Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>			3	3.030	0.501	1.948	5.479	0.019	-3.938	-0.077	
Cueno	<i>Corvus cryptoleucus</i>			5	7.576	1.390	3.247	12.213	0.032	-3.428	-0.111	
Alcaudón verdugo	<i>Lanius ludovicianus</i>			2	1.515	0.222	1.299	3.036	0.013	-4.344	-0.056	
Carpintero del desierto	<i>Melanerpes uropygialis</i>			1	1.515	0.056	0.649	2.220	0.006	-5.037	-0.033	
Toqui pardo	<i>Melospiza fusca</i>			11	9.091	6.730	7.143	22.963	0.071	-2.639	-0.189	
Cenzontle	<i>Mimus polyglottos</i>			3	3.030	0.501	1.948	5.479	0.019	-3.938	-0.077	
Gorrión	<i>Passer domesticus</i>			25	6.061	34.761	16.234	57.055	0.162	-1.818	-0.295	
Carpintero mexicano	<i>Picoides scalaris</i>			2	3.030	0.222	1.299	4.551	0.013	-4.344	-0.056	
Mosquero cardenal	<i>Pyrocephalus rubinus</i>			10	6.061	5.562	6.494	18.116	0.065	-2.734	-0.178	
Chanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>			2	1.515	0.222	1.299	3.036	0.013	-4.344	-0.056	
Chivirín saltarroca	<i>Salpinctes obsoletus</i>			1	1.515	0.056	0.649	2.220	0.006	-5.037	-0.033	
Papamoscas llanero	<i>Sayornis saya</i>			5	3.030	1.390	3.247	7.667	0.032	-3.428	-0.111	
Golondrina	<i>Serpennis Stelgidopteryx</i>			1	1.515	0.056	0.649	2.220	0.006	-5.037	-0.033	
Golondrina	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>			3	1.515	0.501	1.948	3.964	0.019	-3.639	-0.077	
Tirano tropical	<i>Tyrannus crassirostris</i>			3	3.030	0.501	1.948	5.479	0.019	-3.938	-0.077	
Paloma ala blanca	<i>Zenaida asiatica</i>			2	1.515	0.222	1.299	3.036	0.013	-4.344	-0.056	
Paloma huiolota	<i>Zenaida macroura</i>			14	7.576	10.901	9.091	27.568	0.091	-2.398	-0.218	
				154	100.000	100.000	100.000	300.000			-2.892	
				S=	28						H'	2.892
									H'max	3.332		
									J'	0.868		

**Herpetofauna**

Finalmente, el grupo de herpetofauna fue el que menor riqueza de especies presentó respecto a los otros dos grupos, aves y mamíferos, ya que se identificaron 9 especies y un total de 23 ejemplares en los muestreos, así como dos especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo al índice de Shannon se obtuvo un valor de 2.092, indicador de un ambiente perturbado y de moderada diversidad. La especie más abundante fue el porohui (*Dipsosaurus dorsalis*), seguido de la lagartija (*Sceloporus clarkii*) y la lagartija arbolera (*Urosaurus ornatus*) con un mayor número de individuos registrados. Estas mismas especies obtuvieron el valor de importancia mayor precisamente por ser la especie más abundante y frecuente, la razón es que es una especie generalista, ampliamente distribuida en distintos hábitats. Sin embargo, se obtuvo un valor de equitatividad de 0.952, el cual es cercano a 1 lo que indica que no existen especies dominantes. Las estimaciones de herpetofauna para la MHF, en detalle al resumen previamente mostrado, arrojaron los siguientes valores:

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Estimación a detalle de la herpetofauna de la MHF**

Nombre común	Especie	NOM	CITES	Abundancia	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)	
Culebra chirrión	<i>Coluber flagellum</i>	A, NE		1	5.882	1.408	4.348	11.639	0.043	-3.135	-0.136	
Lagartija-costado manchado común	<i>Uta stansburiana</i>	A, E		1	5.882	1.408	4.348	11.639	0.043	-3.135	-0.136	
Lagartija	<i>Sceloporus magister</i>			3	5.882	12.676	13.043	31.602	0.130	-2.037	-0.266	
Iguana-espinosa de Sonora	<i>Ctenosaura macrolopha</i>			3	17.647	12.676	13.043	43.367	0.130	-2.037	-0.266	
Huico	<i>Aspidoscelis tigris</i>			2	5.882	5.634	8.696	20.212	0.087	-2.442	-0.212	
Huico	<i>Aspidoscelis sonorae</i>			3	17.647	12.676	13.043	43.367	0.130	-2.037	-0.266	
Lagartija-arbolera común	<i>Urosaurus ornatus</i>			3	17.647	12.676	13.043	43.367	0.130	-2.037	-0.266	
Lagartija espinosa	<i>Sceloporus clarkii</i>			2	5.882	5.634	8.696	20.212	0.087	-2.442	-0.212	
Porohui	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>			5	17.647	35.211	21.739	74.597	0.217	-1.526	-0.332	
				23	100.000	100.000	100.000	300.000			-2.092	
				S=	9						H'	2.092
											H'max	2.197
											J'	0.952

**Fauna a escala de predio**

Basado en el seguimiento de la misma metodología, los resultados a nivel de predio son los siguientes:

En el predio resultan los siguientes atributos de fauna silvestre para la MHF. Existe un universo de 16 especies, sólo una de ellas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con una abundancia acumulada de 36 individuos por especie, mayormente del grupo de aves, con una diversidad que va de mal estado en reptiles a pobre en aves y mamíferos, aunque una comunidad muy homogénea.

**Resumen de la composición de fauna en el predio CUSTF.**

Grupo faunístico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Especies (No.)	Abundancia (Ind/ha)	Índice de diversidad de Shannon-Weiner	Equidad
Mamífero	0	5	16	1.301	0.808
Aves	0	9	18	1.947	0.886
Reptiles	1	2	2	0.693	1.000
	1	16	36		

**Mastofauna**

Para el grupo de los mamíferos se identificaron 5 especies, equivalente a una abundancia de 16 individuos/ha mayormente de rata canguro (*Dipodomys merriami*) y el conejo del desierto (*Silvilagus audubonii*). Ninguna especie de este grupo se encuentra en estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El valor de diversidad obtenido, 1.301 es indicador es de una baja diversidad y reflejo de un ambiente perturbado, sin embargo, la diversidad máxima, H'max=1.609, indica que aún hay más especies por registrar en el medio. En cuanto al valor de importancia, la especie con un IVI mayor resultó ser la rata canguro (*Dipodomys merriami*), la cual fue también la más abundante al obtener tanto registros directos en el predio sujeto a CUSTF. Destacando los muestreos ocurridos a nivel del predio sujeto a CUSTF, tenemos los siguientes valores para la mastofauna del entorno al proyecto:

"Ampliación de Tepetateras"

Estimación de la mastofauna en el CUSTF

Nombre común	Especie	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)	
Coyote	<i>Canis latrans</i>	3	30.000	8.333	16.667	55.000	0.167	-1.792	-0.299	
Rata canguro	<i>Dipodomys merriami</i>	8	30.000	75.000	50.000	155.000	0.500	-0.693	-0.347	
Liebre antilope	<i>Lepus alleni</i>	1	10.000	0.926	5.556	16.481	0.056	-2.890	-0.161	
Zorrillo	<i>Mephitis macroura</i>	1	10.000	0.926	5.556	16.481	0.056	-2.890	-0.161	
Conejo del desierto	<i>Silvilagus audubonii</i>	4	20.000	14.815	22.222	57.037	0.222	-1.504	-0.334	
16 100.000 100.000 100.000 300.000 1.000									H'	1.301
									H' max	1.609
									J'	0.808

Avifauna

Aves fue el grupo faunístico con un mayor número de especies identificadas (9) así como individuos registrados en los muestreos y del inventario resultante. Ninguna especie se encuentra enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En cuanto al índice de diversidad se obtuvo un valor de 1.947, el cual es indicador de que existe una diversidad baja y reflejo de un ambiente en buen estado. Asimismo, la diversidad máxima (H'max) resultó mayor, lo que indica que hay especies que quedan aún por registrar en el ambiente. Las especies con los mayores valores de importancia mayor fueron el gorrión (*Passer domesticus*), la tórtola (*Columbina passerina*) y la paloma huilota (*Zenaida macroura*). En cuanto a la equitatividad se obtuvo un valor de 0.886, el cual indica que no existen especies dominantes. Las estimaciones de aves para el predio sujeto a CUSTF, en detalle al resumen previamente mostrado, arrojaron los siguientes valores:

Estimación a detalle de la avifauna

Nombre común	Especie	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)	
Cuervo	<i>Corvus cryptoleucus</i>	1	8.333	1.429	5.000	14.762	0.050	-2.996	-0.150	
Cenzontle	<i>Mimus polyglottos</i>	1	8.333	1.429	5.000	14.762	0.050	-2.996	-0.150	
Chanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	1	8.333	1.429	5.000	14.762	0.050	-2.996	-0.150	
Tirano tropical	<i>Tyrannus crassirostris</i>	1	8.333	1.429	5.000	14.762	0.050	-2.996	-0.150	
Aura	<i>Cathartes aura</i>	3	16.667	12.857	15.000	44.524	0.150	-1.897	-0.285	
Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>	1	8.333	1.429	5.000	14.762	0.050	-2.996	-0.150	
Paloma ala blanca	<i>Zenaida asiática</i>	4	16.667	22.857	20.000	59.524	0.200	-1.609	-0.322	
Tortola	<i>Columbina passerina</i>	2	8.333	5.714	10.000	24.048	0.100	-2.303	-0.230	
Paloma huilota	<i>Zenaida macroura</i>	5	16.667	51.429	30.000	98.095	0.300	-1.204	-0.361	
18 100.000 100.000 100.000 300.000									H'	1.947
									H' max	2.197
									J'	0.886

"Ampliación de Tepetateras"

**Herpetofauna**

El grupo de herpetofauna fue el que menor riqueza de especies presentó respecto a los otros dos grupos, aves y mamíferos, ya que se identificaron sólo 2 especies y un total de 2 ejemplares en los muestreos. De acuerdo al índice de Shannon se obtuvo un valor de 0.693, indicador de un ambiente perturbado y de muy pobre diversidad.

Estimación a detalle de la herpetofauna

Nombre común	Especie	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Porohui	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	1	50.000	50.000	50.000	150.000	0.500	-0.693	-0.347
Culebra chirriona	<i>Masticophis flagellum</i>	1	50.000	50.000	50.000	150.000	0.500	-0.693	-0.347
		2	100.000	100.000	100.000	300.000	1.000	-1.386	-0.693
								H'	0.693
								H' max	0.693
								J'	1.000

**IV.2.2.3 Medio socioeconómico**

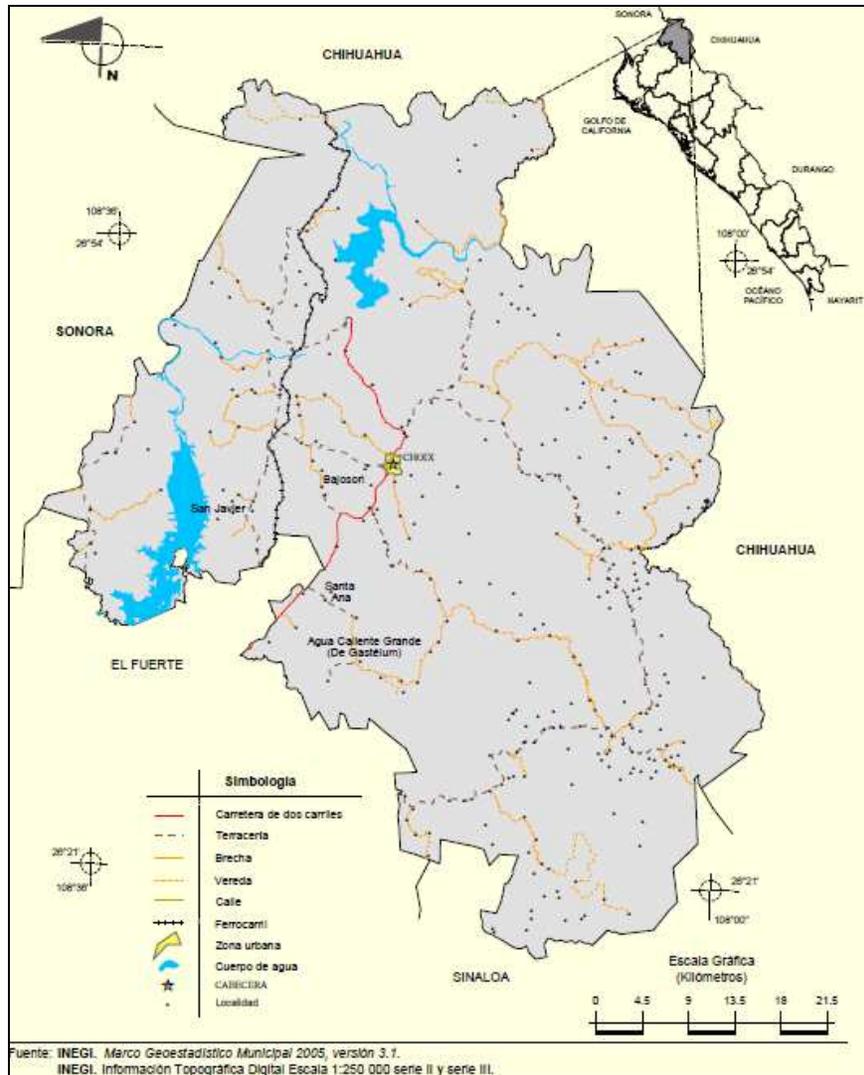
**a) Demografía.**

El municipio de Choix, ocupa el Quinceavo lugar a nivel estatal de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del 2010, con una población de 32,998 habitantes distribuidos en 336 localidades, con un comportamiento demográfico ligeramente positivo en los últimos 60 años. (INEGI, 2010).

Datos generales del municipio de Choix Sinaloa

Datos generales	
Población 2005 [1]	31,763 Habitantes
Población 2010 [2]	32,998 Habitantes
Superficie [3]	3220.364 Km <sup>2</sup>
Densidad de población [4]	10.25 Habitantes/Km <sup>2</sup>
Ubicación en la entidad [3]	Norte
Tipo de urbanización [5]	No urbano
Colindancias [7]	Al sur Sinaloa; al suroeste El Fuerte, y al oeste Alamos, en el estado de Sonora. En el estado de Chihuahua, al norte Urique; al este Morelos; al norte Guazapares; al norte Chínipas, y al noreste Batopilas.

**"Ampliación de Tepetateras"**



**Ubicación del municipio de Choix y sus colindancias**

En un radio de 10 km., con respecto al Proyecto, se encuentran 3 centros poblados, que albergan a una población de 780 habitantes.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Principales localidades del municipio de Choix, Sinaloa**

Principales localidades					
Clave	Nombre	Población [2]	Porcentaje de población municipal	Cabecera municipal	Localidad Estratégica [6]
250070001	CHOIX	9,306	28.2	✓	
250070003	AGUA CALIENTE GRANDE (DE GASTÉLUM)	1,540	4.67		✓
250070027	BAJOSORI	734	2.22		
250070200	SAN JAVIER	813	2.46		
250070208	SANTA ANA	651	1.97		
250070230	TASAJERAS	491	1.49		✓
250070259	YECORATO	265	0.8		✓
<b>Total:</b>		<b>48,069</b>	<b>44.94</b>		

Notas: [1] INEGI. II Censo de Población y Vivienda, 2005.

[2] INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

[3] Elaboración propia a partir de INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2010, versión 4.2.

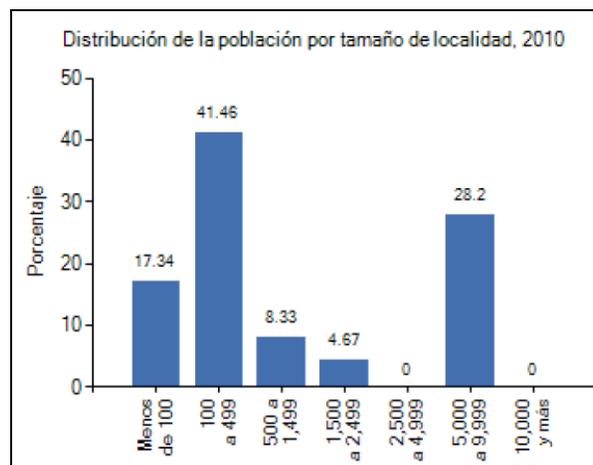
[4] Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

[5] CONAPO. Clasificación de los municipios de México según tipo de urbanización 2000.

[6] Localidad identificada como estratégica para el desarrollo de los municipios señalados en la Declaratoria de las Zonas de Atención Prioritaria 2012 (DOF: 12/12/2011).

[7] Elaboración propia a partir de INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2010, versión 4.2.

A nivel municipio, la cabecera municipal (Choix), concentra el 24.65 % de la población, mientras que de los 5 principales centros poblados mayores a 500 habitantes representa el 35.83 %.



**Distribución de la población por localidad en el municipio de Choix**

Las principales comunidades del municipio con una población mayor a 500 habitantes, concentran una población de 11,822 habitantes, incluida la cabecera municipal, representando esta última el 68.81 %, como se observa en la tabla siguiente:

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Distribución de la población por tamaño de localidad en el municipio de Choix, 2010.**

Distribución de la población por tamaño de localidad, 2010				
Tamaño de localidad (Número de habitantes)	Población	% Población	Número de localidades	% Localidades
Menos de 100	5,721	17.34	262	80.12
100 a 499	13,681	41.46	59	18.04
500 a 1,499	2,750	8.33	4	1.22
1,500 a 2,499	1,540	4.67	1	0.31
2,500 a 4,999	0	0	0	0
5,000 a 9,999	9,306	28.2	1	0.31
10,000 y más	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>32,998</b>	<b>100</b>	<b>327</b>	<b>100</b>

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

La población del municipio es joven ya que el 60% es menor de 24 años. En lo general existe un equilibrio numérico entre los dos sexos, dado que el 51% son hombres y el 49% mujeres. (INEGI, 2005)

De acuerdo a la clasificación de zonas de atención prioritaria de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), el Mpio. de Choix, registro para el 2005 un grado de marginación de Alto, como se muestra en la tabla siguiente:

**Zona de atención social prioritaria de Choix**

Cobertura	
PDZP	Sí
Tipo de municipio	Grado de marginación alto
<a href="#"><u>Consultar localidades de la cobertura</u></a>	
Municipio de la Cruzada Nacional contra el Hambre	Sí

Fuente: SEDESOL (2014). Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP), para el ejercicio fiscal 2014, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28/12/2013. Disponible en: [http://www.microrregiones.gob.mx/documentos/2014/RO\\_PDZP2014\\_DOI.pdf](http://www.microrregiones.gob.mx/documentos/2014/RO_PDZP2014_DOI.pdf)

**b) Factores socioculturales.**

**Museos**

En la cabecera municipal se encuentra la casa de la cultura José Angel Espinoza "Ferrusquilla", la cual cuenta con un pequeño museo donde se exhiben petroglifos, artesanías y los reconocimientos hechos a la vida artística del citado cantautor

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

### Fiestas, Danzas y Tradiciones

Las fiestas pagano-religiosas de San Miguel de Baca, se celebran en la comunidad de Baca los días 28 y 29 de septiembre. En la comunidad de Baymena se celebra el día de San Rafael de Baymena, los días 23 y 24 de octubre. En San Javier se festeja el día de San Francisco Javier, los días 2 y 3 de diciembre. En todas estas celebraciones se llevan a cabo danzas rituales mayos. Así también, son tradicionales las fiestas de navidad y año nuevo en la cabecera municipal.

### Música

José Angel Espinoza "Ferrusquilla", compositor e intérprete es autor de "Echame a mí la culpa", "El tiempo que te quede libre", "La ley del monte" entre otras.

### Artesanías

Alfarería, cestería y talabartería.

### Gastronomía

Guacavaqui, carne machaca, capirotada, atoles blancos y de pinoles.

### Centros Turísticos

Aguacaliente Grande, Baymena, Baca, Aguacaliente de Baca, Presa "Luis Donaldo Colosio", Choix.

## ***c) Cobertura de servicios***

### Educación

El sistema educativo tiene una cobertura de 9 mil 599 alumnos que asisten a 220 planteles; esta población se encuentra estudiando en preescolar (11.1%), primaria (71.6%), secundaria (14.1%) y preparatoria (3.2%). En 1970, el nivel de analfabetismo representaba el 42.7% de la población de 15 años y más, reduciéndose a 21.4% en 1990, nivel casi tres veces mayor al promedio estatal; por tal razón Choix es el tercer municipio con más alto índice de analfabetismo.

### Salud

La cobertura médica institucional es de 23 centros de atención de los cuales 12 corresponden al IMSS, 9 a la Secretaría de Salud y una unidad del ISSTE y DIF, respectivamente.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

Abasto Los giros predominantes son los abarrotes y artículos de vestuario y uso personal. Se cuenta, por otra parte, con tiendas de la distribuidora CONASUPO (DICONSA) y CONASUPO-Solidaridad en varias comunidades rurales del municipio.

#### Deporte

Existe una unidad deportiva en la cabecera municipal y canchas deportivas de usos múltiples en la mayoría de las comunidades rurales.

#### Vivienda

El bajo nivel de vida de los habitantes se refleja en la calidad y tipo de construcciones de los hogares. Según información censal de 1990, solo el 16.2% de las 5 mil 167 casas habitadas tenían techo de concreto, tabique o ladrillo; y por el contrario el 59.8% utilizaron lámina de cartón, palma, tejamanil o madera. Para 1990 la información socioeconómica de la cabecera municipal indica que ésta se formaba con ocho asentamientos, mismos que albergaban a 5 mil 333 habitantes.

De acuerdo a los resultados que presenta el II Censo de Población y Vivienda del 2005, en el municipio cuentan con un total de 7,227 viviendas de las cuales 7,137 son particulares.

#### Servicios Públicos

Asimismo, el ayuntamiento administra los servicios de parques, jardines, edificios públicos y unidad deportiva, entre otros.

#### Medios de comunicación

Editados en la ciudad de Los Mochis llegan a la ciudad de Choix los periódicos "El Debate" y "El Sol" de Los Mochis. Además, existe una repetidora local de los canales 2 y 5 de la capital del país, y se escuchan las estaciones de radio de la ciudad de Los Mochis.

#### Vías de comunicación

El acceso al municipio es por carretera, ferrocarril o avioneta. La principal vía de comunicación es la carretera Los Mochis-El Fuerte-Choix, pavimentada. El resto de las localidades se encuentran comunicadas a través de caminos de terracería. Por otra parte, el ferrocarril Chihuahua-Pacífico cruza el municipio, siendo Loreto su principal estación. Se cuenta además con aeropistas en algunas comunidades.

El municipio tiene servicio postal, administración de telégrafos y servicio telefónico para vivienda y caseta pública. Existe transporte de pasajeros a las principales localidades del municipio.

**"Ampliación de Tepetateras"**

***d) Población económicamente activa (por edad, sexo, estado civil, etc.)***

Las actividades económicas del municipio por sector, se distribuyen de la siguiente forma:

Sectores Porcentaje de la P.E.A. Sector Primario (Agricultura y ganadería) 61.1% Sector Industrial (Manufacturas, construcción, 13.4% minería) Sector terciario (Comercio, turismo y 20.9% servicios) Desocupados 4.6%

**Agricultura**

Su frontera agrícola se extiende a una área de 30 mil 804 hectáreas que casi en su totalidad son cultivadas con técnicas tradicionales. Esta superficie de cultivo representa el 6.8% de la extensión territorial del municipio, y el 4.6% de la superficie temporalera del estado. Los principales cultivos de la región son ajonjolí, cacahuate, frijol y maíz.

**Ganadería**

La actividad ganadera es importante; la Asociación Ganadera de Choix por la membresía de aproximadamente 2 mil 800 socios que en su mayoría (87.3%) posee entre 1 y 50 semovientes. A lo anterior hay que agregar que el 57.1% de la superficie municipal está disponible para uso pecuario (257 mil 570 hectáreas), es decir, el 11.7% de lo registrado en el estado, por lo que se constituye en el tercer municipio con mayor superficie de agostadero.

Los hatos incluyen 69 mil 874 bovinos, 25 mil 698 ovicaprinos, 12 mil 299 equinos, 12 mil 458 porcinos y 29 mil 46 aves de corral. Asimismo, la apicultura se practica a través de 3 mil 198 colmenas.

**Explotación Forestal**

La superficie forestal susceptible de explotación es de 127 mil hectáreas en donde predominan pino y encino. Los principales predios son los de La Culebra (13 mil 211 metros cúbicos) y el Sauce de San Isidro (8 mil 285 hectáreas). En realidad es poco el impacto de la silvicultura en la economía del municipio, ya que su aprovechamiento se realiza a través de los aserraderos con capacidad limitada de aserrío.

**Minería**

Los minerales que se explotan son plata, plomo, oro, cobre, zinc, sin representar una actividad económica preponderante. Industria

La rama industrial está representada por una planta de beneficio de minerales metálicos y por actividades a nivel familiar como son la elaboración de productos de panadería, molienda de nixtamal y fabricación de tortillas, así como peletería, talleres de soldadura y carpintería.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

### Comercio

Opera a través de 79 pequeñas unidades. Un número considerable de personas y familias dependen directamente de esta actividad, misma que ha hecho posible satisfacer las necesidades más elementales de la sociedad al proveerla de alimento, vestido y de bienes y servicios indispensables para su subsistencia.

### Turismo

Existen zonas serranas propicias para la práctica de la caza deportiva y excursionismo; en las localidades de Chuchaca, Aguacaliente de Baca y Aguacaliente Grande, existen aguas termales.

La construcción de la Presa "Luis Donaldo Colosio" representa un importante destino turístico para nacionales y extranjeros que gusten de la pesca deportiva.

### Servicios

Los principales servicios que presta el municipio son: hospedaje, restaurantes, autos de alquiler y talleres mecánicos

#### **IV.2.2.4 Paisaje**

La definición del paisaje presenta serias dificultades técnicas puesto que en la mayoría de las metodologías utilizadas se incluye un factor subjetivo o de apreciación que introduce un fuerte sesgo en la evaluación del paisaje, por otro lado la integración o evaluación del paisaje involucra elaborados métodos matriciales y cartográficos que abarcan amplias áreas, sin embargo en el presente caso el ecosistema de interés está perfectamente definido por tratarse de humedales en donde la vegetación específica aunada a áreas de inundación e intercambio de masas de agua continentales y marinas delimitan la zona en donde los diferentes componentes ambientales integran la unidad paisajística principal y permite diferenciarla claramente de las colindantes, por lo anterior el análisis presentado se realiza con base en la micro localización del sitio ya que el análisis de los componentes geológicos, litológicos y topográficos son relativamente homogéneos y los puntos geográficos en donde se presenta la inflexión o cambio se encuentran distantes del proyecto analizado, cabe aclarar que, como es de esperarse, muchos de los componentes que intervienen en la sustentabilidad o fragilidad del paisaje se encuentran precisamente en la parte alta de la cuenca paisajística, sin embargo, su análisis escapa a los alcances del presente estudio.

Las características paisajísticas de la zona del Proyecto se describen a continuación:

Visibilidad.- La zona de estudio, se caracteriza por presentar una topografía accidentada, con elevaciones que van desde los 200 msnmm hasta los 980 msnmm, por lo que la visibilidad es limitada con excepción en las partes más altas de los lomeríos.

El Proyecto, modificará ligeramente la visibilidad del Predio ya que se reducirá la cota de la altura normal.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Calidad paisajística.- Los elementos paisajísticos más relevantes en la zona de estudio son los lomeríos con valles, lo cual da la apreciación de un paisaje atractivo tanto a corta distancia como al horizonte.

Por las dimensiones y diseño del Proyecto, el área que ocupará no alterará significativamente la calidad paisajística del área.

Fragilidad visual (es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él).

Dado a que el Predio forma parte del sistema complejo orográfico de la zona de Cancio, con el desarrollo del Proyecto no se modificará la fragilidad visual, además de que se restaurará con vegetación regional una vez que se termine la vida útil de la Mina.

### **IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.**

En apego a la definición de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), los servicios ambientales son aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros<sup>14</sup>. Algunos de los servicios ambientales involucrados en el proyecto sí tendrán modificaciones, mismas que se describen a continuación, aunque solo afectarán de manera local. La tabla IX.1 señala los servicios ambientales que se afectan con el proyecto (aún cuando son a nivel local) y más adelante se desglosan los servicios ambientales que presta el área de estudio, en apego al Artículo 7, Fracción XXXVII de la LGDFS.

La manera de evaluar los servicios ambientales es en cuatro rubros cualitativos que se señalan a continuación:

**Valoración cuantitativa de los servicios ambientales**

<b>Nivel</b>	<b>Valor</b>	<b>Descripción</b>
1	Nulo	El proyecto no tiene relación directa con el servicio ambiental que se evalúa
2	Bajo	Las afectaciones del servicio ambiental causado por la obra o proyecto son de alcance local
3	Medio	Las afectaciones del servicio ambiental causado por la obra o proyecto son de alcance regional e involucra la afectación a la vocación natural o aptitud señalada para el terreno a nivel regional
4	Alto	Las afectaciones del servicio ambiental causado por la obra o proyecto repercuten a nivel de cuenca.

14 D.O.F. 2008. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de Julio de 2003. TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada DOF 24-11-2008.

## "Ampliación de Tepetateras"

No existen implicaciones adicionales a la obra, distintas a las manifestadas en el presente documento, por lo que se descarta evaluaciones no previstas relativas a los servicios ambientales.

### La provisión del agua en cantidad y calidad

Para saber que el área captada en el proyecto sujeto a CUSTF no compromete el volumen que debe escurrir en el mismo y en la MHF, o en su defecto, establecer las medidas pertinentes para la cosecha de agua que asegure al menos los volúmenes reducidos de captación, fue necesario estimar los escurrimientos superficiales que ocurren en el área. El cálculo de los escurrimientos superficiales se considera para dos objetivos: 1) el escurrimiento medio, para estimar el volumen de agua por almacenar o retener, y 2) los escurrimientos máximos instantáneos para el diseño de obras de conservación.

Es un hecho conocido que los factores que afectan la infiltración del agua en el suelo son (Kramer, J.P. 1987):

- El contenido hídrico inicial,
- La permeabilidad superficial, Las características internas del suelo (tales como el espacio poroso),
- El grado de hinchazón de los coloides del suelo y del contenido orgánico del mismo, • La duración de la precipitación pluvial, y
- La temperatura del suelo y del agua.

En relación a lo anterior se reconoce que se reduce la infiltración al aumentar el contenido hídrico inicial del suelo (Ayers y Wikaramanayake, 1985), lo cual se explica porque la diferencia de potencial a través del frente de mojadura se reduce, y porque la hidratación e hinchazón de las partículas de arcilla reduce el área de corte seccional disponible para la entrada de agua.

Por otra parte, se evaluó el balance hídrico para el proyecto destacando que las obras y actividades previstas no limitan ni condicionan los recursos hídricos del entorno (en alcance a la MHF) toda vez que las acciones previstas revierten el proceso y llevan a valores con residual positivo, la infiltración de agua, de acuerdo a las siguientes conclusiones:

La eliminación de la cubierta vegetal por el cambio de uso de suelo suscitará la reducción de la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores del subsuelo, dificultando la recarga del manto freático; asimismo, al desfavorecerse la infiltración, aumentará la escorrentía por la falta de una capa de vegetación protectora (eliminada por el desmonte), así como la falta de la capa superficial del suelo (extraída durante el despalme).

Se prevé la ejecución de 3,500 terrazas individuales con un potencial de infiltración total de 673.40 m<sup>3</sup>, así como de 10 zanjas bordo que promueven 180 m<sup>3</sup> de infiltración anual. En total, estas obras permiten 853.400 m<sup>3</sup> de incremento en la infiltración, cubriéndose el déficit promovido por el desmonte requerido en el proyecto (19.1791 ha) del predio CUSTF y permitiendo un incremento de la infiltración de 14.777 m<sup>3</sup>/año adicionales, como residual positivo.

### "Ampliación de Tepetateras"

Con relación a la afectación en términos económicos, considerando que el predio cumpliera con las características de elegibilidad para incorporarse al pago por servicios ambientales de la CONAFOR en la modalidad B2.1 Servicios hidrológicos Área 1<sup>15</sup>, la cual tiene asignada el mayor monto de apoyo por hectárea por año que equivale a \$1,100.00, por las 19.1791 hectáreas que se pretenden afectar con la remoción de vegetación, se estaría dejando de percibir en términos económicos la cantidad de **\$ 21,097.01 pesos M.N. anuales** que corresponde a la afectación en términos económicos del servicio ambiental de captura de agua.

## La captura de carbono, de contaminantes y de componentes naturales

En este rubro se encuentran las funciones que realiza la vegetación para la captura de CO<sub>2</sub>, liberación de O<sub>2</sub> y sumidero de carbono. Tomando como referencia uno de estos servicios, la captura de CO<sub>2</sub>, es importante destacar que ésta solamente ocurre durante el desarrollo de los árboles, y se detiene cuando éstos llegan a su madurez total.

La captura de carbono se puede definir como la extracción y almacenamiento de carbono atmosférico (dióxido de carbono) en forma de biomasa proveniente de los bosques, la tierra y los océanos, para evitar que este llegue a la atmósfera. Es considerado como uno de los servicios ambientales de mayor importancia, ya que contribuye en el mantenimiento de la temperatura global, así como en la composición química del agua marina y de las zonas costeras. La superficie de CUSTF cubre 19.1791 ha de vegetación natural de bosque de encino.

El carbono en la forma de compuestos inorgánicos y orgánicos, como los gases de efecto invernadero CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, es reciclado entre la atmósfera, los océanos, y la biosfera. El mayor intercambio natural ocurre entre la atmósfera y la biosfera terrestre, pero la influencia humana se mantiene creciendo particularmente desde el comienzo de la era industrial donde las plantas retiran CO<sub>2</sub> de la atmósfera a través del proceso de la fotosíntesis. El dióxido de carbono es regresado a la atmósfera por la respiración de las criaturas vivas y la descomposición o incineración de la materia orgánica, siendo la combustión del combustible fósil y el CUSTF los principales procesos antropogénicos que liberan CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en el área de CUSTF del proyecto se utilizó el método IPCC (del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) como se indica a continuación:

$$CCC = (VT)*(FD)*(FCC)*(FCEB)$$

**Dónde:**

CCC = Coeficiente de captura de carbono  
VT = Volumen total estimado en el predio sujeto a CUSTF  
FD = Factor de densidad (0.5)  
FCC = Factor de captura de carbono (0.5)  
FCEB = Factor de expansión o extensión de biomasa (3.66)

Por lo tanto: **CCC = (42.041 m<sup>3</sup>)\*(0.5)\*(0.5)\*(3.66) = 38.4675 ton CO<sub>2</sub>/año**

<sup>15</sup> Para el pago por servicios ambientales hidrológicos se requiere una superficie mínima de 100 hectáreas, por lo que el área por afectar no sería sujeto de incorporación a dicho programa. El monto referido corresponde al publicado en las Reglas de Operación del Programa ProArbol para el año 2013.

## "Ampliación de Tepetateras"

En este sentido el proyecto contempla la remoción de vegetación y su respectiva biomasa en el total de la superficie que se propone para el CUSTF, resultan con una biomasa estimada en 42.041 m<sup>3</sup> a ser desmontada por la ejecución del CUSTF en 19.1791 ha de bosque de encino para dar paso a la obra, por lo que se pronostica que se dejarán de captar un total de 38.4675 ton de CO<sub>2</sub> al año.

Los factores de expansión son parámetros que transforman el volumen fustal por árbol o por unidad de superficie en densidad de carbono por árbol o por la misma unidad superficie por cada tipo de vegetación (Gracia et al., 2004). Estos facilitan los cálculos de la densidad de carbono a partir de las existencias reales en un bosque.

Estas se han desarrollado con la finalidad de someter a las comunidades forestales eventualmente al pago de servicios ambientales. Es importante señalar que el efecto es momentáneo ya que en el corto plazo se pierde la capacidad de captura de carbono, pero luego se ganará cuando aparezca la regeneración natural en cierta parte del área solicitada para CUSTF. Por las acciones de restauración que se planea implementar y como se mencionó anteriormente por la capacidad que tiene el propio ecosistema de regenerarse, se considera que no se pone en riesgo la captura de carbono ni la generación de oxígeno por la implementación del proyecto y que la afectación será a nivel del área de influencia del proyecto.

En términos económicos, partiendo de un precio de €18.05 (\$364.79<sup>16</sup>) por tonelada, en el área de CUSTF de 19.1791 ha se estaría dejando de percibir la cantidad de **\$13,175.12 pesos M.N.** que se pronostica se dejaran de captar.

Por otro lado, la generación de oxígeno como un servicio ambiental, está íntimamente asociado a la captura de carbono, puesto que se deriva de un proceso bioquímico. No obstante, se debe de tener en cuenta que las diferencias son enormes entre los tipos de plantas (C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>), los ecosistemas, los nutrimentos que proporcionan, etc., por lo cual es sumamente difícil cuantificar exactamente la relación entre captura de carbono y la producción de oxígeno.

### La generación de oxígeno

Este servicio ambiental, al igual que el anterior, está ligado con el proceso de la fotosíntesis que acontece en las plantas, sin embargo, resulta difícil determinar la cantidad de oxígeno que genera una planta al día, no obstante, se puede calificar de manera cualitativa considerando el grado de madurez y el tipo de vegetación de que se trate.

Investigaciones de la valoración cuantitativa de oxígeno<sup>17</sup>, estimó que por cada tonelada de madera que crece en bosques o páramos, usan cerca de 1.5 toneladas de dióxido de carbono y devuelven a la atmósfera 1 tonelada de oxígeno. Para la cuantificación del Oxígeno producido por el bioma del bosque se utilizó la siguiente ecuación:

<sup>16</sup> El costo del euro Estimado en 25 pesos MN al cierre del 20 de marzo de 2020

<sup>17</sup> BERRIO, 1992. Citado por CORDERO, Elsa. *Et al.* Estudio de caso sobre la mitigación del cambio climático por los bosques. Año 4, No. 6/2004

"Ampliación de Tepetateras"

$$O_{2B} = CO_{2FijadoBosques} / 1.5$$

Donde,

$O_{2B}$  = Oxígeno producido en toneladas por el bioma de bosque.  
 $CO_{2FijadoBosques}$  = Toneladas de dióxido de carbono total fijado en bosque.  
1.5 = Relación equivalente; para 1.5 Ton de  $CO_2$  secuestrado se produce 1Ton de  $O_2$ .

Si bien esta fórmula se utiliza para el tipo de vegetación de bosque a manera genérica, está bien aplicada al proyecto con bosque de encino, no existiendo registro de estimación en específico para el arreglo vegetativo del proyecto, se empleó el siguiente cálculo, considerando el máximo óptimo de un ecosistema. Así, tomando en cuenta que la estimación de  $CO_2$  en el apartado anterior, sustituyendo la fórmula tenemos que 26.645 ton anuales son de  $O_2$ .

Ahora bien, el valor económico del oxígeno se vuelve subjetivo toda vez que la determinación del valor económico en función del  $CO_2$ , no del oxígeno en sí, donde se asigna teniendo en cuenta la disponibilidad a pagar de diversos países, los cuales ofrecen un precio en el mercado que varía desde 1.00USD /Ton  $CO_2$  hasta 27.8 USD/Ton  $CO_2$  esto hace que en la actualidad exista gran variedad en los estimativos del precio según el método de cuantificación (impuestos, costos del daño, y control de emisiones, estimaciones basadas en el potencial de fijación de C etc.); y la naturaleza de los proyectos (conservación de reservas, proyectos agroforestales, manejo de bosques, establecimiento de plantaciones, entre otros).

Considerando un valor promedio por la captura de  $CO_2$  (14.4 USD Ton  $CO_2$ ) tenemos un monto de equivalente a \$ 539,411.97 pesos M.N.<sup>18</sup> generado anualmente de  $CO_2$  y si por cada 1.5 ton de  $CO_2$  se obtiene una ton de  $O_2$ , resulta un monto estimado en **\$6,667.70 pesos M.N.** para efecto de cuantificar la generación de oxígeno en el predio sujeto a CUSTF.

## El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales

El servicio ambiental en el amortiguamiento del impacto por fenómenos naturales no se verá interrumpido a nivel regional, toda vez que el sitio posee un tipo climático y relieve típico, que no limita el desarrollo del comportamiento atmosférico. Así mismo, los tipos de vegetación presentes son considerados de baja calidad por la afectación de las actividades antropogénicas que se desarrollan en ellos, y por los valores forestales aportados.

Este servicio ambiental considera las funciones que cumple el ecosistema cuando actúa como un regulador de las fluctuaciones y cambios ambientales que se originan en eventos tales como tormentas, inundaciones, sequías y huracanes entre otros, principalmente por la estructura de la vegetación. Es importante señalar que este servicio ambiental depende en gran medida del buen estado de conservación de la vegetación y de la extensión de la misma, ya que depende en forma directa de la riqueza de especies y de la complejidad de sus interacciones, al disminuir estos factores, disminuye la capacidad de resistencia del ecosistema. Un sistema con mayor diversidad y número de funciones ecológicas, será capaz de soportar de mejor manera una perturbación específica.

<sup>18</sup> Considerando un valor del dólar a \$25.80 pesos al cierre de 20 de marzo de 2020.

### "Ampliación de Tepetateras"

Los servicios ambientales en el amortiguamiento del impacto por fenómenos naturales no se verán interrumpidos a nivel regional, toda vez que el sitio posee un tipo climático y relieve típico, que no limita el desarrollo del comportamiento atmosférico. Ninguno de los aspectos del sistema ambiental que han sido analizados y descritos en el presente trabajo posee características o cualidades que permitan considerarlos como singulares o raros. El área estudiada presenta buenas condiciones de naturalidad, toda vez que pequeños parches de su superficie se encuentra perturbada por acción del hombre en la forma de desmontes principalmente para el desarrollo de agostaderos.

El grado de afectación del amortiguamiento de los impactos naturales se considera moderado, debido principalmente a la superficie forestal solicitada (19.1791 ha). Sin embargo, considerando que la MHF y el área de CUSTF se localizan en similares y susceptibles a ser afectados por eventos climatológicos relevantes (huracanes, ciclones, inundaciones, etc.), la cobertura vegetal juega un papel relevante contra este tipo de afectaciones, proveyendo protección al suelo y a los hábitats de flora y fauna, sin embargo, las acciones de revegetación permitirán la recuperación de la capacidad natural de amortiguamiento de dichos fenómenos naturales.

Ahora bien, en México, existe en registro que en el periodo 1980-2010 se ha invertido cerca de 2400 millones de dólares para atender fenómenos naturales de origen hidrometeorológico que han afectado más de 307,000 ha<sup>19</sup>. Esto es, cerca de 7,817.59 dólares por hectárea, que extrapolando al predio sujeto a CUSTF, son **\$63,748,358.51 pesos<sup>20</sup> M.N.**

### La modulación o regulación climática

La valoración de este servicio ambiental resulta subjetiva, toda vez que los parámetros para determinar la influencia que tienen los recursos forestales del predio sobre la regulación microclimática requiere de un monitoreo constante y periódico, cuyos alcances se medirían en años, lo cual dificultaría el análisis técnico planteado de acuerdo con los objetivos del presente estudio. De tal manera que sólo se anticipa que exista una disminución en la prestación de este servicio ambiental, principalmente por el efecto acumulativo de otros servicios ambientales afectados, ya que el presente estudio técnico justificativo se presenta para poder dar inicio a los trabajos de construcción del proyecto en una superficie de 19.1791 ha.

Desde otro punto de vista, la captura de CO<sub>2</sub> a través de la vegetación contribuye a la disminución de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo cual ayuda a la conservación de la temperatura global y por consiguiente a la conservación del régimen climático. También debe considerarse el volumen de CO<sub>2</sub> que se reintegrará a la atmósfera como producto de la descomposición del volumen de madera y residuos vegetales que se eliminen como resultado del cambio de uso del suelo.

<sup>19</sup> Manson, R.H., E.J. Jardel Peláez *et al.* 2009. Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. Conabio, México, pp. 131-184. Datos en las páginas 140 y 155.

<sup>20</sup> Considerando el valor del dólar en \$25.00 pesos M.N. al 20 de marzo de 2020.

### **"Ampliación de Tepetateras"**

El grado de afectación a la modulación o regulación climática se califica como muy bajo debido, por un lado, al porcentaje de superficie de afectación del proyecto con respecto a la MHF; y por el otro a que en dicha área el potencial de captura es de 38.467 ton CO<sub>2</sub>/año.

El proyecto no limitará la modulación o regulación climática. De acuerdo a la descripción de este rubro (señalado en el Capítulo IV del documento), puede destacarse que no existen factores críticos ni relevantes en relación a la superficie que será ocupada por el proyecto, donde el tipo climático está ampliamente distribuido y la condición de sus componentes relevantes (viento y calidad del aire, principalmente), se consideran en buen estado, sin afectaciones que limiten actividades adicionales al sistema ambiental del que forma parte.

No existen condiciones de aislamiento de ninguno de los elementos naturales descritos para el área de estudio, la cual posee características similares, en cuanto los elementos florísticos, faunísticos, climáticos, geológicos, fisiográficos, edafológicos e hidrológicos.

Ningún parámetro climático se encuentra normado. Igualmente, la descripción de los componentes asegura que los componentes de clima relativos a calidad del aire y vientos no serán mermados en el área de estudio.

El proyecto contempla que durante la etapa operativa no se rebasen los límites máximos permisibles de las emisiones a la atmósfera y se tendrá estricto apego a las NOM-047-SEMARNAT-1999, NOM-043-SEMARNAT-1993, NOM-081-SEMARNAT-1994, NOM-039-SEMARNAT-1993.

## **La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida**

La distribución del tipo climático, arreglo geológico y fisiográfico, así como la composición del suelo, cuenca, patrones de drenaje y disponibilidad de agua, flora, fauna y elementos socioeconómicos son compartidos a nivel regional y ninguna característica es para el área en estudio. Por otra parte, el sistema ambiental no presenta condiciones únicas, excepcionales o singulares para el sitio.

El ecosistema al cual pertenece el proyecto se encuentra distribuido en la porción serrana de Sinaloa, de las cuales 19.1791 ha son ocupadas por el proyecto, por lo que la obra no restringe por este motivo, los flujos de comunidades allí existentes. En particular, toda la MHF de referencia posee este arreglo ecosistémico. Por otra parte, los atributos físicos y biológicos que se presentan a nivel de predio sujeto a CUSTF, se encuentran ampliamente representados, señalando que no se comprometen recursos ni atributos debido al cambio de uso propuesto.

Con base en lo anterior, la riqueza biótica del área inherente al proyecto, se describe con detalle en el apartado descriptivo y analítico del medio biótico (capítulo IV de este documento), asimismo, se destaca que el enfoque que se hace de este rubro se centra en la biodiversidad de especies y de ecosistemas, en virtud de que, debido a los alcances de este ETJ no es posible ni hay información disponible de la biodiversidad a nivel genético. Con base en dicha información, la línea de base que define el estatus de diversidad biológica bajo un enfoque ecosistémico, equivale a asegurar que los ecosistemas funcionen saludablemente, por lo que al ser evaluados en los apartados correspondientes a fauna y a vegetación se utilizaron indicadores que reportaron proyecciones integrales, no precisadas por límites artificiales.

### **"Ampliación de Tepetateras"**

El enfoque ecosistémico adoptado asume una perspectiva de largo plazo soportada en la determinación del estatus de "línea-base de biodiversidad" y en un manejo adaptativo, que considera la dinámica natural de los ecosistemas, lo incierto e impredecible de sus funciones, sus conductas y sus respuestas. Esta fue la estrategia central, con la cual se orientó la integración de este capítulo.

Otra estrategia asumida corresponde al uso sustentable de los recursos de la biodiversidad, para ello, la identificación de los impactos ambientales consecuencia del cambio de uso de suelo en los terrenos forestales del proyecto se dirigió a identificar, proteger y promover el uso sustentable de los recursos bióticos, a fin de que se reconozcan los beneficios de la biodiversidad que provee soporte a sistemas esenciales para la vida y los servicios de ecosistemas; así como el costo de reemplazar esos servicios.

Cuando en una región existen diferentes ecosistemas, se entiende que dicha región está compuesta por subsistemas que establecen entre sí una serie de interacciones que en algunas ocasiones son recíprocas y en otras, constituyen servicios ambientales esenciales para el funcionamiento de otras partes del sistema.

En una primera aproximación, la unidad de análisis está formada por un grupo de subsistemas que interactúan entre sí, definidos de manera práctica por los tipos de vegetación con diversos grados de conservación. Cada uno de estos componentes constituye una unidad funcional compleja que incluye sus propias comunidades biológicas y condiciones ambientales particulares.

En este sentido, los ecosistemas realizan una serie de funciones que nos benefician directa o indirectamente y que muchas veces no son perceptibles de primera instancia, tales como los ciclos biogeoquímicos, producción primaria, regulación del clima, alimento, agua, combustible. Estos servicios incluyen los de provisión, también llamados bienes; los de regulación, que modulan las condiciones en las cuales habitamos y realizamos nuestras actividades productivas; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural, y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos.

Este servicio ambiental se refiere al papel que el ecosistema desarrolla para brindar áreas de refugio, alimentación y reproducción para las especies animales residentes y migratorias. Una de las medidas más efectivas para mantener la diversidad es la protección de los ecosistemas forestales existentes.

En este sentido, se considera que con el rescate y reubicación de las especies se mantendrán los Índices de Biodiversidad estimados para el área, así como con la revegetación de las áreas desprovistas de vegetación. En cuanto a las condiciones ambientales que pudieran propiciar el aumento en la disponibilidad o calidad ambiental del hábitat son las siguientes:

- Riqueza específica: Ésta no será afectada, aseveración derivada del análisis hecho con anterioridad y que se detalla en los apartados descriptivos de la vegetación y de la fauna. Aunado a que el proyecto contempla la remoción y reubicación de individuos, no así de poblaciones o comunidades completas, además de proveer alternativas para el manejo y resguardo de los mismos, ya sea mediante reubicación o reforestación.

**"Ampliación de Tepetateras"**

- Extensión: factor importante para el desarrollo de las poblaciones y comunidades; entre más extenso es su hábitat mayor será la probabilidad de subsistencia, como consecuencia de la oportunidad de recursos. El CUSTF que se solicita podría ocasionar que se disminuya la extensión del hábitat, sin embargo, la remoción de 19.1791 ha de la extensión total de la vegetación por afectar en la MHF.
- Continuidad de hábitats y corredores biológicos: se refiere a una condición del hábitat necesaria para el desarrollo de los organismos que está relacionada con la extensión del mismo. En ese sentido, con el CUSTF se prevé la fragmentación local del hábitat, el impacto de fragmentación, se presume que podría generar un efecto barrera que impida la comunicación y el flujo genético directo entre poblaciones, no así entre comunidades, motivo de la amplia extensión de las mismas a lo largo de la MHF.
- Riesgo potencial de ingreso de especies exóticas: La posibilidad de la colonización por especies invasoras o exóticas, se aumenta en relación al efecto de conductores de cambio que incidan de manera radical en el incremento significativo de la apertura y liberación de hábitats derivado del desplazamiento inducido de las especies que ahí radican o por la remoción de la vegetación que conforma el estrato básico de los ecosistemas. En este sentido, el proyecto no manejará ni introducirá ningún tipo de individuo perteneciente a especies exóticas; de igual manera la incidencia sobre la cobertura vegetal no representará efectos que propicien la alteración radical de los hábitats.

Considerando que el proyecto cumpliera con las características de elegibilidad para incorporarse al pago por servicios ambientales de la CONAFOR en la modalidad B2.2 Conservación de la Biodiversidad Área 4, la cual tiene asignada el mayor monto de apoyo por hectárea por año que equivale a \$550.00, por las 19.1791 hectáreas que se pretenden afectar con la remoción de vegetación, se estaría dejando de percibir en términos económicos la cantidad **\$10,548.51 pesos M.N.anuales** que corresponde a la afectación en términos económicos del servicio ambiental de conservación de la biodiversidad.

Por otra parte, si bien a nivel de cuenca, existe una escasa proporción de superficie destinada a las áreas naturales protegidas o de atención prioritaria. A nivel predio sujeto a cambio de uso del suelo, no existe ninguna área natural protegida o de atención prioritaria que merezca atención en protección y resguardo.

Así, en términos de diversidad biológica, el proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna área natural protegida con decreto, así como de cualquier región prioritaria en conservación.

Ninguno de los aspectos del sistema ambiental que han sido analizados y descritos en el presente trabajo posee características o cualidades que permitan considerarlos como singulares o raros. El tipo climático, el arreglo geológico, el conjunto fisiográfico, los tipos y asociaciones de suelos, la cuenca, los patrones de drenaje y disponibilidad de agua, la flora y fauna, así como los elementos socioeconómicos son compartidos a nivel regional, siendo el caso que el sistema natural no presenta condiciones singulares, únicas o excepcionales para el sitio del proyecto.

## La protección y recuperación de suelos

El suelo característico del área donde será ubicado el proyecto se describe en el capítulo IV del presente documento. De los tipos de suelo primario presentes en la MHF, la ocupación del proyecto coincide con los mejores representados en la cuenca. Los suelos del área de estudio corresponden con los materiales geológicos, el clima y la topografía. En general son someros encontrándose sus mayores espesores en lugares donde la topografía propicia la acumulación de material y humedad. Conforme al esquema de clasificación de la FAO/UNESCO-INEGI, en el área de estudio se encuentran diversos suelos primarios, siendo para el proyecto la ocupación del tipo Regosol.

Integrando las estimaciones de erosión eólica e hídrica para el proyecto (señaladas en los Capítulos III y IV de esta solicitud), se mantiene la MHF con valores superiores al predio, en cuanto a la generación manifiesta actual. Se estimó la erosión hídrica y eólica<sup>21</sup>, estos valores pueden ser verificables en el Capítulo IV (relativo a las estimaciones a nivel MHF) y en el Capítulo IV (relativo a las estimaciones del predio sujeto a CUSTF).

Cabe mencionar que el sitio no permanecerá desnudo, sino con la ocupación del avance del proyecto. Sin embargo, lo anterior amerita medidas de mitigación encaminadas a la reducción de esta erosión a provocar por el proyecto durante su elaboración.

Este servicio ambiental involucra la función de prevención de la pérdida de suelo por procesos de erosión eólica e hídrica. La degradación del suelo se define como *...un grupo de procesos que ocasionan el deterioro del recurso, los cuales provocan una disminución de la productividad biológica y la pérdida de la biodiversidad...* La erosión es la remoción del suelo causada por la acción de los agentes físicos, como el agua o el viento, razón por la cual las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas, obteniendo los siguientes resultados.

Para efectos de tomar en cuenta su afectación económica, considerando que el proyecto cumpliera con las características de elegibilidad para incorporarse al pago por conservación y restauración de suelos que otorga la CONAFOR en la modalidad B1.4, la cual tiene asignada un monto de apoyo por hectárea por año que equivale a \$2,600.00, por las 19.1791 hectáreas que se pretenden afectar con la remoción de vegetación, se estaría dejando de percibir en términos económicos la cantidad de **\$49,865.66 pesos M.N. anuales** que corresponde a la afectación en términos económicos por conservar y restaurar el suelo del área sujeta a CUSTF.

## El paisaje y la recreación

Se trata de una zona que conserva características naturales en su composición, tiene valor estético de nivel bajo, donde existe un uso mayoritariamente de agostadero, por lo cual no lo determina como una zona privilegiada o única visualmente.

---

<sup>21</sup> Erosión eólica analizada mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS) y Erosión hídrica mediante el Manual de Ordenamiento de la SEDUE, empleada en el proceso de Ordenamiento General del Territorio

### *"Ampliación de Tepetateras"*

Este servicio ambiental se basa en la factibilidad de usar al ecosistema para realizar actividades recreativas tales como ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades de aprovechamiento no extractivo, incluyendo el desarrollo de actividades económicas a partir de valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científico del ecosistema. Al respecto, en el caso específico de la superficie de 19.1791 hectáreas en la que se pretende realizar debe considerarse que dentro del área del proyecto no se tienen registradas áreas que estén siendo aprovechadas ecoturísticamente y que pudieran ser impactadas en su momento por la implementación del proyecto. Se considera que la afectación del paisaje se estará dando intrínsecamente en su calidad visual, en virtud de que cuando se lleve a cabo la construcción de las obras del proyecto, se modificará el paisaje actual; y esto conllevará a que se vea un panorama distinto y observado por los habitantes que viven cerca del área del proyecto. La principal modificación se concretará cuando se lleve a cabo la eliminación de la vegetación.

Con base en lo anterior, se puede deducir que con la implantación del proyecto, no se provocarán afectaciones significativas con relación a las que actualmente existen en el área de CUSTF, sobre todo si se consideran las actividades de revegetación que sucederán posteriores a la construcción donde será recuperada buena parte de la cobertura vegetal. Con relación a la afectación económica de éste los dos servicios ambientales descritos con anterioridad, no existen metodologías específicas para su obtención, por la naturaleza de dichos servicios ecosistémicos. La importancia del servicio ambiental depende del grupo de población que a nivel de cuenca resulta beneficiado por el servicio ambiental y que presta dentro del área que se vería afectada por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales; de tal forma que un servicio ambiental puede ser de beneficio generalizado para la población (como el servicio de captura y secuestro de dióxido de carbono) o sólo de beneficio a grupos reducidos, como en el caso de uso no comerciales o porción extraíble como comida. Los diferentes ecosistemas proporcionan un conjunto particular de servicios ambientales y de igual forma, la calidad de los servicios que ofrece será diferencial dependiendo del ecosistema y sus características. Por lo cual, cada uno de los sistemas que ocupará el proyecto será valorado en relación al tipo de servicio ambiental que ofrece y a la calidad del mismo.

Por otra parte, el grado de afectación se plantea en función de la disminución del valor ambiental que podría darse como resultado de la ejecución del cambio de uso del suelo solicitado para una superficie de 19.1791 hectáreas, en comparación con la disponibilidad del recurso forestal en la MHF y consecuentemente de la disponibilidad del servicio ambiental.

Siguiendo esta línea, cabe mencionar que el proyecto se elaboró basándose en la guía de una estrategia sustentada en la aplicación del Principio Precautorio, es decir, aplicar este principio en cualquier situación en la que algún recurso o servicio ambiental pueda verse amenazado o no existan conocimientos suficientes, ya sea para cuantificar el riesgo o para implementar una mitigación efectiva. La aplicación de este principio implicó el desarrollo de un proceso intensivo de recopilación con motivo de consolidar la disponibilidad de información suficiente (al menos desde el enfoque de su disponibilidad) para tomar las decisiones más convenientes.

En resumen, de los ocho servicios ambientales señalados en los términos de referencia, dos no tienen relación directa al proyecto (valor nulo de afectación al servicio) y seis son afectados a nivel local (afectación baja al servicio ambiental) de acuerdo a la descripción previamente señalada en el documento.

A continuación se presenta el resumen de la valoración cuantitativa de los servicios ambientales involucrados en el proyecto.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Resumen de la valoración cuantitativa de los servicios ambientales**

Detalle en apartado	Servicio ambiental	Pérdida anual	Monto en la vida útil (\$)	Valor resumen del servicio
IX.2.1.	La provisión del agua en cantidad y calidad	\$ 21,097.01	\$210,970.10	Bajo
IX.2.2.	La captura de carbono, de contaminantes y de componentes naturales	Monto único al desmonte	\$ 13,175.12	Bajo
IX.2.3.	La generación de oxígeno	Monto único al desmonte	\$ 6,667.70	Bajo
IX.2.4.	El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	Monto único al desmonte	\$3,748,358.51	Bajo
IX.2.5.	La modulación o regulación climática	Valorado en IX.3.2 y IX.3.3.		Nulo
IX.2.6.	La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida	\$ 10,548.51	\$105,485.05	Bajo
IX.2.7.	La protección y recuperación de suelos	\$ 49,865.66	\$498,656.60	Bajo
IX.2.8.	El paisaje y la recreación	Valorado en IX.3.6. y nulo valor paisajístico toda vez que no es el quehacer del sitio		Nulo
			<b>\$4,583,313.09</b>	

Más adelante se retoma esta cantidad, para la estimación de los recursos biológicos forestales del proyecto.

#### **IV.4. Diagnóstico ambiental**

El inventario del sistema ambiental se desarrolla con base en los apartados descritos en otras partes de este documento para el proyecto, los cuales se sustentan en metodologías y fuentes primarias de información seleccionadas para permitir la más exacta y fidedigna descripción del sistema ambiental y con ello hacer evidente el valor natural, cultural o histórico del lugar, lo cual es esencial para una buena toma de decisión y gestión ambiental de los recursos del área de estudio.

##### ***Normativos***

Los rubros normados relacionados a los distintos aspectos del proyecto se enmarcan en las categorías de suelo, agua, flora y fauna y valorado en el Capítulo III de este documento.

##### ***De diversidad***

Con base en la información disponible y los datos de campo, puede decirse que el área posee una buena diversidad. El inventario florístico refleja un sustantivo número de especies, bien relacionadas entre si, debido al alto parentesco entre las especies.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

***Rareza***

Ninguno de los aspectos del sistema ambiental que han sido analizados y descritos en el presente trabajo posee características o cualidades que permitan considerarlos como singulares o raros.

El tipo climático, el arreglo geológico, el conjunto fisiográfico, los tipos y asociaciones de suelos, la cuenca, los patrones de drenaje y disponibilidad de agua, la flora y fauna, así como los elementos socioeconómicos son compartidos a nivel regional con la porción de la microcuenca hidrológico forestal delimitada para el proyecto, siendo el caso que el sistema natural no presenta condiciones singulares, únicas o excepcionales para el sitio del proyecto.

***Naturalidad***

El área estudiada presenta malas condiciones de naturalidad, toda vez que existe actividad antropogénica cercana, caminos existentes, además de que parte de la superficie requerida para el proyecto se encuentra perturbada por acción del hombre en la forma de desmontes, zonas perturbadas u ocupadas.

***Grado de aislamiento***

No existen condiciones de aislamiento de ninguno de los elementos naturales descritos para el área de estudio, la cual posee características similares, en cuanto los elementos florísticos, faunísticos, climáticos, geológicos, fisiográficos, edafológicos e hidrológicos.

***Integridad Funcional***

La integridad funcional del ecosistema no se encuentra afectada dada el bajo nivel de perturbación que presentan los componentes naturales. Esto es evidenciado por la relación de parentesco de la flora inventariada además de que el arreglo faunístico permite indicar que las cadenas tróficas están bien relacionadas. Haciendo un análisis de la información presentada en el capítulo IV, sobre caracterización del medio natural y socioeconómico en la zona del proyecto, se establece que la zona en general mantiene un buen grado de conservación del sistema ambiental.

***Riesgos/vulnerabilidad***

No se reconocieron eventos que pongan en riesgo los atributos descritos del proyecto. No existe manifestación de actividad volcánica reciente ni rasgos geomorfológicos o de otro tipo que indique sismicidad activa, por lo que es seguro concluir que la región es tectónicamente inactiva, lo mismo que lo referente a riesgos asociados a inundaciones. La perturbación de la cobertura vegetal del área, brinda adecuada protección a la erosión y estabilidad a los suelos.

## V. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

### V.1. Identificación de impactos

A través de técnicas de listado se determinaron los factores ambientales y las actividades relacionadas al CUSTF, de tal manera que al introducirse en una matriz de interacciones fue posible el análisis e identificación de los impactos ambientales inherentes al CUSTF, a partir de los cuales se conformó la propuesta de medidas de mitigación que concierne a este capítulo.

En términos generales, un impacto ambiental es cualquier efecto que ocasiona sobre el ambiente su alteración o modificación, total o parcial, directa o indirectamente causada por toda clase de actividades humanas. Estas modificaciones, que pueden ser tanto positivas como negativas, en esta ocasión derivan de la presunta ocupación que se hará del territorio con la instalación del proyecto, e implican acciones tales como desmonte, compactación del suelo y otras.

La identificación y valoración de los impactos se vale de diversas técnicas que no necesariamente siguen un patrón universal, por lo que su aplicación difiere según la legislación de cada país y según la naturaleza de sus proyectos. Es importante hacer una adecuada identificación de impactos ambientales para poder establecer las medidas y acciones a seguir con el fin de prevenirlos o mitigarlos, por esta razón y por los objetivos que persigue el presente capítulo, la atención se enfocó sobre los impactos negativos y se excluyó del análisis al factor socioeconómico.

Ahora bien, la identificación de impactos ambientales se realizó mediante un análisis matricial causa – efecto de las actividades consideradas durante el CUSTF sobre cada factor ambiental: agua, suelo, aire, fauna, flora y paisaje. Para la identificación y valoración de impactos ambientales se realizó lo siguiente:

1. Listado de actividades del proyecto.
2. Listado y descripción de los factores ambientales considerados.
3. Identificación de impactos y análisis de Interacciones.
  - a. Matriz de Interacción Proyecto – Ambiente (Matriz de Leopold Modificada).
  - b. Descripción y evaluación de impactos negativos identificados.

Para la identificación de los posibles impactos, positivos o negativos, se colocaron las etapas del CUSTF en columnas de manera horizontal y los factores ambientales de manera vertical; para hacer posible la identificación de las interacciones potenciales se marcaron en verde las interacciones que traen efectos positivos, mientras que en rojo se destacaron aquellas que tienen efectos negativos sobre el ambiente.

Una vez identificadas las interacciones negativas, se procedió a su descripción y evaluación con base en la determinación de la condición real y actual de los diversos factores ambientales dentro del área de CUSTF, desarrollada a detalle como parte del capítulo IV de este documento.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Como parte del CUSTF se prevé la realización de las siguientes actividades agrupadas en tres etapas: 1) desmante (derribo de la vegetación forestal), 2) despalme (retiro de la capa superficial del suelo), y 3) remoción de tierras (del material del subsuelo).

Aunque el cambio de uso del suelo en sí mismo termina con la etapa de despalme, se considerará la última etapa como parte del proceso debido a su potencial como generador de impactos ambientales.

**Principales etapas del CUSTF**

<b>Etapas</b>	<b>Descripción</b>
<b>Desmante</b>	Consiste en el derribo de la vegetación forestal.
<b>Despalme</b>	Durante esta etapa se realizará la remoción y retiro de la capa superficial del terreno natural (Horizonte A), que corresponde al suelo constituido por la tierra vegetal y que es inadecuada para la etapa de construcción. En esta actividad se usarán equipos pesados que permitan realizar el movimiento del suelo.
<b>Movimiento de tierras</b>	Se refiere a todo el material que no es removido durante la etapa del despalme, las actividades de movimiento de tierras implican el relleno, nivelación y compactación del área: <b>a) Excavación:</b> De acuerdo con el diseño de ingeniería de Ampliación de tepetateras. <b>b) Relleno y nivelación.-</b> Se realizará la nivelación del área de afectación temporal, para asegurar que los equipos que se emplean, estén firmemente asentado a fin de evitar un accidente. Asimismo, se nivelará. <b>c) Remoción y Compactación.-</b> Se realizará la compactación para la instalación de la tepetatera

Así que, dentro de cada una de estas etapas se llevarán a cabo diferentes actividades que causarán, en mayor o menor grado, alteraciones en alguno o algunos de los factores del medio ambiente de la zona.

**Actividades por etapa de CUSTF**

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>
Desmante	Derribo del arbolado
	Troceo de troncos y ramas
	Apilado
	Corte de hierbas y arbustos
	Acarreo y acomodo del material vegetal
Despalme	Extracción capa superficial del suelo (horizonte A)
	Operación de maquinaria y camiones
	Mantenimiento de maquinaria
	Manejo de residuos
Remoción de tierras y compactación	Excavación y extracción del subsuelo
	Operación de maquinaria y camiones
	Relleno, nivelación y compactación
	Mantenimiento de maquinaria
	Manejo de residuos

Se denomina "*factor*" a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto, particularmente con las actividades relacionadas al CUSTF, de tal forma que se consideraron los diferentes factores abióticos y bióticos identificados y descritos en el capítulo IV, tales como agua, suelo, aire, fauna, flora y adicionalmente el paisaje.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Factores y subfactores ambientales**

<b>Factores</b>	<b>Subfactores</b>
Agua	Infiltración y recarga de acuíferos
	Escorrentía
	Calidad de agua
Suelo	Erosión
	Pérdida de materia orgánica
	Compactación
	Características físicas
	Características químicas
	Permeabilidad
Atmósfera	Calidad del aire
	Polvos y partículas en suspensión
	Nivel de ruido
Paisaje	Relieve
	Percepción visual
	Continuidad de la trama
Flora	Densidad de cubierta vegetal
	Estructura y composición
	Riqueza específica
	Diversidad
	Abundancia
Fauna	Riqueza específica
	Diversidad
	Abundancia
	Modificación del hábitat

Mediante la elaboración de la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales se determinaron un total de 60 interacciones negativas ocasionadas por el CUSTF.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Matriz de interacciones para la identificación de impactos**

DIAGNOSTICO TECNICO UNIFICADO AMPLIACION DE TEPETATERAS		Desmote					Despalme			Movimiento de material					Total de interacciones por subsector	Interacciones positivas por subsector	Interacciones negativas por subsector	Total de interacciones por factor	Interacciones positivas por factor	Interacciones negativas por factor		
		Derribo del arbolado	Troceo de troncos y ramas	Apilado de madera	Conte de hierbas y arbustos	Acareo y acomodo de materia vegetal	Extracción de la capa superficial del suelo (horizonte A)	Operación de maquinaria y cambios	Mantenimiento de maquinaria	Manejo de escombros	Excavación y extracción del material	Operación de maquinaria y cambios	Relevo, nivelación y compactación	Mantenimiento de maquinaria							Manejo de escombros	
Abiótico	Agua	Infiltración y recarga de acuíferos	1			1								1			3	0	3	5	2	3
		Escorrentía															0	0	0			
		Calidad del agua								1					1		2	2	0			
	Suelo	Erosión	1			1	1			1							4	0	4	19	0	19
		Pérdida de materia orgánica	1			1	1										3	0	3			
		Compactación						1				1	1				3	0	3			
		Características físicas					1				1						2	0	2			
		Características químicas					1				1						2	0	2			
		Permeabilidad						1				1	1				3	0	3			
		Geomorfología					1				1						2	0	2			
	Atmósfera	Calidad del aire					1	1	1		1			1	1		6	4	2	18	6	12
		Polvos y partículas en suspensión					1	1			1	1	1				5	0	5			
		Nivel de ruido	1	1		1		1	1			1			1		7	2	5			
	Paisaje	Relieve													1		1	0	1	15	2	13
		Percepción visual	1	1	1	1	1	1		1	1	1			1		12	2	10			
Continuidad		1			1											2	0	2				
Biótico	Flora	Densidad de cubierta vegetal	1			1											2	0	2	8	0	8
		Estructura y composición	1			1											2	0	2			
		Riqueza específica															0	0	0			
		Diversidad	1			1											2	0	2			
		Abundancia	1			1											2	0	2			
	Fauna	Riqueza específica															0	0	0	5	0	5
		Diversidad	1			1											2	0	2			
		Abundancia															0	0	0			
		Hábitat	1			1	1										3	0	3			
<i>Total de interacciones por actividad</i>		12	2	1	12	1	8	6	2	3	6	6	6	2	3	70	10	60	70	10	60	
<i>Interacciones positivas por actividad</i>		0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	2	3							
<i>Interacciones negativas por actividad</i>		12	2	1	12	1	8	6	0	0	6	6	6	0	0							
<i>Total de interacciones por etapa</i>		28					19					23										
<i>Interacciones positivas por etapa</i>		0					5					5										
<i>Interacciones negativas por etapa</i>		28					14					18										

Interacciones positivas  
 Interacciones negativas

**V.2. Caracterización de los impactos**

La mayoría de las interacciones recaen sobre los factores suelo, atmósfera y paisaje; asimismo, la mayor cantidad de interacciones negativas tienen lugar durante el desmote, siendo esta etapa donde la modificación al paisaje, al hábitat de la fauna y a la estructura y composición de la flora se alteran de manera más abrupta como objeto del cambio de uso del suelo.

**"Ampliación de Tepetateras"**

De esta manera resultan las interacciones negativas por etapa y factor ambiental, siendo la más relevante el desmonte, con 28 interacciones negativas mayormente ejerciendo presión sobre los factores de la flora y paisaje local.

En la etapa del despalme, el factor ambiental más vulnerable es el suelo, debido a los agentes de erosión que pueden intervenir, seguido del factor atmósfera, mayormente asociado al movimiento de maquinaria. Finalmente la remoción de suelos, presenta las mayores afectaciones en los recursos de suelo y atmósfera.

Del total de 60 interacciones negativas, el factor ambiental más afectado es el recurso suelo, seguido en orden de relevancia del paisaje local, atmósfera, flora, fauna y agua, de acuerdo a la siguiente tabla que resume las interacciones negativas:

**Interacciones negativas por etapa y factor ambiental**

Factor ambiental	Etapa del desarrollo del proyecto			Total
	Desmonte	Despalme	Remoción de Tierras	
Agua	2	0	1	3
Suelo	4	7	8	19
Atmósfera	3	4	5	12
Paisaje	7	2	4	13
Flora	8	0	0	8
Fauna	4	1	0	5
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>60</b>

Así, el suelo, la atmósfera y el paisaje obtuvieron un mayor número de interacciones negativas, toda vez que los impactos sobre estos factores tienen una presencia más prolongada o repetitiva durante las diferentes etapas y actividades del CUSTF, mientras que la vegetación al ser eliminada desde la primera etapa del cambio de uso de suelo no obtuvo un gran número de interacciones; no obstante, la flora es en realidad, en cualquier actividad de cambio de uso de suelo, uno de los factores más afectados dada la magnitud del daño sobre ésta, ya que se eliminará por completo del área del proyecto.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Impactos negativos por etapa y factor ambiental**

Factor ambiental		ETAPAS		
		Desmante	Despalme	Remoción de tierras
Factores abióticos	Agua	Disminución de la infiltración		Disminución de la infiltración
		Alteración sobre la recarga de acuíferos		
	Suelo	Incremento de erosión	Incremento de erosión	Incremento de erosión
		Disminución de su fertilidad por la pérdida de materia orgánica	Disminución de su fertilidad por la pérdida de materia orgánica	
			Compactación	Compactación
			Alteración de las características físicas del suelo	Alteración de las características físicas del suelo
			Alteración de las características químicas del suelo	Alteración de las características químicas del suelo
			Disminución de la permeabilidad del suelo	Disminución de la permeabilidad del suelo
	Atmósfera		Disminución de la calidad del aire por emisiones de maquinaria y vehículos	Disminución de la calidad del aire por emisiones de maquinaria y vehículos
		Levantamiento y dispersión de partículas	Levantamiento y dispersión de partículas	Levantamiento y dispersión de partículas
		Incremento en el nivel de ruido	Incremento en el nivel de ruido	Incremento en el nivel de ruido
	Paisaje	Modificación en la percepción visual del paisaje	Modificación en la percepción visual del paisaje	Modificación del relieve
Alteración en la continuidad paisajística del área que alberga al predio			Modificación en la percepción visual del paisaje	
Factores bióticos	Flora	Disminución de la cobertura vegetal		
		Alteración en la estructura y composición de la vegetación		
		Disminución de la diversidad florística		
		Disminución en la abundancia de poblaciones de flora		
	Fauna	Alteración en la diversidad faunística en el predio		
		Modificación y disminución de hábitats para la fauna		

Derivado de lo anterior, se identificaron en total 21 impactos negativos; por lo que, la descripción de estos y su análisis con respecto a la situación actual en el área de CUSTF (línea base) para cada factor ambiental, permitió identificar aquellos para los cuales deberán proponerse medidas de mitigación, prevención o compensación.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Impactos negativos identificados en la matriz de interacciones**

Factor Ambiental		Impactos ambientales	
Factores abióticos	Agua	1	Disminución de la infiltración de agua de lluvia
		2	Alteración sobre la recarga de acuíferos
	Suelo	3	Incremento de erosión
		4	Disminución de su fertilidad por la pérdida de materia orgánica
		5	Compactación
		6	Alteración de las características físicas del suelo
		7	Alteración de las características químicas del suelo
		8	Disminución de la permeabilidad del suelo
		9	Alteración de las características geomorfológicas del suelo
	Atmósfera	10	Disminución de la calidad del aire por contaminación
		11	Levantamiento y dispersión de partículas
		12	Incremento en el nivel de ruido
	Paisaje	13	Modificación del relieve
		14	Modificación en la percepción visual del paisaje
		15	Alteración en la continuidad paisajística del área que alberga al predio
Factores bióticos	Flora	16	Disminución de la cobertura vegetal
		17	Alteración en la estructura y composición de la vegetación
		18	Disminución de la diversidad florística
		19	Disminución en la abundancia de poblaciones de flora
	Fauna	20	Alteración en la diversidad faunística
		21	Modificación y disminución de hábitats para la fauna

### V.3. Valoración de los impactos

#### Fauna silvestre

En materia de **fauna silvestre**, si bien el espacio físico de la cuenca no puede ser muestreada de manera representativa, se analizaron 10 sitios en la MHF delimitada y un número equivalente en el predio CUSTF cumpliendo con la representatividad requerida (se describe más adelante), resultando de la siguiente manera:

**Valores resumen de la fauna silvestre analizada**

Resumen	CUSTF	MHF
No. De especies (S)	26	57
Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	1	5
Abundancia (No. Ind/ha)	69	253
Indice de diversidad de Shannon-Weiner (H')	2.970	3.980
Equidad (J) (H'/Hmáx)	0.910	0.990

En fauna silvestre, la MHF presenta mayor biodiversidad de fauna silvestre que el predio sujeto a cambio de uso del suelo. En cuanto a los valores de biodiversidad (estimados mediante Shanon-Weiner) para la porción de la cuenca, están mejor representados que a nivel del predio sujeto a cambio de uso del suelo, lo que asevera que no compromete la biodiversidad por las labores señaladas del proyecto.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Por otra parte, a nivel del predio sujeto a CUSTF, el muestreo arrojó 26 especies (15 aves, 8 mamíferos y 3 reptiles y anfibios) señalando que los resultados son menores a los obtenidos en la MHF, donde la mayor representatividad del Índice de Diversidad de Shannon-Weiner es en mamíferos, al igual que la equidad entre las especies.

**Atributos de la fauna silvestre por estrato comparativo entre la MHF y el predio sujeto a CUSTF.**

Grupo faunístico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Especies (No.)		Abundancia (Ind/ha)		Índice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad	
	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF
Mamífero		1	5	13	16	78	1.301	2.313	0.808	0.902
Aves		2	9	28	18	154	1.947	2.892	0.886	0.868
Reptiles	1	2	2	9	2	23	0.693	2.092	1.000	0.952
	1	5	16	50	36	255				

Por otra parte, todas las especies registradas en el CUSTF se registraron también en la MHF de acuerdo al análisis comparativo realizado, por lo que podemos decir que se encuentran bien representadas, por lo que se garantiza su viabilidad y por lo tanto la no afectación a la biodiversidad.

El grupo de los mamíferos son uno de los grupos más vulnerables al cambio de uso de suelo debido a que hay especies de lento desplazamiento, sobre todo las pequeñas, por lo que al momento de realizar el rescate de fauna y durante el tiempo que ocupe la operación del proyecto, se hará énfasis en el rescate de ejemplares de lento desplazamiento así como la aplicación de otras medidas como la revisión y destrucción de madrigueras dentro de los sitios de CUSTF para evitar la afectación de los individuos. Por último, se hace hincapié en que en caso de que exista alguna afectación, ésta se hará sobre individuos más no sobre especies, por ende, no se afectará ni la riqueza específica ni la biodiversidad, por lo que se atiende a lo establecido en el artículo 117 de la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable.

**Tipos de vegetación y flora**

El tipo de vegetación de Bosque de encino (BQ) donde se ubica el predio sujeto a CUSTF, tiene una distribución amplia en la microcuenca de referencia, de acuerdo al siguiente arreglo:

**Arreglo del tipo de vegetación y su ocupación por la MHF y predio CUSTF del proyecto.**

Clave	Uso de suelo y vegetación	Tipo de cobertura	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
BQ	BOSQUE DE ENCINO	PRIMARIO	200.170	6.179	10.841
PC	PASTIZAL CULTIVADO	NO APLICABLE	1270.810	39.226	
PI	VEGETACION INDUCIDA	NO DISPONIBLE	71.148	2.196	
SBC	SELVA CADUCIFOLIA	PRIMARIO	603.260	18.621	
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL	NO APLICABLE	496.253	15.318	
VSA/SBC	SELVA CADUCIFOLIA	SECUNDARIO	598.040	18.460	

**"Ampliación de Tepetateras"**

Además, la totalidad de especies presentes en el predio sujeto a CUSTF (39 especies compuestas por 7 árboles, 30 arbustivas y 2 cactáceas) todas ellas presentes en el inventario de la MHF. No existen especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. la MHF.

En este orden de ideas, los parámetros poblacionales medidos, tanto en la MHF como en el predio sujeto a CUSTF (en ambos casos justificados en la representatividad del muestreo, señalado en los capítulos III y IV, están mejor representados en la MHF que en el predio sujeto a CUSTF, por lo que la distribución y abundancia de las especies que serán desmontadas para dar paso a las obras previstas, no comprometen la diversidad de especies en el sitio.

**Arreglo comparativo de la flora presente en el predio CUSTF y la MHF.**

Estrato / forma de vida	Especies (No.)		Abundancia (Ind/ha)		Índice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad		Biomasa (m <sup>3</sup> /ha tipo)	
	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF
Arbol	7	8	89	109	1.797	1.910	0.923	0.918	1.624	1.779
Arbustivo	30	35	234	335	3.180	3.377	0.837	0.847	0.566	1.648
Cactácea	2	4	29	58	0.491	1.111	0.708	0.980	0.002	0.004
Herbácea		3		136		0.909		0.980		
	39	50	352	638					2.192	3.431

Sin embargo, si bien los atributos del predio sujeto a CUSTF se encuentran mejor representados, distribuidos y diversos en la MHF, dejarán de ser afectados por las obras que implica el proyecto, aunque no representen una limitación al desarrollo de la flora y el flujo ecosistémico existente en el entorno inmediato. Debido a lo anterior, se prevén los programas de rescate y reubicación de especies, apoyados en la reforestación de algunos ejemplares que pueden proveer de viveros locales o de la producción interna a futuro.

**Recurso suelo**

Conforme al esquema de clasificación de la FAO/UNESCO-INEGI, en el área de estudio se encuentran diversos suelos primarios, siendo para el proyecto la ocupación del tipo Regosol.

**Arreglo del tipo de suelo del predio CUSTF en comparación a la MHF**

Tipo de suelo	Suelo primario			Suelo secundario			Textura	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
RGeulep+LPeusk+PHsk/1r	REGOSOL	éutrico	léptico	LEPTOSOL	éutrico	esquelético	Gruesa gravosa	418.782	12.848	5.182
RGsklen+PHha/1r	REGOSOL	esquelético	endoléptico	PHAEOZEM	NO	háplico	Gruesa gravosa	432.033	13.255	
RGsklen+RGeusk/1r	REGOSOL	esquelético	endoléptico	REGOSOL	éutrico	esquelético	Gruesa gravosa	2046.149	62.776	
RGsklep+RGsklen+LPeusk/1r	REGOSOL	esquelético	léptico	REGOSOL	esquelético	endoléptico	Gruesa gravosa	362.482	11.121	

**"Ampliación de Tepetateras"**

De esta manera, la tasa de erosión que se presenta en las condiciones actuales, señalando los procesos erosivos que ocurren de manera natural (sin el proyecto, en las condiciones actuales del predio sujeto a CUSTF), el potencial de erosión del suelo es de 2.82 ton/ha en el predio sujeto a CUSTF (aportado en 2.020 ton/ha por erosión hídrica y 0.800 ton/ha por erosión eólica). Los procesos erosivos que ocurren de manera natural son mayormente de tipo hídrica, dada la topografía que ocurre en el sitio. De esta manera, en la valoración de erosión del suelo para el proyecto, se considera una degradación baja, donde la erosión actual del proyecto resulta un equivalente de 2.82 ton/ha/año.

**Tasa de erosión en las condiciones actuales del predio sujeto a CUSTF**

Escenario 1		
Erosión		Sin Proyecto
Hídrica	Erosión/Ha	2.020
	Erosión/CUSTF	38.747
Eólica	Erosión/Ha	0.800
	Erosión/CUSTF	15.343
		2.820

Sin embargo, existe una potencial aportación del proyecto que incrementa a 8.081 ton/ha/año de erosión hídrica y de 0.900 ton/ha/año, si no se aplican las medidas de retención de suelos que se proponen en la presente solicitud. Esto se verá potencialmente incrementado por el desmonte y la ocupación de las 19.1791 ha naturales para dar paso al CUSTF, hasta en 8.981 ton/ha, lo que representa una erosión total a mitigar de 118.160 ton totales, en apego a las metodologías seguidas, que promueva ese tipo de arrastre y pérdida de suelo.

**Tasa de erosión que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal, con la ejecución del CUSTF considerando el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo**

Escenario 2		
Erosión		Con proyecto
Hídrica	Erosión/Ha	8.081
	Erosión/CUSTF	154.990
Eólica	Erosión/Ha	0.900
	Erosión/CUSTF	17.261
		8.981

## Volumen y calidad del agua

El Predio se localiza en la Región Hidrológica "Sinaloa" (RH10), en la Cuenca "Río Fuerte" (G) y Subcuenca "Río Choix" (c), dentro de una microcuenca hidrológica forestal (MHF) delimitada para el proyecto con fines de describir los atributos de referencia al proyecto, equivalente a 3,259.45 ha.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Atributos de la hidrología superficial para el proyecto**

Clave cuenca	Clave región hidrológica	Región hidrológica nombre	Clave cuenca	Nombre cuenca	Clave subcuenca	Nombre subcuenca	Tipo de drenaje	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
RH10Gc	RH10	SINALOA	G	R. FUERTE	c	R. de Choix	ABIERTA	3256.589	100.000	0.666

Las corrientes en la zona del proyecto son efímeras pero conducen agua al caudal del Río Choix después de una precipitación suficiente. En el área de CUSTF tenemos los siguientes datos de balance hídrico que nos permite obtener el resultado del volumen de agua que se infiltra en las condiciones actuales: el balance hídrico del área, destaca que en las 19.1791 ha sujetas a CUSTF, existe un volumen total precipitado de 60,203.19 m<sup>3</sup>/año, con un volumen de evapotranspiración de 56,200.70 m<sup>3</sup>/año (equivalente al 93.35% del total precipitado), lo que deja un escurrimiento natural de 3,339.59 m<sup>3</sup>/año (5.55% del volumen precipitado) y apenas el 1.10% que se infiltra, es decir, 662.91 m<sup>3</sup>/año, debido a las condiciones climáticas y tipo de suelo que compone la superficie de 19.1791 ha sujetas a CUSTF, tal como se manifiesta en la siguiente tabla:

**Estimación del balance hídrico antes del proyecto (escenario 1)**

Balance hídrico	m <sup>3</sup> /año	%
Volumen precipitado	60,203.19	100
Volumen EVT	56,200.70	93.35
Escurrecimiento	3,339.59	5.55
Infiltración	662.91	1.10

Para realizar la estimación del volumen de agua que se dejaría de infiltrar bajo el escenario de haber realizado el CUSTF, se utilizó la misma metodología y los mismos parámetros, con excepción del valor de K en el proceso de obtención del escurrimiento, el cual ahora fue de 0.26 de suelo tipo B y cobertura menor a 50%, indicado para áreas parcialmente desnudas o desprovistas de vegetación, toda vez que el desmonte es gradual durante los 36 meses de ejecución del CUSTF. De acuerdo con lo anterior, los resultados obtenidos se muestran enseguida:

**Estimación del balance hídrico con del proyecto (escenario 2)**

Balance hídrico	m <sup>3</sup> /año	%
Volumen precipitado	60,203.19	100
Volumen EVT	55,850.87	92.77
Escurrecimiento	4,528.04	7.52
Infiltración	- 175.71	-0.29

Se prevé que con la ejecución del proyecto y el consecuente desmonte, el escurrimiento de agua se incremente y por lo tanto se reduce la infiltración a -175.71 m<sup>3</sup>/año. Se trata de una reducción del 126.5% de la infiltración natural en esta superficie sujeta a CUSTF (en las 19.1791 ha), haciendo necesario revertir estas condiciones del déficit de 838.62 m<sup>3</sup>/año, potencialmente debido al proyecto.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Déficit previsto a mitigar en el proyecto**

<b>Infiltración actual (sin el proyecto)</b>	<b>Infiltración con el proyecto</b>	<b>Déficit previsto</b>
662.91 m <sup>3</sup> /año	-175.71 m <sup>3</sup> /año	<b>838.62 m<sup>3</sup>/año</b>

## V.4. Conclusiones

De la descripción anterior de los impactos identificados mediante la matriz de interacciones y su análisis en consideración al estatus de los factores ambientales en el CUSTF, permitió descartar algunos impactos en virtud de su carácter residual y/o su baja magnitud. Determinando un total de 14 impactos inherentes al CUSTF para los cuales deben proponerse medidas de mitigación.

**Impactos negativos identificados para la propuesta de medidas de mitigación**

<b>Factor Ambiental</b>		<b>Impactos ambientales</b>	
<b>Factores abióticos</b>	Agua	1	Disminución de la infiltración de agua de lluvia
		2	Alteración sobre la recarga de acuíferos
	Suelo	3	Incremento en la erosión
		4	Alteración de las características químicas del suelo
		5	Disminución de la permeabilidad del suelo
	Atmósfera	6	Disminución de la calidad del aire por contaminación
		7	Levantamiento y dispersión de partículas
	Paisaje	8	Modificación en la percepción visual del paisaje
<b>Factores bióticos</b>	Flora	9	Disminución de la cobertura vegetal
		10	Alteración en la estructura y composición de la vegetación
		11	Disminución de la diversidad florística
		12	Disminución en la abundancia de poblaciones de flora
	Fauna	13	Alteración en la diversidad faunística
		14	Modificación y disminución de hábitats para la fauna

El proyecto se enmarca en el Sector Primario, dentro del subsector Minería, donde se contempla que en la continuidad de la actividad minera, se requiere la Ampliación de tepetateras, basado en la ingeniería de detalle, que determinó las directrices de operación eficiente para la persistencia de la mina en sitio.

El desarrollo del proyecto, constituye una derrama económica que viene a sumarse al impulso que actualmente está teniendo el desarrollo económico de esa región serrana de Sinaloa, en particular dentro del municipio de Choix.

El inventario del sistema ambiental se desarrolla con base en los apartados descritos en otras partes de este documento para el proyecto, los cuales se sustentan en metodologías y fuentes primarias de información seleccionadas para permitir la más exacta y fidedigna descripción del sistema ambiental y con ello hacer evidente el valor natural, cultural o histórico del lugar, lo cual es esencial para una buena toma de decisión y gestión ambiental de los recursos del área de estudio, no encontrando limitantes para el desarrollo del proyecto planteado en el presente estudio.

**"Ampliación de Tepetateras"**

El proyecto será un incentivo para la economía local, ya que requerirá de diferente tipo de mano de obra y de materiales, con lo que promoverá el flujo de capital entre los diferentes establecimientos mercantiles, de productos y de servicios regionales especialmente para Choix Sinaloa.

Asimismo, el promovente posee la suficiente capacidad técnica y administrativa para emprender una obra de ésta naturaleza, por lo que los riesgos hacia el adecuado desarrollo del proyecto se minimizan enormemente.

Por otra parte, el proyecto no se contrapone a las políticas de los planes de desarrollo, sin todo lo contrario, está diseñado de acuerdo a lo contemplado por éste instrumento de regulación, tampoco tiene restricciones en cuanto a uso de suelo se refiere.

Por lo anteriormente descrito, también la sustentabilidad social del Proyecto, se justifica ampliamente, ya que con la generación de empleos y economía generados por la construcción del proyecto.

La importancia biótica del sitio se prevé no sea altamente modificada por el proyecto, debido a la limitada área de impacto y a las características del proyecto, con respecto a la capacidad de utilización de hábitat y movilización de la fauna del área de estudio, se considera bajo el impacto sobre el área de ocupación.

Se considera que las obras del proyecto no significaran un cambio significativo en la captura de carbono dada la ineficiencia de la mayoría de los organismos presentes para tal fin, además de la captura del polvo del medio ambiente u otros contaminantes

Después de analizar los resultados y sobre la base de las medidas de prevención, mitigación y compensación que se implementarán, se concluye que en materia ambiental el proyecto es viable y positivo; también lo es desde el punto de vista socioeconómico, ya que contribuirá al progreso de la región y del estado.

Se puede decir que la mayoría de los potenciales impactos adversos al ambiente que producirá este proyecto, podrán ser mitigados en diferentes grados de acuerdo a las medidas que se proponen. El desarrollo del proyecto que se somete a consideración de la autoridad, puesto que ha quedado de manifiesto que el desarrollo del mismo se realiza en estricto apego, respeto y cumplimiento de los elementos a los que ha sido impuesto, y que actualmente constituyen una sólida base que sustenta la actividad en sus elementos técnicos y de tipo jurídico.

Los criterios empleados por las distintas autoridades para determinar la viabilidad de la actividad en el contexto de la normatividad ambiental, expresados en las distintas autorizaciones otorgadas, son igualmente aplicables a la operación y desarrollo del Proyecto y constituyen por ello elementos de valor que deben considerarse en el análisis de esta solicitud.

Con base en el análisis de los instrumentos jurídicos en materia ambiental, los planes, programas, leyes y reglamentos, así como Normas Oficiales Mexicanas aplicables al Proyecto, se ajusta a todos y cada uno de los ordenamientos mencionados; la preparación del sitio y construcción, no se contrapone a las disposiciones jurídicas que se citan, ni mucho menos a las disposiciones de uso de suelo decretadas por el estado de Sinaloa y del municipio de Choix; por lo que se considera que la realización del proyecto es viable.

## VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

### XII.1. Análisis de la biodiversidad

El ecosistema al cual pertenece el proyecto se encuentra distribuido en la porción serrana de Sinaloa, dentro del Municipio de Choix, de las cuales 21.7298 ha son ocupadas por el proyecto (donde 19.1791 ha poseen cobertura natural de bosque de encino), por lo que la obra no restringe por este motivo, los flujos de comunidades allí existentes.

En particular, toda la microcuenca hidrológica forestal (MHF) considerada a su vez como el sistema ambiental (SA) de referencia posee este arreglo ecosistémico. Por otra parte, los atributos físicos y biológicos que se presentan a nivel de predio sujeto a CUSTF, se encuentran ampliamente representados, señalando en el Capítulo XII que no se comprometen recursos ni atributos debido al cambio de uso propuesto.

Si bien la MHF representa el 0.022% de la Cuenca G del Río Fuerte que interviene, el predio representa el 0.0003% de la cuenca y el 0.666% de la MHF. A continuación se presenta la tabla de representación, señalando que a través del desarrollo del Capítulo IV se muestra el detalle de la información señalada.

#### Atributos de físicos y biológicos donde se ubica el proyecto respecto a la microcuenca hidrológico forestal de referencia.

Rubro	Arreglo	Clave	Ocupación en la Cuenca B Río Sonora (%)	Ocupación en la MHF respecto al atributo de la Cuenca (%)	Ocupación del proyecto respecto a la Cuenca Río Sonora (%)	Respecto del proyecto a la MHF de ocupación (%)
Clima	Seco semicálido	BS0hw(x)	23.500%	0.704%	0.006%	0.808%
	Seco templado	BS1kw(x)	33.900%	0.430%	0.000%	0.050%
	Semiseco cálido	BS1hw(x)	3.500%	4.331%	0.029%	0.668%
Fisiografía	SIERRA MADRE OCCIDENTAL	III	43.264%	1.146%	0.006%	0.490%
Topoformas	LOMERÍO TÍPICO	200-0/01	2.400%	0.013%	0.013%	104.675%
	SIERRA ALTA	100-0/01	35.100%	1.295%	0.006%	0.460%
	VALLE INTERMONTANO	600-0/03	5.500%	0.166%		
	Aluvial	Q(al)	30.900%	0.057%	0.000%	0.694%
Geología	Andesita	T(A)	1.600%	1.659%		
	Conglomerado	T(cg)	23.200%	0.159%	0.001%	0.571%
	Riolita-Toba ácida	Tom(R-Ta)	7.300%	4.378%	0.029%	0.658%
	Toba ácida	Tom(Ta)	9.900%	0.002%		
	Basalto	Ts(B)	2.400%	2.470%		
	REGOSOL	R	32.500%	0.021%	0.001%	4.553%
Suelos	PHAEOZEM	P	8.700%	1.541%	0.024%	1.570%
	LUVISOL		4.900%	0.295%		
	LITOSOL	L	28.200%	1.000%		
	FLUVISOL	F	2.700%	0.320%		
	CALCISOL	C	14.500%	0.110%		
	Hidrología superficial	RH09 Sonora Sur, Cuenca D, Río Sonora, subcuenca b Río Sonora-Banámichi	RH09, D.b	20.600%	2.404%	0.012%
Hidrología subterránea	Material no consolidado con posibilidades medias	5	18.300%	0.285%	0.003%	0.978%
	Material consolidado con posibilidades bajas	3	44.500%	0.925%	0.004%	0.466%
Tipos de vegetación	ZONA AGRICOLA	RA	4.700%	0.274%	0.007%	2.477%
	PASTIZAL INDUCIDO	PI	2.200%	0.004%		
	PASTIZAL NATURAL	PN	5.200%	0.161%		
	MATORRAL SUBTROPICAL	MST	16.000%	2.288%	0.013%	0.579%
	MEZQUITAL	MK	1.700%	0.122%		
	MATORRAL DESERTICO MICROFILO	MDM	18.800%	0.093%		
	BOSQUE DE ENCINO	BQ	6.600%	0.872%		

**"Ampliación de Tepetateras"**

En términos de diversidad biológica, el proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna área natural protegida con decreto por lo que el proyecto no limita ni condiciona las políticas de regulación y control encaminadas al desarrollo de dichas áreas de biodiversidad regional. A continuación se muestra la tabla resumen de las distancias de interés a las regiones de conservación.

**Ubicación del proyecto respecto a las áreas de conservación y planeación**

<b>Áreas de conservación</b>	<b>Distancia más cercana (km)</b>
Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal.	32.3 km al Norte
Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal.	149.5 km al Sur
Regiones Hidrológicas Prioritarias	1.8 km al Norte
Regiones Terrestres Prioritarias	18.5 km al Sur
Regiones marinas prioritarias	113 km al Oeste
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).	3.5 km al Este

## **XII.2 Fauna silvestre**

En materia de **fauna silvestre**, si bien el espacio físico de la cuenca no puede ser muestreada de manera representativa, se analizaron 10 sitios en la MHF delimitada y un número equivalente en el predio CUSTF cumpliendo con la representatividad requerida (se describe más adelante), resultando de la siguiente manera:

**Valores resumen de la fauna silvestre analizada**

<b>Resumen</b>	<b>CUSTF</b>	<b>MHF</b>
No. De especies (S)	26	57
Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	1	5
Abundancia (No. Ind/ha)	69	253
Índice de diversidad de Shannon-Weiner (H')	2.970	3.980
Equidad (J) (H'/Hmáx)	0.910	0.990

En fauna silvestre, la MHF presenta mayor biodiversidad de fauna silvestre que el predio sujeto a cambio de uso del suelo. En cuanto a los valores de biodiversidad (estimados mediante Shannon-Weiner) para la porción de la cuenca, están mejor representados que a nivel del predio sujeto a cambio de uso del suelo, lo que asevera que no compromete la biodiversidad por las labores señaladas del proyecto.

Por otra parte, a nivel del predio sujeto a CUSTF, el muestreo arrojó 16 especies (9 aves, 5 mamíferos y 2 reptiles y anfibios) señalando que los resultados son menores a los obtenidos en la MHF, donde la mayor representatividad del Índice de Diversidad de Shannon-Weiner es en mamíferos, al igual que la equidad entre las especies.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Atributos de la fauna silvestre por estrato comparativo entre la MHF y el predio sujeto a CUSTF.**

Grupo faunístico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Especies (No.)		Abundancia (Ind/ha)		Indice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad	
	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF
Mamífero		1	5	13	16	78	1.301	2.313	0.808	0.902
Aves		2	9	28	18	154	1.947	2.892	0.886	0.868
Reptiles	1	2	2	9	2	23	0.693	2.092	1.000	0.952
	1	5	16	50	36	255				

Por otra parte, todas las especies registradas en el CUSTF se registraron también en la MHF de acuerdo al análisis comparativo realizado, por lo que podemos decir que se encuentran bien representadas, por lo que se garantiza su viabilidad y por lo tanto la no afectación a la biodiversidad.

El grupo de los mamíferos son uno de los grupos más vulnerables al cambio de uso de suelo debido a que hay especies de lento desplazamiento, sobre todo las pequeñas, por lo que al momento de realizar el rescate de fauna y durante el tiempo que ocupe la operación del proyecto, se hará énfasis en el rescate de ejemplares de lento desplazamiento así como la aplicación de otras medidas como la revisión y destrucción de madrigueras dentro de los sitios de CUSTF para evitar la afectación de los individuos. Por último, se hace hincapié en que en caso de que exista alguna afectación, ésta se hará sobre individuos más no sobre especies, por ende, no se afectará ni la riqueza específica ni la biodiversidad, por lo que se atiende a lo establecido en el artículo 117 de la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable

Con anterioridad a las actividades de desmonte se ahuyentará la fauna existente y se reubicarán los nidos de especies protegidas, en el caso de encontrarse. El desmonte se llevará a cabo en forma unidireccional exclusivamente en el espacio necesario para la construcción, disminuyendo con ello, la afectación a la fauna.

Quedará estipulado que todos los empleados y contratistas tienen prohibida la recolección, captura y caza de especies de fauna silvestres, tanto en el área del proyecto como en los alrededores.

Previo al desmonte, se establecerán brigadas en el área destinada al cambio del uso del suelo, con el propósito de recorrer el sitio, promoviendo en primera instancia, el libre desplazamiento de la fauna silvestre que habite en dicha porción del predio.

Como segundo paso, para el caso de las especies de lento desplazamiento, éstas podrán ser reubicadas a sitios inmediatos al predio con las características de hábitat equivalente, que permita su supervivencia. Lo anterior en apego al Programa de Protección de Fauna que se propone para el proyecto.

### XII.3. Tipos de vegetación y flora

El tipo de vegetación de Bosque de encino (BQ) donde se ubica el predio sujeto a CUSTF, tiene una distribución amplia en la microcuenca de referencia, de acuerdo al siguiente arreglo:

**Arreglo del tipo de vegetación y su ocupación por la MHF y predio CUSTF del proyecto.**

Clave	Uso de suelo y vegetación	Tipo de cobertura	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
BQ	BOSQUE DE ENCINO	PRIMARIO	200.170	6.179	10.841
PC	PASTIZAL CULTIVADO	NO APLICABLE	1270.810	39.226	
PI	VEGETACION INDUCIDA	NO DISPONIBLE	71.148	2.196	
SBC	SELVA CADUCIFOLIA	PRIMARIO	603.260	18.621	
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL	NO APLICABLE	496.253	15.318	
VSA/SBC	SELVA CADUCIFOLIA	SECUNDARIO	598.040	18.460	

Además, la totalidad de especies presentes en el predio sujeto a CUSTF (39 especies compuestas por 7 árboles, 30 arbustivas y 2 cactáceas) todas ellas presentes en el inventario de la MHF. No existen especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. la MHF.

En este orden de ideas, los parámetros poblacionales medidos, tanto en la MHF como en el predio sujeto a CUSTF (en ambos casos justificados en la representatividad del muestreo, señalado en los capítulos III y IV, están mejor representados en la MHF que en el predio sujeto a CUSTF, por lo que la distribución y abundancia de las especies que serán desmontadas para dar paso a las obras previstas, no comprometen la diversidad de especies en el sitio.

**Arreglo comparativo de la flora presente en el predio CUSTF y la MHF.**

Estrato / forma de vida	Especies (No.)		Abundancia (Ind/ha)		Indice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad		Biomasa (m <sup>3</sup> /ha tipo)	
	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF
Arbol	7	8	89	109	1.797	1.910	0.923	0.918	1.624	1.779
Arbustivo	30	35	234	335	3.180	3.377	0.837	0.847	0.566	1.648
Cactácea	2	4	29	58	0.491	1.111	0.708	0.980	0.002	0.004
Herbácea		3		136		0.909		0.980		
	39	50	352	638					2.192	3.431

Sin embargo, si bien los atributos del predio sujeto a CUSTF se encuentran mejor representados, distribuidos y diversos en la MHF, dejarán de ser afectados por las obras que implica el proyecto, aunque no representen una limitación al desarrollo de la flora y el flujo ecosistémico existente en el entorno inmediato. Debido a lo anterior, se prevén los programas de rescate y reubicación de especies, apoyados en la reforestación de algunos ejemplares que pueden proveer de viveros locales o de la producción interna a futuro.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Debido a que no existen especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se prevé el rescate, reubicación y reforestación de 3,500 ejemplares de los estratos arbóreo, arbustivo y de cactáceas. De este total, la reforestación involucra una proporción de ejemplares considerando la abundancia total de las especies involucradas.

En total, se trata de 3,500 organismos (considerado como el mismo número de terrazas individuales), con una supervivencia prevista del 80%. Dichos programas están previstos durante tres años, en apego al plan de trabajo de ejecución del CUSTF, contemplando el rescate, reubicación y reforestación de valores equivalentes por año.

**Densidad de rescate, reubicación y reforestación prevista para el proyecto.**

Estrato	No. Especies	n (1 Ha)	Abundancia absoluta	Organismos sujetos a rescate y reubicación de especies (No.)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	Organismos sujetos a reforestación (No.)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Arbol	7	89	1,707	0	0	0	0	470	470	0	0
Arbusto	30	234	4,488	880	540	340	0	1050	0	710	340
Cactácea	2	29	556	1100	200	200	150	0	0	0	0
	39	352	6,751	1980	740	540	150	1520	470	710	340
3500											

## XII.4. No se provocará la erosión de los suelos

Conforme al esquema de clasificación de la FAO/UNESCO-INEGI, en el área de estudio se encuentran diversos suelos primarios, siendo para el proyecto la ocupación del tipo Regosol.

**Tabla II.1. Arreglo del tipo de suelo del predio CUSTF en comparación a la MHF**

Tipo de suelo	Suelo primario		Suelo secundario			Textura	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)	
RGeulep+LPeusk+PHsk/1r	REGOSOL	éutrico	léptico	LEPTOSOL	éutrico	esquelético	Gruesa gravosa	418.782	12.848	5.182
RGsklen+PHha/1r	REGOSOL	esquelético	endoléptico	PHAEOZEM	NO	háptico	Gruesa gravosa	432.033	13.255	
RGsklen+RGeusk/1r	REGOSOL	esquelético	endoléptico	REGOSOL	éutrico	esquelético	Gruesa gravosa	2046.149	62.776	
RGsklep+RGsklen+LPeusk/1r	REGOSOL	esquelético	léptico	REGOSOL	esquelético	endoléptico	Gruesa gravosa	362.482	11.121	

Se estimó la erosión hídrica y eólica, resultando en ambos casos, como más relevante la erosión eólica. La erosión potencial aportada por el proyecto, está combatida con las medidas de mitigación que revierten dicha condición.

### 1).- Tasa de erosión que se presenta en las condiciones actuales, señalando los procesos erosivos que ocurren de manera natural.

De esta manera, en el escenario 1 (sin el proyecto, en las condiciones actuales del predio sujeto a CUSTF), el potencial de erosión del suelo es de 2.82 ton/ha en el predio sujeto a CUSTF (aportado en 2.020 ton/ha por erosión hídrica y 0.800 ton/ha por erosión eólica).

**"Ampliación de Tepetateras"**

Los procesos erosivos que ocurren de manera natural son mayormente de tipo hídrica, dada la topografía que ocurre en el sitio. De esta manera, en la valoración de erosión del suelo para el proyecto, se considera una degradación baja, donde la erosión actual del proyecto resulta un equivalente de 2.82 ton/ha/año.

**Tasa de erosión en las condiciones actuales del predio sujeto a CUSTF**

Escenario 1		
Erosión		Sin Proyecto
Hídrica	Erosión/Ha	2.020
	Erosión/CUSTF	38.747
Eólica	Erosión/Ha	0.800
	Erosión/CUSTF	15.343
		2.820

**2).- Tasa de erosión que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal, considerando el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo.**

En el escenario 2, existe una potencial aportación del proyecto que incrementa a 8.081 ton/ha/año de erosión hídrica y de 0.900 ton/ha/año, si no se aplican las medidas de retención de suelos que se proponen en la presente solicitud. Esto se verá potencialmente incrementado por el desmonte y la ocupación de las 19.1791 ha naturales para dar paso al CUSTF, hasta en 8.981 ton/ha, lo que representa una erosión total a mitigar de 118.160 ton totales, en apego a las metodologías seguidas, que promueva ese tipo de arrastre y pérdida de suelo.

**Tasa de erosión que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal, con la ejecución del CUSTF considerando el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo**

Escenario 2		
Erosión		Con proyecto
Hídrica	Erosión/Ha	8.081
	Erosión/CUSTF	154.990
Eólica	Erosión/Ha	0.900
	Erosión/CUSTF	17.261
		8.981

**3).- Tasa de erosión implementando las medidas de mitigación para el proyecto.**

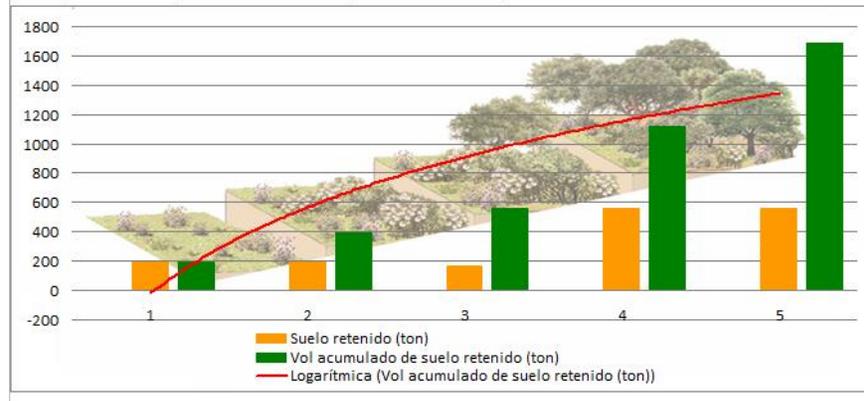
Sin embargo, se prevé la ejecución de 3,500 terrazas individuales con el potencial de retención total de 942.870 ton de suelo, así como la construcción de 10 zanjas bordo con una retención acumulada de 258.300 ton, que totalizan una retención de 1,201.170 ton de suelo durante 3 años, alcanzándose a revertir el proceso potencialmente erosivo desde el primer año con una retención por encima de la afectación para generar un residual positivo de 1,083.010 ton de retención de suelo adicional. Más adelante, en las medidas de mitigación se presenta el detalle de dichas obras.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Estimación de erosión resultante con la aplicación de medidas de mitigación.

Erosión		Erosión a mitigar por clase	Total a mitigar	Mitigación /Obras (ton)	Residual (ton)
Hídrica	Erosión/Ha	116.242	118.160	1201.170	1083.010
	Erosión/CUSTF				
Eólica	Erosión/Ha	1.918	118.160	1201.170	1083.010
	Erosión/CUSTF				

Año	Suelo retenido (ton)	Vol acumulado de suelo retenido (ton)	Cobertura forestal (%)	Terrazas individuales por año	Zanjas bordo por año
1	404.27	404.27	>75	1500.0	4
2	404.08	808.35	>75	1500.0	3
3	135.08	943.42	>75	500.0	3
4		943.42	>75		
5		943.42	>75		



Representación del comportamiento para revertir la pérdida potencial de suelo por erosión.

## XII.5 No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, y

El Predio se localiza en la Región Hidrológica "Sinaloa" (RH10), en la Cuenca "Río Fuerte" (G) y Subcuenca "Río Choix" (c), dentro de una microcuenca hidrológica forestal (MHF) delimitada para el proyecto con fines de describir los atributos de referencia al proyecto, equivalente a 3,259.45 ha.

### Atributos de la hidrología superficial para el proyecto

Clave cuenca	Clave región hidrológica	Región hidrológica nombre	Clave cuenca	Nombre cuenca	Clave subcuenca	Nombre subcuenca	Tipo de drenaje	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
RH10Gc	RH10	SINALOA	G	R. FUERTE	c	R. de Choix	ABIERTA	3256.589	100.000	0.666

**"Ampliación de Tepetateras"**

Las corrientes en la zona del proyecto son efímeras pero conducen agua al caudal del Río Choix después de una precipitación suficiente. Se prevé la ejecución de 3,500 terrazas y 10 zanjas bordo, para generar un residual positivo de en la cosecha de agua como se destaca más adelante.

**a).- Volumen de agua que se capta en las condiciones actuales**

En el área de CUSTF tenemos los siguientes datos de balance hídrico que nos permite obtener el resultado del volumen de agua que se infiltra en las condiciones actuales: el balance hídrico del área, destaca que en las 19.1791 ha sujetas a CUSTF, existe un volumen total precipitado de 60,203.19 m<sup>3</sup>/año, con un volumen de evapotranspiración de 56,200.70 m<sup>3</sup>/año (equivalente al 93.35% del total precipitado), lo que deja un escurrimiento natural de 3,339.59 m<sup>3</sup>/año (5.55% del volumen precipitado) y apenas el 1.10% que se infiltra, es decir, 662.91 m<sup>3</sup>/año, debido a las condiciones climáticas y tipo de suelo que compone la superficie de 19.1791 ha sujetas a CUSTF, tal como se manifiesta en la siguiente tabla:

**Estimación del balance hídrico antes del proyecto (escenario 1)**

Balance hídrico	m <sup>3</sup> /año	%
Volumen precipitado	60,203.19	100
Volumen EVT	56,200.70	93.35
Escurrecimiento	3,339.59	5.55
Infiltración	662.91	1.10

**b).- El volumen de agua que se capta con la remoción de la vegetación en el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo.**

Para realizar la estimación del volumen de agua que se dejaría de infiltrar bajo el escenario de haber realizado el CUSTF, se utilizó la misma metodología y los mismos parámetros, con excepción del valor de K en el proceso de obtención del escurrimiento, el cual ahora fue de 0.26 de suelo tipo B y cobertura menor a 50%, indicado para áreas parcialmente desnudas o desprovistas de vegetación, toda vez que el desmonte es gradual durante los 36 meses de ejecución del CUSTF. De acuerdo con lo anterior, los resultados obtenidos se muestran enseguida:

**Estimación del balance hídrico con del proyecto (escenario 2)**

Balance hídrico	m <sup>3</sup> /año	%
Volumen precipitado	60,203.19	100
Volumen EVT	55,850.87	92.77
Escurrecimiento	4,528.04	7.52
Infiltración	- 175.71	-0.29

**"Ampliación de Tepetateras"**

Se prevé que con la ejecución del proyecto y el consecuente desmonte, el escurrimiento de agua se incremente y por lo tanto se reduce la infiltración a -175.71 m<sup>3</sup>/año. Se trata de una reducción del 126.5% de la infiltración natural en esta superficie sujeta a CUSTF (en las 19.1791 ha), haciendo necesario revertir estas condiciones del déficit de 838.62 m<sup>3</sup>/año, potencialmente debido al proyecto.

**Déficit previsto a mitigar en el proyecto**

Infiltración actual (sin el proyecto)	Infiltración con el proyecto	Déficit previsto
662.91 m <sup>3</sup> /año	-175.71 m <sup>3</sup> /año	<b>838.62 m<sup>3</sup>/año</b>

**c).- El volumen de agua que se captaría con la implementación de las medidas de mitigación.**

Está superficie del proyecto sólo será afectada temporalmente y es en la misma donde se realzarán las actividades de reforestación y obras de conservación de suelo las cuales tienen como finalidad disminuir al 0% o incluso tener ganancia de infiltración de acuerdo a las medidas de mitigación que se presentan más adelante.

Debido a lo anterior, se prevé la ejecución de 3,500 terrazas individuales con un potencial de infiltración total de 673.40 m<sup>3</sup>, así como de 10 zanjas bordo que promueven 180 m<sup>3</sup> de infiltración anual. En total, estas obras permiten 853.400 m<sup>3</sup> de incremento en la infiltración, cubriéndose el déficit promovido por el desmonte requerido en el proyecto (19.1791 ha) del predio CUSTF y permitiendo un incremento de la infiltración de 14.777 m<sup>3</sup>/año adicionales, como residual positivo.

**Balance de la variable infiltración para revertir la pérdida por escurrimiento, dentro del balance hídrico del proyecto.**

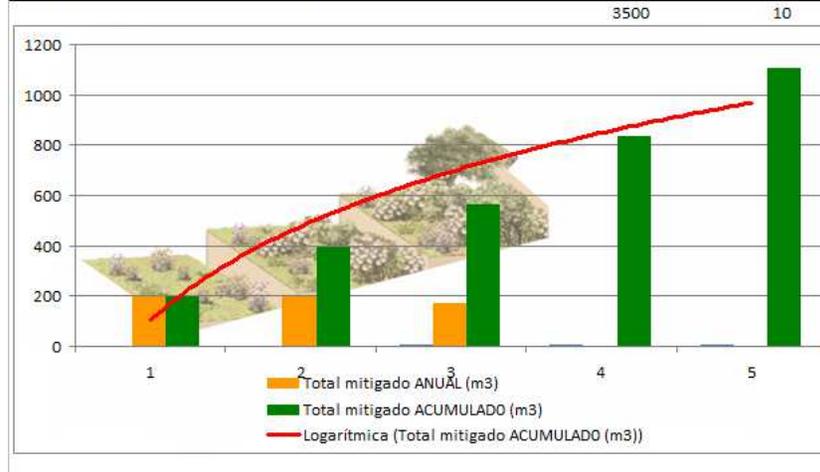
Variable	Año de ejecución	Sin CUSTF (m3)	Con CUSTF (m3)	Volumen a mitigar (m3)	Reforestación (m3)	Captación zanjas bordo (m3)	Total mitigado ANUAL (m3)	Total mitigado ACUMULADO (m3)	Residual positivo (m3)
Infiltración	1	662.910	- 175.714	838.623	288.60	72.00	360.600	360.600	14.777
	2				288.60	54.00	342.600	703.200	
	3				96.20	54.00	150.200	<b>853.400</b>	
					673.40	180.00			

Sin embargo, el predio no estará expuesto, ni ocurrirá el desmonte en un solo momento, ya que ocurrirá su ocupación por el uso propuesto en apego al plan de trabajo del proyecto de 36 meses para la ejecución del CUSTF, además que se contemplan obras de control que revierten la afectación potencial.

Esto se obtiene al tercer año de ejecución del CUSTF de acuerdo a la siguiente tabla:

**"Ampliación de Tepetateras"**

AÑO	Total mitigado ANUAL (m3)	Total mitigado ACUMULADO (m3)	Cobertura forestal (%)	Terrazas individuales por año	Zanjas bordo por año
1	360.60	360.60	>75	1500	4
2	342.60	703.20	>75	1500	3
3	150.20	853.40	>75	500	3
4		853.40	>75		
5		853.40	>75		



Representación del comportamiento de la mitigación de pérdida de infiltración para el proyecto.

**XII.6. Los usos alternativos del suelo que se proponen en el presente estudio, son más productivos a largo plazo en la región, que el resto de las actividades que actualmente se llevan a cabo.**

**a) Los usos alternativos del suelo que se proponen son más productivos a largo plazo.**

Finalmente, el uso propuesto para las obras, resulta más redituable, viable económicamente y productiva a futuro. Lo anterior resulta de la valoración de los recursos biológicos del sitio y los costos asociados de restauración de no llevarse a cabo el proyecto, contra los costos de inversión y retorno económico del proyecto como se destaca en el Capítulo XII de este documento.

No hay que olvidar que el proyecto nace derivado de los planes de expansión, redimensionamiento de las instalaciones, aseguramiento de la calidad de sus procesos, y mejora en la seguridad y controles ambientales de sus instalaciones, donde la empresa promotora requiere de la Ampliación de tepetateras para cumplir con la funcionalidad de su proceso y mantener operativa la minería del sector.

A nivel regional, la principal actividad productiva que se registra actualmente en la zona es la ganadería del tipo extensivo. La zona presenta un grado de conservación aceptable dado que no se realizan aprovechamientos forestales, con excepción de la extracción de leña muerta y postería, para el autoconsumo y mercado local.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Los polígonos que componen el proyecto se encuentran en una área con antecedentes de exploración y extracción minera con una red de caminos y obras de barrenación rodeado por terrenos de agostadero.

El promovente posee la anuencia de ocupación temporal debidamente registrada de la superficie. Por otra parte, la selección del sitio para las obras proyectadas obedece a los siguientes criterios:

- Asegurando el menor disturbio y molestia a la comunidad, así como en propiedad de la empresa promovente.
- La menor afectación al entorno, espacios con menor cobertura vegetal.
- El apego a la normatividad ambiental vigente, proyectando las obras sólo en espacios que no deterioren ni limiten los flujos naturales de desarrollo físico y biológico del entorno que compone el ecosistema de la región.

A nivel regional, la principal actividad productiva que se registra actualmente en la zona es la ganadería del tipo extensivo con ingresos de jornales diarios cercano a los \$75.00 de salario mínimo diario. La base de salario al jornal de menor ingreso estimado para el proyecto es de \$300.00 diario.

El proyecto minero (del cual la presente solicitud es asociado), posee una tasa de retorno superior al 25%, mientras que la ganadería extensiva (hasta ahora dominante en la región) posee valores menores al 5%, que va en detrimento.

Ocupación inmediata de empleos directos para 36 meses de construcción y el mantenimiento de empleos directos durante los 14 años de operación.

El uso que se pretende dar al suelo con el proyecto es mucho más productivo a largo plazo por lo siguiente:

La valoración económica de los recursos biológicos forestales estimada para el área de CUSTF, equivale a **\$ 1,772,175.50 (Un millón setecientos setenta y dos mil ciento setenta y cinco pesos 50/100 M.N.)**. No es óbice mencionar que los valores si bien son subjetivos, se busca un acercamiento al valor real, apoyado en cada caso por referencias que indiquen algún parámetro para considerar en cada estimación. Lo anterior equivale a **\$92,401.39/ha (Noventa y dos mil cuatrocientos un pesos 31/100 M.N.)**. Este monto resulta sin menoscabo de considerar los lineamientos de CONAFOR donde señalará el costo de compensación ambiental por las afectaciones en el ecosistema de referencia. Tomando en cuenta esta valoración, la zona del proyecto cubre 19.1791 ha.

**Estimación de los costos de los recursos biológicos forestales del proyecto**

Tipo	Monto (\$ M.N.)
Recurso forestal maderable	\$ 13,714.97
Recursos forestales no maderable	\$ 187,667.49
Recursos faunísticos	\$ 250,018.75
Servicios ambientales	\$ 1,320,774.29
<b>Total</b>	<b>\$ 1,772,175.50</b>
Costo /ha	\$ 92,401.39

**"Ampliación de Tepetateras"**

Por otra parte, de no ejecutarse el cambio de uso del suelo, para restaurar las áreas y superficies donde se realizará el cambio de uso de suelo, se requeriría una inversión total aproximada de **\$953,925.00 (Novescientos cincuenta y tres mil novescientos veinticinco pesos 00/100 M.N.)** para las obras propuestas derivadas de la ejecución del presente proyecto, sin menoscabo de fianzas o disposiciones normativas que le resulten aplicables, de acuerdo al siguiente resumen:

**Estimación de los costos de referencia para restauración del proyecto**

Concepto	Monto asociado (\$)	Monto por año (\$)	Tiempo de ejecución
Establecimiento de la reforestación	\$ 637,000.00	\$ 212,333.33	En los 3 años de ejecución del cus
Obras de conservación de suelos	\$ 62,125.00	\$ 20,708.33	En los 3 años de ejecución del cus
Actividades de mantenimiento	\$ 254,800.00	\$ 50,960.00	En los 5 años de supervisión del programa
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 953,925.00</b>	<b>\$ 284,001.67</b>	
Costo estimado /ha	\$ 49,737.74		

Actualmente en el predio no se ha identificado un uso económico directo, sin embargo, mediante la valoración económica de los recursos biológico-forestales que presta la fracción de terreno por impactar se puede estimar el valor económico del mismo. Mediante un análisis de la vida útil del proyecto que asciende a 14 años y considerando una inflación anual del 3%, se prevé que la operación del proyecto generará una derrama económica mayor al que actualmente se tiene. Es decir, la derrama económica generada por el proyecto contra los recursos biológicos del proyecto rebasa la aportación, siendo más atractivo el desarrollo del proyecto, con los controles ambientales asociados a la obra descrita. Lo anterior sin menoscabo de la inversión prevista.

Aunado a lo anterior, el proyecto acarreará aspectos benéficos no cuantificados como son: una derrama económica en el comercio y la industria, se incrementará el número de empleos permanentes e indirectos, así como, una mayor captación de impuestos y el desarrollo industrial y de servicios en la región. En consecuencia, el desarrollo del proyecto resulta una alternativa adecuada, generando beneficios superiores a sus propietarios y a los habitantes de la región, en relación al uso, valor y potencial de aprovechamiento de los recursos naturales del terreno en todas las etapas del proyecto. Además, el proyecto representa un efecto detonador en la economía local, sobre todo por la continuidad de proyectos de crecimiento de la empresa promovente, lo cual implica beneficios directos en las comunidades rurales inmediatas.

El proyecto contribuye de manera directa al uso correcto de los recursos existentes y vocación de uso del suelo manifiesta, contribuyendo al desarrollo regional a través de la generación de empleos directos e indirectos. Si bien las obras tendrán un impacto en el entorno natural, se aplicarán las medidas de mitigación adecuadas, en cumplimiento con la normatividad ambiental y haciendo uso de la mejor tecnología.

**b) Se diversifican actividades**

El uso actual del terreno es de agostadero, con antecedentes de exploración y extracción en el entorno inmediato de la superficie solicitada, donde la vocación forestal carece de repercusión comercial.

**"Ampliación de Tepetateras"**

La ejecución del proyecto promueve la diversificación de actividades productivas en el predio, acorde con la vocación natural y compatible con desarrollos mineros vecinos, con lo que se amplía el especto de capitalización hacia las zonas rurales tradicionalmente agropecuarias. Así, el valor y uso de la tierra vendrá a ser mayor con la realización del proyecto, favoreciendo el desarrollo ordenado de actividades económicas de mayor impacto en relación al uso de superficie. En consecuencia, el desarrollo del proyecto resulta una alternativa adecuada, generando beneficios superiores a sus propietarios y a los habitantes de la región, en relación al uso, valor y potencial de aprovechamiento de los recursos naturales del terreno.

**c) Se privilegia el uso potencial del terreno**

El proyecto contribuye de manera directa al aprovechamiento potencial de los recursos existentes y vocación de uso del suelo manifiesta en las exploraciones previas, contribuyendo al desarrollo regional a través de la generación de empleos directos e indirectos. La biodiversidad del sitio y los servicios ambientales que de ella se derivan, están ampliamente distribuidas en toda la cuenca hidrológica forestal, por lo que la ejecución del proyecto, no compromete estos recursos.

Uso potencial agricultura

Aún cuando la mayor demanda de agua de la subregión del Río Choix corresponde a la agricultura, en la zona del proyecto las tierras no son aptas para la agricultura, agrupándose en este sitio los terrenos que por sus condiciones no permiten el desarrollo de ningún tipo de utilización agrícola, salvo algunos de carácter especial. De esta manera, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), en su carta de uso potencial agricultura, carta Tijuana Escala 1:1000,000, el sitio presenta clave 6300, equivalente a tierras no aptas para la agricultura en esta área.

**Atributos del uso potencial agrícola para el proyecto.**

Clave	Descripción uso potencial agrícola	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro	Proporción del proyecto
1233	Terrenos aptos para agricultura mecanizada continua	2382.410	73.744	
6300	Tierras no aptas para la Agricultura	848.260	26.256	2.558

Uso potencial ganadería

La totalidad de las áreas a ser ocupadas se ubican en tierras aptas para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal. Son tierras donde no es posible el establecimiento de praderas cultivadas y que sustentan comunidades vegetales diferentes al pastizal, en cuya composición existen especies aprovechables, y en donde las condiciones físicas del terreno permiten la movilidad del ganado bovino y caprino. Fuera de las obras previstas, pero cercanos al sitio, existen áreas de pastizal cultivado. En este orden de ideas, de acuerdo al INEGI, en su carta de uso potencial ganadería, carta Tijuana Escala 1:1000,000, el sitio presenta clave 43033 equivalente a terrenos aptos para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Atributos del uso potencial pecuaria para el proyecto.**

Clave	Descripción uso potencial pecuario	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro	Proporción del proyecto
33033	Terrenos aptos para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal	45.717	1.415	
43033	Terrenos aptos para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino	491.219	15.205	4.418
53033	Terrenos no aptos para el aprovechamiento pecuario	311.330	9.637	
112320	Terrenos aptos para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola	2382.411	73.743	

Uso potencial forestería

Son tierras no aptas para la explotación forestal. El terreno en general presenta condiciones donde la vegetación está constituida por comunidades cuya naturaleza o condición permite la extracción de productos forestales de manera restringida, únicamente para su utilización directa con fines domésticos. De esta manera, de acuerdo al INEGI, en su carta de uso potencial forestería, carta Tijuana Escala 1:1000,000, el sitio presenta clave 401 que significa una condición baja de la vegetación actual para fines forestales, con una facilidad nula para la extracción de productos forestales.

**Atributos del uso potencial forestería para el proyecto.**

Clave	Descripción uso potencial forestal	Superficie MHF (ha)	Proporción del rubro en la MHF (%)	Proporción del proyecto respecto a la MHF (%)
401	Terrenos no aptos para la explotación forestal	2382.411	73.744	0.911
2123	Terrenos aptos para la obtención de productos maderables, con orientación comercial	218.400	6.760	
2232	Terrenos aptos para la obtención de productos maderables, con orientación doméstica	45.717	1.415	
2233	Terrenos aptos para la obtención de productos maderables, con orientación doméstica	584.140	18.081	

Finalmente, se mantendrá un programa de monitoreo ambiental en todas las áreas y fases del desarrollo del proyecto a manera de procedimientos de operación segura en la ejecución de obras y actividades que permitan revertir los efectos adversos que potencialmente provocaría la ejecución de ampliación de tepetateras.

## VII.MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES

### VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

Las medidas preventivas, de mitigación y compensación que se proponen aplicar para la realización de este proyecto tienen la finalidad de prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales generados en las diferentes etapas del proyecto. Se han analizado, a partir de las características técnicas del proyecto y sus impactos significativos negativos y positivos, una serie de acciones y actividades así como programas de protección y conservación como los más adecuados para disminuir aquellos impactos significativos negativos principalmente. Por lo que se identifican las actividades constructivas y el sitio afectado, considerando el grado de afectación al componente ambiental (vegetación, suelo, fauna etc.).

- **Medidas Preventivas.** Las medidas preventivas tienen como finalidad evitar que las actividades del proyecto tengan repercusiones negativas significativas en el ambiente. Con esto se busca mantener la disponibilidad de los recursos naturales y de los bienes y servicios ambientales en el área donde se ubica el proyecto.
- **Medidas de Mitigación.** La aplicación de las medidas de este tipo tiene la finalidad de disminuir los efectos adversos que se presenten como consecuencia de las acciones del proyecto aunque se apliquen medidas preventivas. Los impactos que requieren de medidas de mitigación son aquellos que inevitablemente se generarán, tales como el desmonte en el predio y el sellamiento o compactación en los caminos internos.
- **Medidas de Compensación.** Las medidas de compensación pretenden resarcir los efectos negativos que provocan ciertas actividades que no puedan mitigarse.

Las medidas de prevención y/o mitigación se realizaron en función de la descripción del medio físico, biótico y socioeconómico del predio y del área de influencia del proyecto, así como de las mediciones hechas en campo. A continuación se describen las medidas por cada rubro ambiental:

Ahora bien, derivado de la identificación de impactos ambientales, la propuesta está conformada por 37 medidas de mitigación que a su vez pueden atender a más de un impacto negativo y que pueden ser aplicadas en más de una etapa de cambio de uso de suelo. En este contexto, cabe señalar que si bien se emplea el concepto genérico "medidas de mitigación", en realidad se trata de un conjunto de opciones que describen el fin último de ésta. Lo anterior implica que, en el presente proyecto, se aplicarán medidas de mitigación:

- **Preventivas (PREV):** Obras o acciones tendientes a evitar el efecto negativo.
- **De reducción (RED):** Obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental se afecte lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- **De compensación (COM):** Acciones o medidas que compensen el efecto negativo ocasionado, cuando no existen alternativas para su prevención o reducción, y en lo posible, contribuir a recuperar las condiciones ambientales anteriores a la perturbación.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Medidas de mitigación propuestas**

ID	Medida de mitigación	Factor sobre el que actúa	Tiempo y/o cantidad
1	Del número de ejemplares de las diferentes especies que, durante la remoción, se encuentren en el área de CUSTF y que cumplan con los criterios siguientes: a) Que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, b) Que sean de difícil regeneración; c) Que tengan posibilidad de sobrevivir a la extracción; d) Que tengan mayor abundancia e IVI en el área de CUSTF que en la MHF; e) Que se encuentren en el área de CUSTF y no hubieran sido detectadas en la MHF; f) Que dado su tamaño, sea técnicamente posible su extracción sin afectar al ejemplar; y g) Que dado su tamaño, sea económicamente factible su extracción, se rescatará un número de ejemplares por tipo de vegetación, que al cabo de 6 meses de haber sido rescatado, garantice una sobrevivencia del 80% mínimo <b>(RED)</b> .	Flora	3500 ejemplares de 39 especies del bosque de encino (BQ) para garantizar el 80% de sobrevivencia.
2	Se conformará una brigada especializada en el manejo de flora silvestre que tendrá como responsabilidad el rescate y reubicación de las especies de flora seleccionadas, y su reubicación en parcelas habilitadas en espacios próximos al proyecto <b>(PREV)</b> .	Flora	1 brigada especialista en manejo de flora silvestre
3	Los ejemplares rescatados, serán reubicados en parcelas habilitadas, a una distancia que evite que el paso de maquinaria las afecte; donde no alteren la estructura que tiene la flora en la MHF; sin aglomerarlas; y, sin eliminar la vegetación natural para no ocasionar otro impacto en áreas no autorizadas <b>(RED)</b> .	Flora	Tantas parcelas como sean necesarias.
4	Las parcelas de reubicación recibirán mantenimiento periódico eliminando los ejemplares muertos, y en cada mantenimiento se evaluará la sobrevivencia observada <b>(RED)</b> .	Flora	Por lo menos se les dará mantenimiento por un año (máximo 5) al final del cual, la sobrevivencia mínima deberá de ser del 80%.
5	Los ejemplares de fauna que por su lento desplazamiento no puedan huir por sí mismos del área de CUSTF, serán reubicados conforme se avance en el proyecto. Se pondrá especial atención en los ejemplares de las especies de fauna que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 <b>(PREV)</b> .	Fauna	Todos los individuos que se encuentren.
6	La fauna que se pudiera encontrar en el área destinada para cambio de uso de suelo, será capturada y liberada en áreas cercanas, observando que éstas reúnan las condiciones bióticas y abióticas semejantes al área donde fueron capturadas, a efecto de lograr su fácil adaptación <b>(COMP)</b> .	Fauna	Todos los individuos que se encuentren.
7	Se llevará a cabo una capacitación al personal en general sobre la importancia del cuidado de la biodiversidad, de modo que se pueda crear conciencia de su importancia <b>(PREV)</b> .	Fauna y flora	Capacitación al inicio de las actividades.
8	Se conformará una brigada especializada en el manejo de fauna silvestre que tendrá como responsabilidad la captura y reubicación de ejemplares de lento desplazamiento o de hábitos fosoriales, en áreas seguras a fin de salvaguardar su bienestar <b>(PREV)</b> .	Fauna	Una brigada especialista en fauna silvestre
9	Previamente a las actividades de captura y reubicación, se realizará el ahuyentamiento de fauna (sin captura temporal) en los casos donde sea posible. La actividad será permanente durante todas las actividades de cambio de uso del suelo, con la finalidad de no causarles daños a los individuos que ocupan el área como hábitat <b>(PREV)</b> .	Fauna	En las 19.1791 hectáreas de cambio de uso de suelo.

**"Ampliación de Tepetateras"**

10	La brigada realizará una búsqueda minuciosa de nidos y/o madrigueras, antes de iniciar cualquier actividad de desmonte para tener la seguridad de que no se encuentran individuos de ninguna especie dentro del área. Las madrigueras serán desalojadas y destruidas para evitar la reincidencia de individuos y, en el caso de encontrar nidos con huevos o polluelos, se reubicarán en el área aledaña que reúna las características semejantes a las que tenían en su lugar de origen <b>(PREV)</b> .	Fauna	En las 19.1791 hectáreas de cambio de uso de suelo.
11	Prohibir a los trabajadores el ingreso de fauna exótica a las áreas de influencia del proyecto a través de letreros prohibitivos, para evitar que se depreden a los individuos de fauna nativa <b>(PREV)</b> .	Fauna	Durante todas las actividades de cambio de uso de suelo.
12	Prohibición de caza, captura y comercio de cualquier especie de flora o fauna silvestre, mediante la instalación de letreros prohibitivos <b>(PREV)</b> .	Fauna y flora	Sitios estratégicos dentro de las 19.1791 hectáreas de cambio de uso de suelo.
13	Evitar las operaciones nocturnas que interfieran en la dinámica nocturna de la fauna <b>(PREV)</b> .	Fauna	Durante todas las actividades de cambio de uso de suelo
14	La remoción de la vegetación será por medios mecánicos y maquinaria y no se utilizarán sustancias químicas (herbicidas o agroquímicos) o fuego para tal fin. <b>(RED)</b> .	Flora y suelo	En las 19.1791 hectáreas cambio de uso de suelo.
15	Delimitación de las áreas de trabajo y tránsito de personal ajustándose al sitio de CUSTF, para evitar daños a la vegetación circundante <b>(PREV)</b> .	Flora	En las 19.1791 hectáreas cambio de uso de suelo.
16	Se gestionarán los residuos en estricto apego a la normatividad; en caso de ocurrencia de derrames de hidrocarburos, la tierra contaminada se recuperará, trasladará y resguardará en el almacén temporal de residuos peligrosos para su disposición <b>(PREV)</b> .	Suelo	Durante todas las actividades de cambio de uso de suelo
17	Se llevará a cabo una reforestación donde la densidad de plantación corresponderá al tipo de vegetación y se determinará de acuerdo con la densidad específica que hubiera sido observada durante los muestreos, a fin de conservar la estructura forestal de la cuenca hidrológico-forestal. Las plantas serán adquiridas en viveros establecidos cercanos al área del proyecto <b>(COM)</b> .	Flora, suelo y agua	3500 organismos de 39 especies bosque de encino (BQ)
18	Con el propósito de corroborar el éxito de la reforestación realizada, se realizará una evaluación de sobrevivencia dentro de los primeros seis meses posteriores <b>(PREV)</b> .	Flora, suelo y agua	Dentro de los primeros 6 meses de la siembra y monitoreo de hasta cinco años.
19	Se estima que la plantación tenga una sobrevivencia a los 6 meses del 60%, por lo que se considerará una reposición del 40% de la plantación <b>(COM)</b> .	Flora, suelo y agua	Dentro de los primeros 6 meses de la siembra
20	El programa de reforestación se complementará con la revegetación del área de afectación. Para ese efecto, se dispersará semilla de herbáceas en el área señalada, una vez que concluyan los trabajos de renivelación y se retire la maquinaria empleada <b>(COM)</b> .	Flora, suelo y agua	Una vez concluidos los trabajos de renivelación de áreas y se hubiera retirado la maquinaria empleada.
21	Con la finalidad de compensar la disminución en la infiltración de agua al subsuelo y recuperar los niveles de erosión que naturalmente se presenta en el área de CUSTF, se construirán obras de control <b>(COM)</b> .	Flora, suelo y agua	3500 terrazas individuales y 10 zanjas bordos que se construirán una vez retirado el material producto de las terracerías..

**"Ampliación de Tepetateras"**

22	Se colocarán contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial distribuidos en áreas donde se realicen actividades relacionadas con el cambio de uso del suelo <b>(PREV)</b> .	Suelo	Sitios estratégicos dentro de los 19.1791 ha de cambio de uso de suelo
23	Instalación de un área de confinamiento de residuos sólidos urbanos y de manejo especial para su posterior traslado, de conformidad con la normatividad <b>(PREV)</b> .	Suelo	1 área de acopio
24	Se contará con un almacén para los residuos peligrosos generados. Éste reunirá las características que establece la normatividad y los residuos se depositarán en contenedores adecuados <b>(PREV)</b> .	Suelo	1 almacén de residuos peligrosos
25	Para disminuir el riesgo de contaminación del suelo, se contratará una empresa que se encargue de la disposición de los residuos peligrosos. La empresa estará debidamente acreditada ante la SEMARNAT y con las autorizaciones necesarias para acopiar, transportar y disponer de los residuos <b>(PREV)</b> .	Suelo	Contratación de una empresa acreditada ante SEMARNAT y con autorizaciones vigentes para la recolecta, transporte y disposición de residuos peligrosos.
26	Proteger el suelo con kit antiderrames que deberá entregarse a todos los operadores de maquinaria y que deberán emplearlo siempre que el vehículo estén detenido o al momento de hacer carga de combustible; lo anterior, a efecto de evitar que los derrames accidentales de combustibles o aceites se infiltren y contaminen el suelo <b>(PREV)</b> .	Suelo	Dotación de kit antiderrames a operadores de vehículos y maquinaria pesada.
27	Colocación de baños portátiles para uso de los trabajadores, de forma que los residuos sanitarios se concentren en un sitio de donde una empresa especialista pueda retirarlos para su adecuado manejo <b>(PREV)</b> .	Suelo	1 baño por cada 15 trabajadores
28	El material vegetal no aprovechable será picado y distribuido en el área, para suavizar la caída del agua de lluvia, con el propósito de disminuir la erosión por arrastre de partículas y para favorecer la infiltración <b>(RED)</b> .	Suelo y agua	Residuos vegetales producidos por el cambio de uso de suelo.
29	El material producto del desmonte y despalme se acomodará, de tal forma que no impida las actividades y disminuyendo con ello el efecto visual negativo. El material será utilizado posteriormente en otras actividades inherentes al proyecto <b>(RED)</b> .	Paisaje	Acopio y acomodo de material vegetal dentro del área de cambio de uso del suelo
30	El suelo orgánico (horizonte A) producto del despalme será almacenado en un área dentro del polígono de cambio de uso del suelo, de tal forma que no impida las actividades, para su posterior uso en la reforestación <b>(RED)</b> .	Suelo, flora y agua	Un área para acopio de suelo orgánico dentro del área de cambio de uso del suelo
31	La maquinaria se resguardará dentro del área solicitada para CUSTF; debajo de ésta, invariablemente deberá colocarse plástico para contener posibles fugas de hidrocarburos <b>(PREV)</b> .	Suelo	Dentro del área de cambio de uso de suelo.
32	Se deberá tener orden y limpieza en las áreas de trabajo, almacenes y demás sitios de obra para reducir al mínimo el efecto de ésta sobre el paisaje <b>(PREV)</b> .	Paisaje	Durante todas las actividades de cambio de uso de suelo
33	Control de las emisiones a través del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo, el uso de combustibles limpios y de aditivos que promuevan una combustión eficiente <b>(PREV)</b> .	Aire	Mantenimiento y verificación periódica
34	La maquinaria se prenderá 15 minutos antes de iniciar las actividades, con el fin de promover el ahuyentamiento de la fauna por efecto del ruido <b>(RED)</b> .	Fauna	15 minutos antes de iniciar actividades.

**"Ampliación de Tepetateras"**

35	Colocación de señalamientos fijos que muestren las velocidades máximas permitidas en la zona a fin de mitigar el levantamiento de polvo ( <b>PREV</b> ).	Aire	Sitios estratégicos dentro de las 19.1791 ha de cambio de uso de suelo
36	Iniciar las actividades de remoción de los materiales por la mañana, cuando las condiciones de humedad relativa son altas y la emisión de polvo a la atmósfera se ve minimizado ( <b>RED</b> ).	Aire	Durante todas las actividades de cambio de uso de suelo
37	En caso de poca humedad, se rociará agua para evitar el levantamiento de polvos a la atmósfera, previo al empleo de maquinaria pesada ( <b>PREV</b> ).	Aire	Antes del inicio de actividades de la maquinaria.

Dentro de las medidas presentadas en la tabla anterior, las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará la ocurrencia de determinados efectos negativos, mientras que las de carácter reductivo y compensatorio permitirán mejorar el escenario con el desarrollo del CUSTF. Es importante que todas las medidas de mitigación se realicen para garantizar que la ejecución del CUSTF impacte lo menos posible al ecosistema. Así mismo, las medidas planteadas buscan garantizar:

- Que no se provocará la erosión de los suelos.
- Que no se compromete la biodiversidad.
- Que no se ocasionará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

A continuación se presentan las medidas ambientales que se consideran para cumplir con los criterios de excepcionalidad en materia de cambio de uso del suelo.

## **Fauna silvestre**

El grupo de los mamíferos son uno de los grupos más vulnerables al cambio de uso de suelo debido a que hay especies de lento desplazamiento, sobre todo las pequeñas, por lo que al momento de realizar el rescate de fauna y durante el tiempo que ocupe la operación del proyecto, se hará énfasis en el rescate de ejemplares de lento desplazamiento así como la aplicación de otras medidas como la revisión y destrucción de madrigueras dentro de los sitios de CUSTF para evitar la afectación de los individuos. Por último, se hace hincapié en que en caso de que exista alguna afectación, ésta se hará sobre individuos más no sobre especies, por ende, no se afectará ni la riqueza específica ni la biodiversidad, por lo que se atiende a lo establecido en el artículo 117 de la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable

Con anterioridad a las actividades de desmonte se ahuyentará la fauna existente y se reubicarán los nidos de especies protegidas, en el caso de encontrarse. El desmonte se llevará a cabo en forma unidireccional exclusivamente en el espacio necesario para la construcción, disminuyendo con ello, la afectación a la fauna.

Quedará estipulado que todos los empleados y contratistas tienen prohibida la recolección, captura y caza de especies de fauna silvestres, tanto en el área del proyecto como en los alrededores.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Previo al desmonte, se establecerán brigadas en el área destinada al cambio del uso del suelo, con el propósito de recorrer el sitio, promoviendo en primera instancia, el libre desplazamiento de la fauna silvestre que habite en dicha porción del predio.

Como segundo paso, para el caso de las especies de lento desplazamiento, éstas podrán ser reubicadas a sitios inmediatos al predio con las características de hábitat equivalente, que permita su supervivencia. Lo anterior en apego al Programa de Protección de Fauna que se propone para el proyecto.

**Tipos de vegetación y flora**

Si bien los atributos de flora del predio sujeto a CUSTF se encuentran mejor representados, distribuidos y diversos en la MHF, dejarán de ser afectados por las obras que implica el proyecto, aunque no representen una limitación al desarrollo de la flora y el flujo ecosistémico existente en el entorno inmediato. Debido a lo anterior, se prevén los programas de rescate y reubicación de especies, apoyados en la reforestación de algunos ejemplares que pueden proveer de viveros locales o de la producción interna a futuro.

Debido a que no existen especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se prevé el rescate, reubicación y reforestación de 3,500 ejemplares de los estratos arbóreo, arbustivo y de cactáceas. De este total, la reforestación involucra una proporción de ejemplares considerando la abundancia total de las especies involucradas. En total, se trata de 3,500 organismos (considerado como el mismo número de terrazas individuales), con una supervivencia prevista del 80%. Dichos programas están previstos durante tres años, en apego al plan de trabajo de ejecución del CUSTF, contemplando el rescate, reubicación y reforestación de valores equivalentes por año.

**Densidad de rescate, reubicación y reforestación prevista para el proyecto.**

Estrato	No. Especies	n (1 Ha)	Abundancia absoluta	Organismos sujetos a rescate y reubicación de especies (No.)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	Organismos sujetos a reforestación (No.)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Arbol	7	89	1,707	0	0	0	0	470	470	0	0
Arbusto	30	234	4,488	880	540	340	0	1050	0	710	340
Cactácea	2	29	556	1100	200	200	150	0	0	0	0
	39	352	6,751	1980	740	540	150	1520	470	710	340
					3500						

**Suelos**

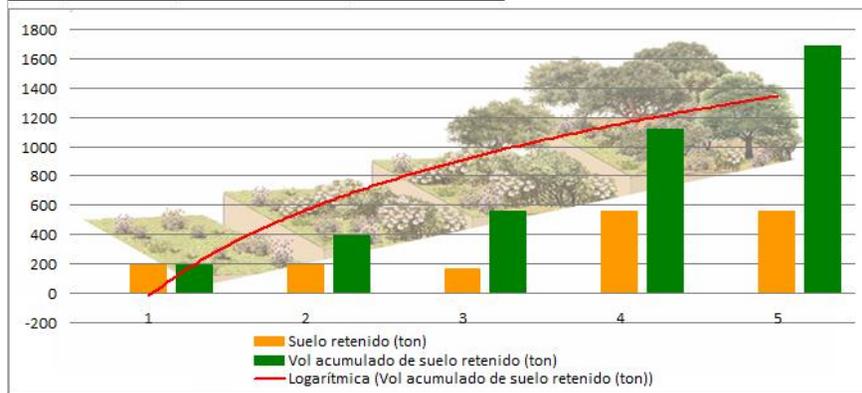
Se prevé la ejecución de 3,500 terrazas individuales con el potencial de retención total de 942.870 ton de suelo, así como la construcción de 10 zanjas bordo con una retención acumulada de 258.300 ton, que totalizan una retención de 1,201.170 ton de suelo durante 3 años, alcanzándose a revertir el proceso potencialmente erosivo desde el primer año con una retención por encima de la afectación para generar un residual positivo de 1,083.010 ton de retención de suelo adicional. Más adelante, en las medidas de mitigación se presenta el detalle de dichas obras.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Estimación de erosión resultante con la aplicación de medidas de mitigación.

Escenario 3					
Erosión		Erosión a mitigar por clase	Total a mitigar	Mitigación /Obras (ton)	Residual (ton)
Hídrica	Erosión/Ha	116.242	118.160	1201.170	1083.010
	Erosión/CUSTF				
Eólica	Erosión/Ha	1.918			
	Erosión/CUSTF				

Año	Suelo retenido (ton)	Vol acumulado de suelo retenido (ton)	Cobertura forestal (%)	Terrazas individuales por año	Zanjas bordo por año
1	404.27	404.27	>75	1500.0	4
2	404.08	808.35	>75	1500.0	3
3	135.08	943.42	>75	500.0	3
4		943.42	>75		
5		943.42	>75		



Representación del comportamiento para revertir la pérdida potencial de suelo por erosión.

Evitar la contaminación del suelo por derrames de materiales o sustancias

Durante los trabajos de operación y mantenimiento de la maquinaria y camiones, pueden ocurrir derrames de sustancias que afecten directamente al subsuelo provocando contaminación por hidrocarburos, por lo que se deberán tomar las previsiones siguientes:

- Poner en práctica un programa periódico de mantenimiento de maquinaria y vehículos.
- La promotora definirá un lugar específico para realizar actividades de mantenimiento de maquinaria y vehículos (talleres mecánicos o alguna otra área, empleando en su caso materiales impermeables que eviten el contacto de los hidrocarburos con el suelo).
- Siempre que se observen fugas de hidrocarburos en la maquinaria deberán colocarse los pañales impermeables y absorbentes, debajo de éstas.

### **"Ampliación de Tepetateras"**

- En caso de ocurrir contacto entre hidrocarburos y el suelo, de inmediato se procederá a recoger la tierra contaminada, introducirla en costales y trasladarla a contenedores debidamente rotulados dentro del almacén de residuos peligrosos, debiendo disponer de ellos de conformidad con la normatividad establecida.
- En los momentos de recarga de combustible, deberán colocarse debajo del vehículo un pañal absorbente que garantice que en caso de fuga o derrame, los hidrocarburos no entrarán en contacto con el suelo.

Una vez terminados los trabajos de desmonte y despalme, se efectuarán actividades de compactación del suelo y de remoción de montones de tierra y residuos del monte para dar paso inmediato a las construcciones contempladas e impedir la erosión eólica o hídrica, ya que el drenaje local podría ser afectado; así mismo, deberá prevenirse la formación de cárcavas en las zonas desmontadas.

El programa de monitoreo ambiental durante la vida útil del proyecto deberá contemplar muestreos periódicos al agua superficial y sedimentos de arroyos, con el fin de detectar y corregir cualquier alteración que pudiera atribuirse a las operaciones del proyecto.

Se realizarán inspecciones periódicas para detectar fugas o problemas mecánicos en la maquinaria. Los hidrocarburos de desecho se almacenarán temporalmente en contenedores adecuados para su posterior reuso, retorno a los proveedores de aceite nuevo, venta como subproducto o confinamiento de acuerdo a la legislación vigente.

Se elaborarán procedimientos adecuados acerca del manejo seguro y eficiente de sustancias como combustibles y lubricantes utilizados en la maquinaria y equipo.

#### Manejo de residuos

La gestión de residuos se realizará de conformidad con la normatividad aplicable. Es decir:

##### Residuos sólidos urbanos (RSU).

- Se colocarán contenedores debidamente rotulados y cubiertos con tapa en áreas donde se concentre la presencia humana, a fin de evitar su dispersión en el suelo.
- Los contenedores deberán permitir segregar residuos orgánicos e inorgánicos.
- Periódicamente, los contenedores serán trasladados al centro de acopio del proyecto; se vaciará su contenido en contenedores concentradores y se registrará el volumen ingresado.
- La promotora trasladará y dispondrá de los RSU en el relleno sanitario más cercano y que cuente con autorización.
- Si, opcionalmente el traslado y disposición lo hace a través de un tercero contratado para ello, la promotora se asegurará que éste cuenta con las autorizaciones correspondientes.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

Residuos de manejo especial (RME)

- Se colocarán contenedores debidamente rotulados y cubiertos con tapa en áreas donde se estén realizando actividades que impliquen el uso de plástico, madera, vidrio, fierro, entre otros, a fin de evitar que los sobrantes sean arrojados al suelo.
- Periódicamente, los contenedores serán trasladados al centro de acopio del proyecto; se vaciará su contenido en contenedores concentradores y se registrará el volumen ingresado por tipo de RME generado.
- Opcionalmente, la promovente podrá realizar el traslado y disposición a través de un tercero contratado para ello, para lo cual la promovente se asegurará que éste cuenta con las autorizaciones correspondientes.

Residuos peligrosos (RP).

- Se habilitará un almacén de residuos peligrosos que reúna las características señaladas en los artículos 82 y 83 del reglamento de la Ley general para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos.
- Dentro del almacén, se colocarán contenedores debidamente rotulados y cubiertos con tapa, siempre observando los lineamientos de rotulado y entarimado que determina la normatividad.
- Los contenedores serán específicos del tipo de contaminante que contenga, a fin de evitar mezclas que pudieran generar reacciones que pongan en riesgo la integridad de quienes ingresan al área.
- La promovente integrará la generación de residuos al manejo existente ante g la SEMARNAT el Registro Ambiental en la categoría que le corresponda en virtud del volumen de residuos generados, a efecto de cumplir con los lineamientos contenidos en la normatividad.
- Se contratarán los servicios de una empresa que acopie, transporte y disponga los RP. Para ello, se le solicitará presentar las autorizaciones necesarias para ello, expedidas por la SEMARNAT.

Para garantizar la adecuada gestión de residuos, se capacitará a los trabajadores a fin de lograr una segregación adecuada y conservar limpio el entorno del proyecto.

Se deberá contar con sanitarios portátiles para el servicio de los trabajadores. Estos sanitarios serán ubicados en los sitios estratégicos que sean identificados una vez que comiencen las actividades de construcción de la obra en una proporción de 1:15, es decir, un sanitario por cada 15 trabajadores.

En ese sentido, se utilizaran fosas sépticas cerradas impermeables tipo rotoplás para el manejo de las aguas sanitarias y serán dispuestas a través de empresas debidamente acreditadas que proveerá el servicio sanitario y que será responsable del mantenimiento de los mismos. La promovente se asegurará que la empresa proveedora se encuentre debidamente registrada ante la autoridad estatal y cuente con las autorizaciones necesarias para proveer el servicio, recolectar las aguas residuales, transportarlas y disponer de ellas en los sitios autorizados.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Rescate de suelo fértil**

Posteriormente al desmonte, se continúa con el despalme del terreno durante el cual se rescata el suelo vegetal de las zonas mas propicias de acuerdo a los reconocimientos previos de la zona. Se recomienda rescatar suelo fértil en aquellas zonas que presenten al menos un horizonte de 20 cm de espesor. El material del desmonte a excepción de troncos, se triturrará y depositará junto con el suelo vegetal para promover la permanencia de germoplasma en el suelo rescatado.

**Volumen y calidad del agua**

Esta superficie del proyecto sólo será afectada temporalmente y es en la misma donde se realzarán las actividades de reforestación y obras de conservación de suelo las cuales tienen como finalidad disminuir al 0% o incluso tener ganancia de infiltración de acuerdo a las medidas de mitigación que se presentan más adelante.

Debido a lo anterior, se prevé la ejecución de 3,500 terrazas individuales con un potencial de infiltración total de 673.40 m<sup>3</sup>, así como de 10 zanjas bordo que promueven 180 m<sup>3</sup> de infiltración anual. En total, estas obras permiten 853.400 m<sup>3</sup> de incremento en la infiltración, cubriéndose el déficit promovido por el desmonte requerido en el proyecto (19.1791 ha) del predio CUSTF y permitiendo un incremento de la infiltración de 14.777 m<sup>3</sup>/año adicionales, como residual positivo.

**Balance de la variable infiltración para revertir la pérdida por escurrimiento, dentro del balance hídrico del proyecto.**

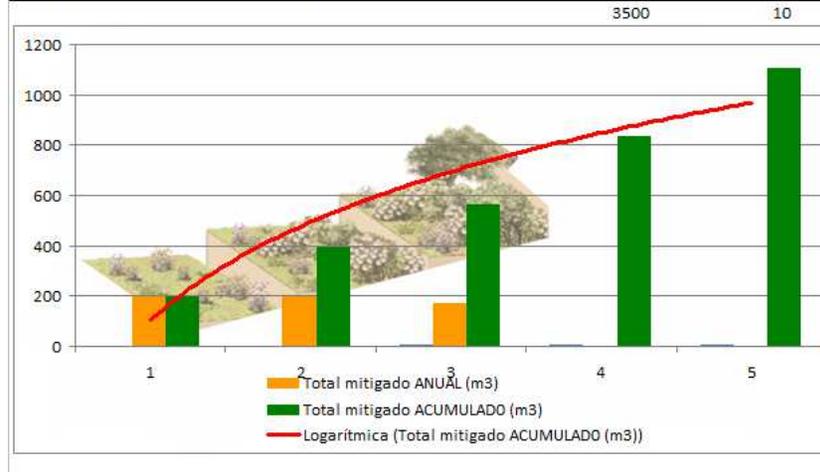
Variable	Año de ejecución	Sin CUSTF (m3)	Con CUSTF (m3)	Volumen a mitigar (m3)	Reforestación (m3)	Captación zanjas bordo (m3)	Total mitigado ANUAL (m3)	Total mitigado ACUMULADO (m3)	Residual positivo (m3)
Infiltración	1	662.910	- 175.714	838.623	288.60	72.00	360.600	360.600	14.777
	2				288.60	54.00	342.600	703.200	
	3				96.20	54.00	150.200	853.400	
					673.40	180.00			

Sin embargo, el predio no estará expuesto, ni ocurrirá el desmonte en un solo momento, ya que ocurrirá su ocupación por el uso propuesto en apego al plan de trabajo del proyecto de 36 meses para la ejecución del CUSTF, además que se contemplan obras de control que revierten la afectación potencial.

Esto se obtiene al tercer año de ejecución del CUSTF de acuerdo a la siguiente tabla:

**"Ampliación de Tepetateras"**

AÑO	Total mitigado ANUAL (m3)	Total mitigado ACUMULADO (m3)	Cobertura forestal (%)	Terrazas individuales por año	Zanjas bordo por año
1	360.60	360.60	>75	1500	4
2	342.60	703.20	>75	1500	3
3	150.20	853.40	>75	500	3
4		853.40	>75		
5		853.40	>75		



**Representación del comportamiento de la mitigación de pérdida de infiltración para el proyecto.**

Por otra parte, se tiene previsto que en la etapa de operación, el proyecto en apego a su diseño en la contempla evitar poner en riesgo o contaminar fuentes o cauces de agua. Sin embargo, entre los impactos ambientales identificados sobre el recurso agua, se señaló que las afectaciones se prevé mayormente en el patrón de drenaje, variación de flujo y calidad principalmente por los desmontes, cortes, rellenos y compactación, durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Las potenciales fugas o derrames de sustancias o soluciones que pueden dañar la calidad del agua superficial de los arroyos cercanos, será de los hidrocarburos por el equipo automotor en la preparación del sitio y construcción, mismas que serán evitadas mediante los procedimientos seguros de trabajo en las labores de construcción, no existiendo antecedentes fuera de control al respecto.

Para el agua superficial los impactos adversos importantes son en el drenaje y estarán ocasionados principalmente por los desmontes, despalmes y cortes del terreno durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Debido a que la mayoría de los arroyos presentes en el área llevan flujo la mayor parte del año, las acciones de regulación del proyecto deben encaminarse a la protección del recurso.

En detalle a lo anterior, el promovente plantea un procedimiento de monitoreo continuo y permanente en la administración de aguas superficiales. Este programa continuará en curso a lo largo del ciclo de vida de la mina y de todos los proyectos de ampliación y asociados, hasta eel período de recuperación y posterior al cierre hasta que se haya determinado que la recuperación ha tenido éxito al prevenir efectos de largo plazo en las aguas superficiales.

## **VII.2. Impactos residuales**

El impacto residual que sobresale en los análisis de descripción de impactos ambientales y medidas de mitigación, es el desmonte en una superficie total de 19.1791 ha cubierta de bosque de encino (BQ) dentro del ecosistema Templado frío, en la porción serrana de la Sierra Madre Occidental, dentro de la cuenca G del Río Fuerte, en el municipio de Choix, localidad ejidal de Cajón de Cancio.

## **VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas**

No aplica debido a que el proyecto no implica riesgo ambiental.

## **VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo**

La Society for Ecological Restoration ha definido a la restauración ecológica como “el proceso de asistencia para la recuperación de un ecosistema el cual ha sido degradado, dañado o destruido”. De forma general, cuando se busca recobrar los ambientes degradados, se pueden utilizar tres técnicas: 1) la restauración, con el fin de llegar a la condición original del sitio; 2) la rehabilitación, donde se incluyen algunas especies para superar la degradación (con fines ecológicos y económicos) y 3) la recuperación, con fines también ecológicos y económicos.

La restauración ecológica, es la aplicación de acciones que favorezcan la recuperación de un ecosistema alterado, hacia un estado de composición taxonómica, de rasgos estructurales, funciones generales y polígono similar al que guardaba antes del disturbio que lo modificó. (Sánchez et al., 2007). En virtud de que el cambio de uso de suelo de terrenos forestales será mayor a 10 años, es necesario precisar que las actividades de restauración se orientarán básicamente y de manera complementaria a la ejecución de medidas para la mitigación del impacto ambiental.

### **VII.4.1. Estimación de los costos de las actividades de reforestación**

La CONAFOR (2011)<sup>1</sup>, señala que las actividades de mantenimiento están encaminadas a auxiliar la restauración y reforestación con el fin de garantizar una sobrevivencia de la reforestación de al menos el 80%, por lo que el mantenimiento consiste en la reposición de la planta muerta por causas naturales y abunda que, de acuerdo a su experiencia, en trabajos de reforestación se ha determinado que el porcentaje de sobrevivencia de la plantación inicial es del 60%, por lo que la reposición de planta corresponde al 40% de la plantación inicial.

**"Ampliación de Tepetateras"**

Para lograr el éxito de la reforestación del área afectada por motivo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, sin alterar la estructura y capacidad de carga de la MHF, es necesario:

- a) Seleccionar de manera correcta las especies a utilizar, considerando los siguientes criterios:
  - a.1 Que se trate de especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010;
  - a.2 Que tuvieran mayor abundancia, frecuencia e IVI en el área sujeta a cambio de uso del suelo, que en la cuenca hidrológico-forestal; y
  - a.3 Que se hubieran registrado durante los muestreos en el área de CUSTF, más no en la MHF.
- b) Considerar la proporcionalidad de especies en función de la densidad por tipo de vegetación, que cada una de ellas registró durante los muestreos.
- c) Adquirir plántula con las características y calidad necesarias para garantizar su sobrevivencia final, la cual debe de ser del 80% como mínimo, razón por la cual, y en consideración de las recomendaciones de la CONAFOR, estimar un % adicional para reposición de la planta que se pierda por mortalidad natural ocurrida durante el proceso de asentamiento de la reforestación.
- d) Garantizar el porcentaje de reforestación mediante el mantenimiento periódico de las plántulas sembradas; así como el uso adecuado de germoplasma de la mejor calidad genética y fenotípica, un buen sistema de producción de planta y transporte de ésta al sitio a reforestar, realizar la plantación en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie y la aplicación de técnicas silvícolas apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.

Con base en los criterios de selección antes definidos, se identificó lo siguiente, señalado previamente desde el Capítulo VIII de este documento:

Se pondrá en operación un programa de rescate y reubicación de flora que considere las especies susceptibles de ser rescatadas, a partir del conjunto de especies que conforman la vegetación natural del área sujeta a cambio de uso del suelo. Con ello se prevé el rescate y reubicación de flora de 3,500 organismos, equivalentes a 3,500 terrazas individuales.

La cantidad de ejemplares se definió en función de la densidad específica que se registró durante los muestreos efectuados en el área de CUSTF, por tipo de vegetación; es decir, en el área de afectación donde se concentrarán las acciones de reforestación, se conservará la proporcionalidad del tipo de vegetación observado.

La cuantificación de ejemplares a reforestar conserva la estructura de la comunidad forestal encontrada en el CUSTF, a efecto de mitigar la disminución de la diversidad por la remoción de ejemplares de distintas especies, atenuar la pérdida de individuos que alteran la abundancia y, como resultado de ambos, variar su Índice de Valor de Importancia. De acuerdo a lo señalado, tenemos las siguientes densidades a rescatar y reforestar:

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Costos asociados al rescate, reubicación y reforestación**

Concepto	Características	Costo unitario (\$)	Unidad de medida	Costo (\$)
Marcaje de especies	50 Plantas/Jornal	\$ 2,500.00	Jornales/planta	\$ 175,000.00
Rescate / obtención de organismos	50 Plantas/Jornal	\$ 2,500.00	Jornales/planta	\$ 175,000.00
Transporte	50 Plantas/Flete	\$ 2,500.00	Fletes/hectárea	\$ 175,000.00
Carga y descarga	50 Plantas/Jornal	\$ 750.00	Jornales/hectárea	\$ 52,500.00
Costo de planta	25/ planta	\$ 25.00	Planta	\$ 3,500.00
Preparación del Terreno	Limpia y trazo/ 50 cepas	\$ 250.00	Jornales/hectárea	\$ 17,500.00
Plantación	25 Plantas/jornal	\$ 250.00	Jornales/hectárea	\$ 17,500.00
Replantación	25 plantas/jornal	\$ 250.00	Jornales/hectárea	\$ 17,500.00
Costo de planta para replante	25/ planta	\$ 25.00	Planta	\$ 3,500.00
			<b>Total /labor</b>	<b>\$ 637,000.00</b>

Derivado de lo anterior, se estima que el costo de rescate, reubicación y reforestación es de **\$637,000.00 pesos M.N.**

**VII.4.2. Estimación de los costos de la implementación de las obras de conservación de suelo.**

De acuerdo a las características que presenta la superficie propuesta para el cambio de uso del suelo del presente proyecto, para que dicha superficie se revierta en su condición original, se requeriría la aplicación de diferentes obras y trabajos para la conservación, control y recuperación del suelo.

De esta manera, previendo que la ejecución del CUST promueva la erosión del terreno, como escenario 3, previendo que la ejecución del CUST promueva la erosión del terreno, se estimó la erosión total a mitigar. Lo anterior se prevé contrarrestar con la ejecución de obras equivalentes al menos de 3,500 terrazas individuales y 10 zanjas bordo.

La zanja consisten en el afloje, excavación o extracción y remoción de suelo realizado a cielo abierto. La zanja se describe como el conjunto de obras o prácticas mecánicas que se utilizan preferentemente para recuperación de suelos y su conservación.

Esta obra de conservación de suelo tiene como objetivos el de facilitar el establecimiento de plantaciones forestales (especialmente en aquellos con presencia de tepetates); interceptar los escurrimientos para controlar y reducir su velocidad; captar agua, almacenarla y propiciar su infiltración en el suelo, para su uso por los cultivos forestales o las plantas, así como para la recarga de acuíferos; disminuir la erosión del suelo e interceptar sedimentos; formar suelos y mejorar su calidad; y como el de fungir como una pequeña brecha corta fuego que aminore el avance de los incendios.

**"Ampliación de Tepetateras"**

De acuerdo a las obras propuestas, las terrazas individuales fueron contempladas como parte de las cepas del apartado anterior de costos de reforestación, por lo que queda pendiente la estimación del monto de las cinco zanjas bordo, que se estima a continuación.

La construcción de este tipo de zanjas serviría para las actividades de reforestación ya que en los bordos que se formen aguas abajo en cada zanja, se establecería la reforestación de plantas forestales.

**Costos para la Construcción de Zanjas bordo**

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario (\$)	Cantidad Requerida	Costo de la Actividad
Trazo de Curvas a Nivel	Jornal	\$450.00	0.5	\$225.00
Limpia de Terreno	Jornal	\$250.00	0.75	\$187.50
Excavación	Jornal	\$400.00	12	\$4,800.00
Conformación de Bordo	Jornal	\$250.00	4	\$1,000.00
<b>Total</b>				<b>\$6,212.50</b>

El costo promedio de una zanja es de **\$6,212.50 (Seis mil doscientos doce pesos 50/00 M.N.)**, por lo que, el costo promedio por las 10 zanjas es de **\$62,125.00 pesos M.N.**

**VII.4.3. Estimación de los costos de la implementación de las actividades de mantenimiento.**

El mantenimiento a la reforestación y rescate establecida consistiría principalmente en la limpieza y replante de las fallas, así como la rehabilitación de los cajetes, aplicación de riegos de auxilio, deshierbe y el mantenimiento de las obras de conservación de suelos; para esto se consideraría que se requieren jornales para la reposición cercana al 40% de especies. Considerando 14 años para actividades de mantenimiento a valor presente, la inversión total para el mantenimiento de las obras sería de **\$254,800.00 pesos M.N.**; siendo la INVERSION en mantenimiento.

**Inversión en los costos de mantenimiento**

Concepto	Características	Costo unitario (\$)	Unidad de medida	Costo /mantenimiento (40% reposición)
Marcaje de especies	50 Plantas/Jornal	\$ 2,500.00	Jornales/planta	\$ 70,000.00
Rescate / obtención de organismos	50 Plantas/Jornal	\$ 2,500.00	Jornales/planta	\$ 70,000.00
Transporte	50 Plantas/Flete	\$ 2,500.00	Fletes/hectárea	\$ 70,000.00
Carga y descarga	50 Plantas/Jornal	\$ 750.00	Jornales/hectárea	\$ 21,000.00
Costo de planta	25/ planta	\$ 25.00	Planta	\$ 1,400.00
Preparación del Terreno	Limpia y trazo/ 50 cepas	\$ 250.00	Jornales/hectárea	\$ 7,000.00
Plantación	25 Plantas/jornal	\$ 250.00	Jornales/hectárea	\$ 7,000.00
Replantación	25 plantas/jornal	\$ 250.00	Jornales/hectárea	\$ 7,000.00
Costo de planta para replante	25/ planta	\$ 25.00	Planta	\$ 1,400.00
<b>Total /labor</b>				<b>\$ 254,800.00</b>

**"Ampliación de Tepetateras"**

Finalmente, de no ejecutarse el cambio de uso del suelo, para restaurar las áreas y superficies donde se realizará el cambio de uso de suelo, se requeriría una inversión total aproximada de **\$953,925.00 (Novescientos cincuenta y tres mil novecientos veinticinco pesos 00/100 M.N.)** para las obras propuestas derivadas de la ejecución del presente proyecto, sin menoscabo de fianzas o disposiciones normativas que le resulten aplicables, de acuerdo al siguiente resumen:

**Resumen de los costos asociados a las actividades de restauración del proyecto**

Concepto	Monto asociado (\$)	Monto por año (\$)	Tiempo de ejecución
Establecimiento de la reforestación	\$ 637,000.00	\$ 212,333.33	En los 3 años de ejecución del cus
Obras de conservación de suelos	\$ 62,125.00	\$ 20,708.33	En los 3 años de ejecución del cus
Actividades de mantenimiento	\$ 254,800.00	\$ 50,960.00	En los 5 años de supervisión del programa
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 953,925.00</b>	<b>\$ 284,001.67</b>	
Costo estimado /ha	\$ 49,737.74		

## VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

#### Recurso: Atmósfera

Los componentes de la atmósfera que se verán afectados son la calidad del aire, el ruido y las vibraciones, así como la generación de polvo. Para el caso de la calidad del aire, las actividades que mas impactarán adversamente son la operación de equipo de construcción, aunque se considera que estos efectos son parcialmente reversibles y parcialmente controlables y sucederán a corto plazo. Las medidas de mitigación y/o prevención que se tienen contempladas para estos impactos, son el riego de caminos, supresores de polvo, compactación de superficies apoyado por los estudios de caracterización del entorno ambiental, el mantenimiento de la maquinaria y equipo que se destacan más adelante y los cuales tendrán efectos a corto plazo. En cuanto al ruido se consideran que las actividades que más lo impactará son el equipo constructivo principalmente en los trabajos de desmontes, así como la construcción de la vialidad, puentes y obras de apoyo, los cuales son efectos puntuales, a corto plazo y completamente reversibles. Las partículas suspendidas de tipo fugitivas se generarán durante las actividades de desmonte y principalmente durante el tráfico de vehículos dentro y alrededor de las obras.

#### Recurso: Geológico

El arreglo geológico se verá afectado principalmente por las actividades de nivelación, modificando los factores de estructura y profundidad y estabilidad del mismo. Por la naturaleza de las obras, los impactos a este componente natural son de largo plazo, irreversibles y, en el mejor de los casos, parcialmente controlables. No hay medidas de mitigación para estos impactos, pero son muy locales, en los sitios de ampliación del camino. Por el contrario, los impactos positivos más relevantes de la ejecución del proyecto ya que éstos proporcionarían fuentes de empleos, desarrollo de proveedores locales, proveedores de comercio y servicios, desarrollo de infraestructura como vías de comunicación y de transporte.

#### Recurso: Suelos

El suelo será el indicador ambiental que más se verá afectado negativamente por el desarrollo de la obra, la principal afectación será en el uso como suelo forestal, por el desmonte y despalme de terreno cuando sea necesario, previo cambio de uso del suelo del polígono que se requiera. La erosión es otro factor de impacto al suelo que debido a los desmontes y despalmes se propiciará su incremento, pero las obras de control de escurrimientos ayudarán a mitigar estos efectos, obras de control de escurrimientos, así como la reforestación aunque ésta última acción ocurrirá mayormente a largo plazo. La capacidad de filtración para recarga de acuífero sólo en las porciones de ampliación del camino. Parcialmente, estos efectos serán reversibles pues se darán medidas que llevarán a la restauración del suelo y de la cobertura vegetal en las áreas susceptibles de ello.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

Un aspecto no menos importante que los anteriores es el de la deposición del suelo por migración de partículas, la cual podría verse afectado por el inadecuado diseño de las obras de control de escurrimientos, pero su medida será las obras permanentes de control de drenaje que se construirán durante la operación.

### **Recurso: Hidrología superficial y subterránea**

Los impactos adversos se darán mayormente en el patrón de drenaje, variación de flujo y calidad principalmente por el desmonte en los sitios naturales de la ampliación del camino, los cortes, rellenos y compactación, durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Para el agua superficial los impactos adversos importantes son en el drenaje y estará ocasionado principalmente por la construcción del puente peatonal y vehicular durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

### **Recurso: Tipos de vegetación y flora**

Otro aspecto del medio natural que será afectado es la flora por los cambios en las condiciones de hábitat y la eliminación de la cobertura vegetal previo cambio de uso del suelo. Otro aspecto del medio natural que será afectado es la cubierta vegetal, las barreras arbóreas y la captación de CO<sup>2</sup>, los efectos adversos serán a corto plazo, y los efectos benéficos serán a largo plazo. En este mismo indicador las especies de interés comercial al igual que las de interés para la investigación se verán afectadas por los desmontes y despalmes en los sitios aún naturales del camino, pero se espera una recuperación de estas durante el rescate de las mismas.

El rescate del suelo para utilizarlo en actividades de restauración será una de las medidas más importantes para mitigar el impacto del proyecto en la cobertura vegetal. Como una actividad paralela compensatoria al impacto derivado por la remoción de la cubierta vegetal, son los esfuerzos ejecutados por CONAFOR utilizando los recursos económicos derivados de los pagos de compensación ambiental.

### **Recurso: Fauna silvestre**

Se consideraron los grupos taxonómicos de vertebrados que pudieran sufrir impactos adversos o benéficos por las acciones que implica este proyecto. Se considera que todos los grupos se verán afectados por los desmontes y despalmes en la pérdida de hábitat local. Algo que se espera sea beneficios para la fauna es el rescate y reubicación de las especies protegidas.

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Recurso: Paisaje**

El paisaje será impactado en primera instancia por los desmontes y despalmes, después ambos componentes (relieve y paisaje) se afectarán por los cortes y rellenos, aunque todos estos impactos podrían ser parcialmente reversibles a largo plazo mediante la restauración y reforestación del lugar. Sin embargo, la magnitud de estas afectaciones no se considera grave toda vez que en cuanto a visibilidad, el proyecto no presenta un factor significativo para el paisaje, debido a que existe compatibilidad con los usos vecinos. Respecto a calidad paisajística, no existen en el área singularidades o elementos naturales de carácter sobresaliente que permitan categorizarla en forma especial.

Finalmente, en calidad visual, se considera que ésta es baja toda vez que en el transcurso de este trabajo no se identificaron procesos que, por su intensidad o extensión, estén impactando negativamente al paisaje y, al mismo tiempo, previniendo la absorción y recuperación de dichos impactos, donde se considera que existe una capacidad de moderada a buena para absorber los impactos que causarán las actividades.

**Recurso: Aspectos socioeconómicos**

Como en cualquier proyecto productivo, la socioeconomía de la región es el principal indicador que se ve impactado benéficamente, esto dado principalmente por la contratación de personal, que genera empleos del tipo directo e indirecto. En cuanto a los servicios e infraestructura, las acciones que impactarán será la misma vialidad. El proyecto a su vez, promueve fuentes de empleos, desarrollo de proveedores locales, proveedores de comercio y servicios, desarrollo de infraestructura como vías de comunicación y de transporte. Otros aspectos importantes son la calidad de vida y salud de los trabajadores y las comunidades vecinas, se considera que estos componentes no se verán afectados adversamente, por el contrario, las acciones de responsabilidad social ejercidas por la empresa en beneficio de salud y mejora a las comunidades cercanas a sus operaciones son benéficas.

**VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación**

**Recurso: Atmósfera**

Las medidas de mitigación y/o prevención que se tienen contempladas para estos impactos, son el riego de caminos, supresores de polvo, compactación de superficies apoyado por los estudios de caracterización del entorno ambiental, el mantenimiento de la maquinaria y equipo los cuales tendrán efectos a corto plazo.

Durante la preparación del sitio, en todos los casos se procurará remover el suelo de manera ordenada y cuidadosa, para evitar desprendimientos de partículas que puedan incorporarse a la atmósfera. Cuando se presenten vientos cuya intensidad y dirección ocasionen tolvaneras y en general produzcan la remoción y dispersión de polvos, se tomará como prioridad la suspensión de los trabajos de preparación del terreno, y sólo se reanudarán, hasta que este tipo de condición meteorológica se haya normalizado.



**"Ampliación de Tepetateras"**

Se establece que la ubicación de los bancos de tiro, sean utilizadas áreas que de alguna u otra forma exista un grado de perturbación o que ya se le hubiese utilizado con el mismo fin (autorizadas por el municipio), evitando la apertura de nuevos sitios. Los residuos sólidos que lleguen a resultar se dispondrán en el lugar y forma que especifiquen las autoridades municipales.

Durante la etapa constructiva, los residuos sólidos que genere el personal de campo se depositarán en cajas de cartón o bolsas de plástico, para después trasladarlos al basurero municipal. Se harán revisiones periódicas a la maquinaria y a las camionetas de carga, y equipo, para detectar a tiempo indicios de derrames de aceites que puedan ocasionar la contaminación del suelo. La afinación (cambio de aceite, filtro y bujías) de la maquinaria y de las camionetas de carga, y equipo, se llevará a cabo en los talleres de la ciudad, para evitar la contaminación del lugar. En todos los casos, el suministro del combustible hacia la maquinaria se realizará en la estación de servicio más próxima al sitio del proyecto, a fin de prevenir la contaminación del suelo en el terreno proyectado. Durante la aplicación de combustibles a equipo menor en el Sistema Ambiental (SA) del proyecto, se utilizará una conexión (manguera, embudo), que permita un flujo adecuado del combustible desde el recipiente de almacenamiento hasta el depósito del equipo, tratando de minimizar los derrames. Los depósitos tendrán tapas o tapones, que permitan un cierre hermético, a fin de evitar un derrame durante el manejo y abastecimiento del combustible. Relacionado con la medida anterior, en el espacio o lugar específico donde se realice el suministro de combustible hacia el equipo menor, se colocará una base que impida el contacto del combustible con el suelo, para en caso de posibles derrames accidentales. Los residuos sólidos que se generen como padecería de cartón, concreto, madera, estructuras metálicas, varilla, alambre, cajas de cartón, etc., serán reutilizados por los trabajadores y el resto se llevará al basurero municipal. Finalmente, los residuos sólidos que contengan restos de materiales peligrosos (envases de pinturas y solventes), se remitirán al servicio de una empresa particular especializada y autorizada.

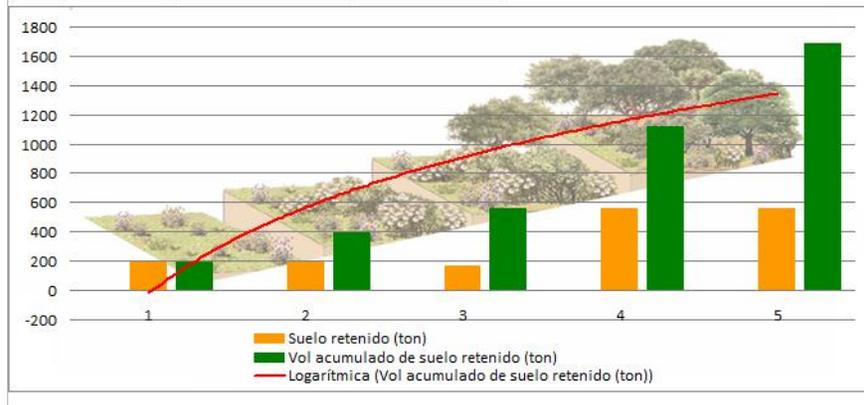
Se prevé la ejecución de 3,500 terrazas individuales con el potencial de retención total de 942.870 ton de suelo, así como la construcción de 10 zanjas bordo con una retención acumulada de 258.300 ton, que totalizan una retención de 1,201.170 ton de suelo durante 3 años, alcanzándose a revertir el proceso potencialmente erosivo desde el primer año con una retención por encima de la afectación para generar un residual positivo de 1,083.010 ton de retención de suelo adicional. Más adelante, en las medidas de mitigación se presenta el detalle de dichas obras.

**Estimación de erosión resultante con la aplicación de medidas de mitigación.**

Erosión		Erosión a mitigar por clase	Escenario 3		
			Total a mitigar	Mitigación /Obras (ton)	Residual (ton)
Hídrica	Erosión/Ha	116.242	118.160	1201.170	1083.010
	Erosión/CUSTF				
Eólica	Erosión/Ha	1.918	118.160	1201.170	1083.010
	Erosión/CUSTF				

**"Ampliación de Tepetateras"**

Año	Suelo retenido (ton)	Vol acumulado de suelo retenido (ton)	Cobertura forestal (%)	Terrazas individuales por año	Zanjas bordo por año
1	404.27	404.27	>75	1500.0	4
2	404.08	808.35	>75	1500.0	3
3	135.08	943.42	>75	500.0	3
4		943.42	>75		
5		943.42	>75		



**Representación del comportamiento para revertir la pérdida potencial de suelo por erosión.**

**Recurso: Hidrología superficial y subterránea**

La cantidad de agua a utilizar para la preparación del terreno, será la estrictamente necesaria. Se vigilará que los depósitos o tanques de las pipas o camiones cisterna no posean orificios que originen fugas de agua durante el transporte de la misma. Así mismo, el proyecto deberá apearse a las demandas reales de agua para el diseño de tuberías de diámetros aceptables, en coordinación con el organismo operador del servicio. No se deberá descargar aguas residuales que excedan los límites previstos por la NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes de las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Para el diseño del sistema de drenaje se deberá tomar las cotas de escurrimiento superficial natural del terreno del proyecto. Es recomendable tomar las precauciones necesarias en el reforzamiento de la red de drenaje aguas abajo del área a construir. Se prevé que con la ejecución del proyecto y el consecuente desmonte, el escurrimiento de agua se incremente y por lo tanto se reduce la infiltración a -175.71 m<sup>3</sup>/año. Esta superficie del proyecto sólo será afectada temporalmente y es en la misma donde se realzarán las actividades de reforestación y obras de conservación de suelo las cuales tienen como finalidad disminuir al 0% o incluso tener ganancia de infiltración de acuerdo a las medidas de mitigación que se presentan más adelante.

Debido a lo anterior, se prevé la ejecución de 3,500 terrazas individuales con un potencial de infiltración total de 673.40 m<sup>3</sup>, así como de 10 zanjas bordo que promueven 180 m<sup>3</sup> de infiltración anual. En total, estas obras permiten 853.400 m<sup>3</sup> de incremento en la infiltración, cubriéndose el déficit promovido por el desmonte requerido en el proyecto (19.1791 ha) del predio CUSTF y permitiendo un incremento de la infiltración de 14.777 m<sup>3</sup>/año adicionales, como residual positivo.

**"Ampliación de Tepetateras"**

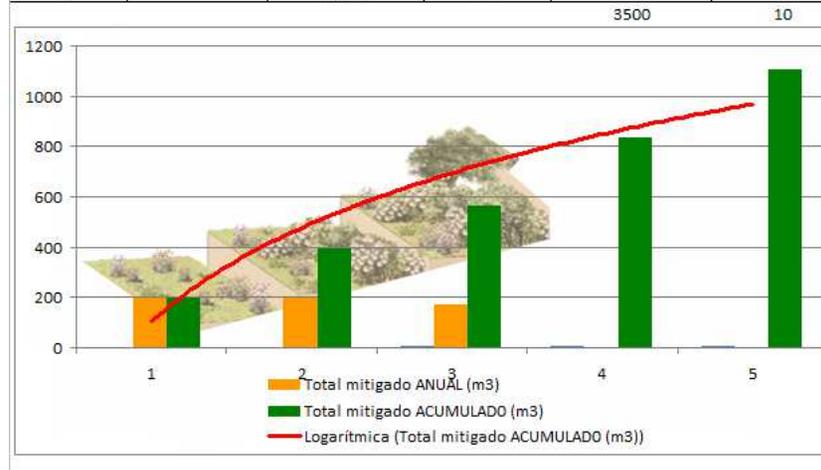
**Balance de la variable infiltración para revertir la pérdida por escurrimiento, dentro del balance hídrico del proyecto.**

Variable	Año de ejecución	Sin CUSTF (m3)	Con CUSTF (m3)	Volumen a mitigar (m3)	Reforestación (m3)	Captación zanjas bordo (m3)	Total mitigado ANUAL (m3)	Total mitigado ACUMULADO (m3)	Residual positivo (m3)
Infiltración	1	662.910	- 175.714	838.623	288.60	72.00	360.600	360.600	14.777
	2				288.60	54.00	342.600	703.200	
	3				96.20	54.00	150.200	853.400	
					673.40	180.00			

Sin embargo, el predio no estará expuesto, ni ocurrirá el desmonte en un solo momento, ya que ocurrirá su ocupación por el uso propuesto en apego al plan de trabajo del proyecto de 36 meses para la ejecución del CUSTF, además que se contemplan obras de control que revierten la afectación potencial.

Esto se obtiene al tercer año de ejecución del CUSTF de acuerdo a la siguiente tabla:

AÑO	Total mitigado ANUAL (m3)	Total mitigado ACUMULADO (m3)	Cobertura forestal (%)	Terrazas individuales por año	Zanjas bordo por año
1	360.60	360.60	>75	1500	4
2	342.60	703.20	>75	1500	3
3	150.20	853.40	>75	500	3
4		853.40	>75		
5		853.40	>75		



**Representación del comportamiento de la mitigación de pérdida de infiltración para el proyecto.**

**"Ampliación de Tepetateras"**

**Recurso: Tipos de vegetación y flora**

En la etapa de preparación del sitio y construcción, aunque la reducción de la vegetación en éste caso no es de consideración. Cabe hacer la aclaración que el impacto sucederá en la etapa de preparación del sitio, pero la medida será aplicada durante la etapa de construcción. La vegetación será afectada en la etapa de preparación y construcción de la obra, puesto que se llevan a cabo desmontes que afectan a la vegetación nativa establecida. Como medida de mitigación a tales problemas se realizará dichos desmontes restringiéndose a las áreas estrictamente necesarias. De igual manera, previo al desmonte algunos ejemplares serán trasplantados ya que representan especies con alto valor estético.

Se prevén los programas de rescate y reubicación de especies, apoyados en la reforestación de algunos ejemplares que pueden proveer de viveros locales o de la producción interna a futuro.

Debido a que no existen especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se prevé el rescate, reubicación y reforestación de 3,500 ejemplares de los estratos arbóreo, arbustivo y de cactáceas. De este total, la reforestación involucra una proporción de ejemplares considerando la abundancia total de las especies involucradas.

En total, se trata de 3,500 organismos (considerado como el mismo número de terrazas individuales), con una supervivencia prevista del 80%. Dichos programas están previstos durante tres años, en apego al plan de trabajo de ejecución del CUSTF, contemplando el rescate, reubicación y reforestación de valores equivalentes por año.

**Densidad de rescate, reubicación y reforestación prevista para el proyecto.**

Estrato	No. Especies	n (1 Ha)	Abundancia absoluta	Organismos sujetos a rescate y reubicación de especies (No.)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	Organismos sujetos a reforestación (No.)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Arbol	7	89	1,707	0	0	0	0	470	470	0	0
Arbusto	30	234	4,488	880	540	340	0	1050	0	710	340
Cactácea	2	29	556	1100	200	200	150	0	0	0	0
	39	352	6,751	1980	740	540	150	1520	470	710	340
3500											

**Recurso: Fauna silvestre**

Para todas las etapas del proyecto, el personal de campo se abstendrá de capturar o cazar este tipo de animales silvestres por lo que el supervisor de la obra vigilará en todo momento que ésta medida sea considerada por los trabajadores.

Con anterioridad a las actividades de desmonte se ahuyentará la fauna existente y se reubicarán los nidos de especies protegidas, en el caso de encontrarse. El desmonte se llevará a cabo en forma unidireccional exclusivamente en el espacio necesario para la construcción, disminuyendo con ello, la afectación a la fauna.

Quedará estipulado que todos los empleados y contratistas tienen prohibida la recolección, captura y caza de especies de fauna silvestres, tanto en el área del proyecto como en los alrededores.

---

**"Ampliación de Tepetateras"**

Previo al desmonte, se establecerán brigadas en el área destinada al cambio del uso del suelo, con el propósito de recorrer el sitio, promoviendo en primera instancia, el libre desplazamiento de la fauna silvestre que habite en dicha porción del predio.

Como segundo paso, para el caso de las especies de lento desplazamiento, éstas podrán ser reubicadas a sitios inmediatos al predio con las características de hábitat equivalente, que permita su supervivencia. Lo anterior en apego al Programa de Protección de Fauna que se propone para el proyecto.

### **Recurso: Paisaje**

Durante la preparación del sitio y construcción, uno de los aspectos que más se afectarán negativamente es sin duda las cualidades estéticas, los efectos sobre este indicador son la mayoría a corto plazo, irreversible e incontrolable. Los componentes que más se verán afectados son el relieve y el paisaje. Una vez terminados los trabajos se procederá a estabilizar las áreas que no serán usadas para construcción de otras obras; rehabilitando el sitio y reforestando con especies nativas, hasta donde sea posible, toda la zona afectada.

### **Recurso: Aspectos socioeconómicos**

Como en cualquier proyecto productivo, la socioeconomía de la región es el principal indicador que se ve impactado benéficamente, esto dado principalmente por la contratación de personal, que genera empleos del tipo directo e indirecto.

En particular los acuerdos con los propietarios del terreno favorecen la tenencia de la tierra y la economía regional. En cuanto a los servicios e infraestructura, las acciones que impactarán son la rehabilitación de caminos existentes, el suministro de servicio, los cuales serán a corto plazo y directos, donde los efectos se consideran serán a largo plazo, de manera indirecta para utilidad de la comunidad. El proyecto a su vez, promueve fuentes de empleos, desarrollo de proveedores locales, proveedores de comercio y servicios, desarrollo de infraestructura como vías de comunicación y de transporte.

En la preparación del sitio, el personal de campo portará el equipo de trabajo y protección (cascos, guantes, lentes, botas o zapatos de campo). El supervisor de los trabajos verificará que el personal de obra no incurra en prácticas que por descuido o negligencia pueda ocasionar un accidente. De igual manera en la construcción, el supervisor de los trabajos verificará que los trabajadores no incurran en prácticas que por descuido o negligencia puedan ocasionar un accidente. Se evitarán las condiciones antihigiénicas y proliferación de enfermedades y se dispondrán sanitarios fijos y agua suficiente para el lavado de manos y alimentos, por parte del personal de la obra. Aunado a lo anterior, se tendrá control de la basura que sea producida y ésta en ningún caso se mantendrá por largo tiempo en el Sistema Ambiental (SA) proyectado.

## VIII.4 Pronóstico ambiental

Tomando esto como base, se puede llevar a cabo el diseño del proyecto y comenzar la construcción, utilizando técnicas adecuadas según los fines planteados en el diseño. Como se ha mencionado se espera una afectación sobre la vegetación, sin embargo es importante señalar que esta será moderada debido a que se implementarán acciones encaminadas a la mitigación y compensación de los impactos ambientales.

Con base en los estudios de caracterización del sistema ambiental se intenta formar un panorama de las condiciones actuales, basado en los estudios de línea base, que prevalecen en los diferentes componentes del ambiente en el área del proyecto, lo que se sintetiza en el diagnóstico del Capítulo IV de este documento.

A partir de esto y con el conocimiento de las obras que se pretenden desarrollar mostradas en el Capítulo II previo, se intenta describir el escenario modificado una vez que se inserten las obras y se explica cómo serán amortiguados los cambios mediante medidas de prevención, mitigación y medidas compensatorias.

Con base en el trabajo de campo del proyecto, se identifica que las condiciones actuales del proyecto presentan un grado de conservación aceptable dado que no se realizan aprovechamientos forestales.

Cabe destacar que en el área de estudio, ninguno de los aspectos del sistema ambiental que han sido analizados y descritos en el presente trabajo posee características o cualidades que permitan considerarlos como singulares o raros. El tipo climático, el arreglo geológico, el conjunto fisiográfico, los tipos y asociaciones de suelos, la cuenca, los patrones de drenaje y disponibilidad de agua, la flora y fauna, así como los elementos socioeconómicos son compartidos a nivel regional.

Como resultado del análisis ambiental efectuado en el capítulo IV y habiendo aplicado las medidas correctivas y de mitigación de los impactos ambientales identificados, se realiza la proyección del escenario modificado por las actividades de ampliación de tepetateras.

La ejecución y puesta en marcha del proyecto, es considerada como una obra de carácter social de alto impacto positivo sobre el desarrollo socioeconómico de las poblaciones que se ubican en esta región sur del municipio de Choix, Sinaloa, al facilitar el desplazamiento hacia el proyecto, el cual una vez que entre en operación dicho proyecto generara empleos para los ciudadanos del municipio.

Los predios que serán afectados por el proyecto cuentan con uso forestal sin embargo han sido sometidos a la ganadería extensiva que en un momento aprovecharon los recursos disponibles y modificaron las condiciones originales de la vegetación existente, por lo que el cambio de uso del suelo no tenía repercusiones considerables, toda vez que se trata de áreas con poca densidad en cuanto a cobertura vegetal y se encuentran muy impactadas.

No se contemplan alteraciones mayores a las previstas en el documento toda vez que no se afectan corrientes hidrológicas superficiales o subterráneas importantes; al incluir dentro del diseño del proyecto, la construcción puente peatonal y vehicular está encaminada a no obstruir el escurrimiento, respetando la dirección actual del flujo.

### **"Ampliación de Tepetateras"**

No se alteran áreas que presenten la mejor composición de especies vegetales y animales a las prevalecientes en la zona y no se consideran daños adversos e impactos potenciales a la estabilidad del suelo, tomando en cuenta que se trata de una composición mayormente rocosa y de suelos estables, así mismo la altura de los taludes de corte no es considerable para que existan desbordamientos.

El proyecto será dirigido y ejecutado por el contratista que cuente con la maquinaria especializada requerida para cada actividad, reduciendo considerablemente los impactos ambientales adicionales, asimismo el promovente cuenta con personal con capacidad técnica que permita vigilar y supervisar las obras.

El paisaje tendrá una modificación por la ampliación del camino y puentes peatonal y vehicular de acceso, mientras que la calidad visual se mantendrá aún después de ejecutado el proyecto, dado que no se prevé la construcción de infraestructuras elevadas que impidan la visión y se evitará la generación de polvo que actualmente existe por el tránsito vehicular.

La dinámica natural de las comunidades de fauna que existen actualmente en la zona del proyecto, no se verá afectada de manera considerable, debido a que el camino actual de terracería se encuentra bajo funcionamiento, por lo que los ejemplares que se distribuyen en esa zona ya se han adaptado a su presencia, partiendo del hecho que las especies que habitan en esos predios cuentan con gran capacidad adaptativa a los disturbios y presencia humana.

Los impactos que serán generados tienen un grado de acción sobre cada uno de los componentes del ecosistema como se muestra en la tabla presentada para la evaluación de la calidad ambiental. La aplicación de las acciones de mitigación contempladas en la ejecución del proyecto ayudará en la reducción de algunos de estos impactos.

Se estima que las medidas preventivas y correctivas propuestas son suficientes y adecuadas para disminuir, resarcir o atenuar los impactos ambientales negativos, de tal manera que se mantenga, a nivel de microcuenca, la cantidad y calidad de los servicios ambientales. La actividad adicional prevista como la reforestación en un área fuera del sitio del proyecto, tiene relevancia en la reducción aún más específica sobre los factores mayormente afectados.

Por lo tanto, se observa un escenario modificado pero que armoniza con su entorno, en el cual no se generan más residuos que los indispensables y que busca en todo momento mantener la simbiosis en el ecosistema, respetando los componentes ambientales, no se prevén construcciones adicionales que las previstas en las obras proyectadas.

## **VIII.5. Programa de manejo ambiental**

Tomando como base la normatividad aplicable, se diseñará un programa de monitoreo ambiental que tendrá como propósito dar seguimiento y cumplimiento a todas las medidas ambientales propuestas y requeridas durante las fases del desarrollo del proyecto.

Se establecen en este programa las acciones de monitoreo y vigilancia, su periodicidad, los procedimientos de supervisión que permitan determinar si las medidas aplicadas son suficientes o se requiere de hacer correcciones o ajustes a las mismas.

**"Ampliación de Tepetateras"**

En la siguiente tabla se muestran las acciones de monitoreo propuestas para el proyecto

**Monitoreo de recursos físicos y biológicos**

Variable	Referencia	Normatividad aplicable	Puntos de monitoreo
Calidad de agua superficial	De acuerdo a los criterios de calidad según los usos de cuerpos de agua	CE-CCA-001/89	Sitios de muestreo de agua superficial, aguas abajo del proyecto
Caracterización de residuos	Comparativa con la NOM aplicable si los residuos clasifican como peligrosos	NOM-157-SEMARNAT-2009	A todos los residuos que se generen en la operación, cuando se requiera, previo a establecer planes de manejo de residuos
Ruido ambiental	Decibeles	NOM-081-SEMARNAT-1994	Proyectar el monitoreo para establecer estrategias de regulación de ruido, de ser necesarios.
Generación y naturaleza de Residuos	Bitácora de generación de residuos	Reglamento de la Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos	Permanente.
Registro de rescate de especies de flora y producción de plantas	Porcentaje de sobrevivencia	Cumplimiento a condicionantes de SEMARNAT	Durante la preparación del sitio y cada vez que se realicen rescates en apego al programa de avance de obras.
Registro de indicadores del estado de conservación del recurso flora	Parámetros poblacionales como: densidad, cobertura, biomasa forestal, etc	Información que soportará los programas de restauración	Se recomienda periodicidad semestral durante la construcción
Observaciones del estado de la fauna silvestre	Observaciones de ausencia/presencia de fauna (aves, mamíferos, etc.).	Información que soportará los programas de restauración	Se recomienda periodicidad semestral durante la construcción

El programa de vigilancia ambiental se basa en la verificación de los avances, de las medidas de mitigación de impactos ambientales y tiene como objetivos:

- Establecer la metodología para la evaluación de las medidas precautorias y de mitigación de los posibles impactos originados por el proyecto en cada una de sus actividades, designando los parámetros de evaluación y los periodos en que se han de efectuar las mismas.
- Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas en este documento a través de procedimientos seguros de trabajo (PST) de cada actividad.
- Verificar los estándares de calidad de los materiales y procesos empleados.
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctivas establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, se establecerán las causas y las medidas adecuadas.

### **"Ampliación de Tepetateras"**

- Detectar impactos no previstos en el estudio de impacto ambiental y prever las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Es una fuente de datos importante para mejorar el contenido de futuros estudios de impacto ambiental, pues permiten evaluar hasta qué punto las predicciones efectuadas son correctas.
- Informar al promovente sobre los aspectos, objeto de vigilancia y ofrecerle un método sistemático, lo más sencillo y económico posible para realizar la vigilancia de una forma eficaz.
- Describir el tipo de informes, la frecuencia y periodo de su emisión que deban remitirse a la autoridad correspondiente.

El período durante el cual tendrá eficacia el programa de verificación ambiental será antes, durante y después de la puesta en marcha del proyecto, durante el desarrollo de las actividades preventivas y de mitigación de impactos ambientales. Las evaluaciones de lo previsto se efectuarán al inicio de las actividades de preparación del sitio y de manera continua a lo largo del proyecto hasta su conclusión y uno año posterior a su puesta en marcha.

## **VIII.6 Seguimiento y control**

Con base en la naturaleza del proyecto, este apartado se ocupa principalmente de los espacios públicos y de las operaciones requeridas para la conservación y mantenimiento de las mejores condiciones de transporte, evitar disfunciones en la prestación de servicios públicos y evitar también, contaminación o deterioro de los componentes ambientales y en su caso, contribuir al mejoramiento ambiental de las inmediaciones del proyecto.

Entre los posibles accidentes que pueden ocurrir están los volcamientos y colisiones de automóviles, sobre esto se tiene la ventaja de que la infraestructura vial ha sido planteada de tal manera que haya funcionalidad en el tránsito vehicular, específicamente las adecuadas dimensiones, asimismo la colocación de señalamientos de tránsito que favorecen un orden en el flujo vehicular.

### Responsable del seguimiento

El cumplimiento, control y seguimiento, de las medidas son responsabilidad del promovente y el contratista, quienes lo ejecutarán con personal propio o mediante asistencia técnica. Se contará con la asesoría de un prestador de servicios técnicos y se invitará a las autoridades competentes a realizar visitas de inspección durante y al término de los trabajos.

### Metodología del seguimiento

La realización del seguimiento se basa en la formulación de indicadores, que proporcionen la forma de estimar de manera cuantificada y simple la realización de las medidas previstas y sus resultados. Se podrán emplear:

### **"Ampliación de Tepetateras"**

- Indicadores de realización, que miden la aplicación y ejecución efectiva de las medidas correctoras.
- Indicadores de eficacia, que miden los resultados obtenidos con la aplicación de la medida correctora correspondiente.
- De los valores tomados por estos indicadores se deducirá o no la necesidad de aplicar medidas correctoras de carácter complementario.

Previo a la ejecución de la obra, se mencionan las condicionantes en materia de impacto ambiental a las que deban ponérseles atención antes, durante y después del proyecto y demás descritas en el presente documento.

#### Retroalimentación de resultados

Se efectuaron evaluaciones permanentes con las metodologías de seguimiento, que mejor representen la comparación entre el escenario modificado antes y después de aplicar las medidas correctoras, los resultados se darán a conocer en los informes enviados a la Secretaría.

El impacto social que genera el proyecto es considerado positivo, tomando en cuenta que se contribuye con el desarrollo social de las comunidades que se ubican en su zona de influencia.

El cambio de uso del suelo produce un impacto ambiental considerado como irreversible, sin embargo, para el caso especial de este proyecto, el impacto se distribuye sólo en los tramos naturales y es minimizado notablemente al proponer un método que permite hacer eficiente el uso del material de corte. Con la construcción del vado se favorece la disminución de impactos sobre el factor hídrico, a la par de hacer transitable el camino todo el año. Ciertamente, el desarrollo del proyecto genera un impacto ambiental negativo sobre el ecosistema, sin embargo, este no es tan grave al tratarse de una ampliación de un camino existente.

Como se dio a conocer en el presente documento, las condiciones ambientales de los predios ubicados en las zonas de ampliación serán modificadas negativamente en mayor o menor grado según sea el componente ambiental del que estemos hablando; una vez ejecutado el proyecto pero se cuenta con la anuencia de ocupación.

La metodología empleada en la evaluación del estado ambiental representan las valoraciones del impacto, resultado de un proceso reflexivo, pero a la vez dinámico donde se incluyen los efectos benéficos de las medidas de mitigación. La aplicación de estas medidas de mitigación, generarán beneficios positivos a los factores mayormente afectados, y el programa de vigilancia ambiental ayudará a la correcta ejecución de dichas medidas y poder corregirlas o modificarlas si los resultados esperados no son satisfactorios.

Finalmente, debe tomarse en cuenta que la ejecución de este tipo de proyecto es trascendental en el desarrollo social de los pueblos y comunidades.

## **IX. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES**

### **IX.1 Presentación de la información**

#### **IX.1.1 Cartografía**

Se presentan en el desarrollo del documento.

#### **IX.1.2 Fotografías**

Se presentan en el desarrollo del documento.

#### **IX.1.3 Videos**

No se incluye.

### **IX.2 Otros anexos**

Se presenta la relación al inicio del documento.

---