



## I. Nombre del área que clasifica.

Oficina de Representación en el Estado de Durango

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

SEMARNAT 04 002 A Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular tipo A No incluye Actividad Altamente Riesgosa. 10/MP-0134/05/25

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

RFC Particular, CURP Particular y Monto de la inversión. Páginas: 2, 3, 8.

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

La información señalada se clasifica como confidencial con fundamento en los artículos 113 fracciones I y II de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP, por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable, así como de datos bancarios, cuya titularidad corresponde a particulares, sujetos de derecho internacional o a sujetos obligados que no involucran el ejercicio de recursos públicos.

## V. Firma del titular del área.

Dr. Marco Antonio Avila Chávez

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

ACTA\_15\_2025\_SIPOT\_2T\_2025\_ART 67\_FVI en sesión celebrada el 11 de julio de 2025.

Disponible para su consulta en:

[http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXVII/2025/SIPOT/ACTA\\_15\\_2025\\_SIPOT\\_2T\\_2025\\_ART67\\_FVI.pdf](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXVII/2025/SIPOT/ACTA_15_2025_SIPOT_2T_2025_ART67_FVI.pdf)

# **MINA LAS CORONITAS**

---

---

## **MANIFIESTO AL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR**

---

---

**PROYECTO: Explotación de recursos minerales metálicos en  
Metates, Tepehuanes, Durango**

**SECTOR:** Cambio de Uso de Suelo

**DURANGO, DGO.**

**MAYO DE 2025**

**ASUNTO:** Se solicita resolución en Materia de Impacto Ambiental del proyecto: **Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango**

Victoria de Durango, Dgo.  
12 de mayo de 2025

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

**P R E S E N T E**

Adjunto al presente enviamos a Usted la documentación para solicitar la autorización en materia de Impacto Ambiental del proyecto: **EXPLORACIÓN DE RECURSOS MINERALES METÁLICOS EN METATES, TEPEHUANES, DURANGO**, con fundamento en los artículos 4; 5 fracciones II, X, y XI; 15 fracciones II, IV, VI, XI y XII; 28 primer párrafo y fracción VII; 30 primer párrafo; 34 primer párrafo y 35 primer, segundo y último párrafo de la fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Así mismo, en cumplimiento a los artículos 2; 3 fracción I Ter; 4 fracciones I VI y VII; 5 incisos K) fracción III y O) fracción II; 12; 14; 17; 37; 38; 44; 45; 48 y 49 del reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Por lo anterior, anexamos al presente la documentación siguiente.

- ✓ Copia certificada del acta constitutiva del Promovente y el poder de su representante legal.
- ✓ Copia simple de la identificación oficial del representante legal y del RFC de la Promovente.
- ✓ Copia del acta de asamblea donde se otorga la anuencia por parte de los titulares del terreno donde se realizará el CUSTF.
- ✓ Copia simple de la acreditación como autoridades ejidales (acta de elección de autoridades).
- ✓ Acreditación de la propiedad
- ✓ 1 tanto del Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad Particular impreso y en formato digital.
- ✓ Original y copias del pago de derechos fiscales.
- ✓ Un resumen ejecutivo impreso y en formato digital.

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

**ATENTAMENTE**

---

**Lic. María Nancy Corral Rodríguez**  
Representante legal de la empresa

Victoria de Durango, Dgo.  
12 de mayo de 2025

**Dr. Marco Antonio Ávila Chávez**  
Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial  
Delegación Federal de SEMARNAT en Durango  
**P R E S E N T**

Por medio de la presente declaro bajo protesta de decir verdad, que los resultados que se obtuvieron en el **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR (MIAP)** del proyecto: **EXPLORACIÓN DE RECURSOS MINERALES METÁLICOS EN METATES, TEPEHUANES, DURANGO.**, fue a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, así mismo las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales adversos sugeridas son las más efectivas para mantener el equilibrio ecológico en los ecosistemas del área de influencia ambiental.

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

#### **PROTESTO LO NECESARIO**

---

**M.C. Sacramento Corral Rivas**  
Responsable de la elaboración del MIAP

## CONTENIDO

<b>I. INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>I.1. Proyecto.....</b>	<b>1</b>
I.1.1. Nombre .....	1
I.1.2. Ubicación .....	1
I.1.3. Tiempo de vida útil .....	2
I.1.4. Presentación de la documentación legal .....	2
<b>I.2. Promovente .....</b>	<b>2</b>
I.2.1. Nombre o razón social .....	2
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes .....	2
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal .....	2
I.2.4. Dirección para recibir u oír notificaciones .....	2
<b>I.3. Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental .....</b>	<b>3</b>
I.3.1. Nombre o razón social .....	3
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes y CURP .....	3
I.3.3. Dirección .....	3
I.3.4. Profesión y número de cedula profesional .....	3
<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
<b>II.1. Información general .....</b>	<b>3</b>
II.1.1. Naturaleza .....	3
II.1.1.1. Objetivos .....	4
II.1.1.2. Uso de suelo .....	4
II.1.2. Criterio de ordenamiento ecológico del territorio.....	4
II.1.3. Tipificación de la obra .....	5
II.1.4. Selección del sitio .....	5
II.1.5. Ubicación física y planos de localización .....	5
II.1.5.1. Tipo de propiedad .....	6
II.1.6. Inversión requerida .....	7
II.1.6.1. Capital requerido .....	7
II.1.6.2. Período de recuperación .....	8
II.1.6.3. Costos para realizar las medidas de prevención y mitigación .....	9
II.1.7. Dimensiones .....	9
II.1.7.1. Superficie total .....	9
II.1.7.1.1. Superficie de CUSTF .....	9
II.1.7.2. Superficie de obras permanentes .....	9
II.1.8. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua .....	9
II.1.9. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos .....	11
II.1.9.1. Políticas de crecimiento futuro .....	12
<b>II.2. Características particulares .....</b>	<b>13</b>
II.2.1. Programa general de trabajo .....	13
II.2.1.1. Estudios de campo y gabinete .....	15
II.2.1.1.1. Vegetación que resultara afectada por el CUSTF .....	15
II.2.1.2. Preparación de sitio .....	17
II.2.1.2.1. Limpieza y delimitación de los sitios a ocupar por la infraestructura minera .....	17
II.2.1.2.3. Acondicionamiento de las bocaminas .....	17
II.2.1.1. Maquinaria y equipo que utilizar .....	17
II.2.1.1. Habilidadación del campamento .....	18
II.2.2. Construcción de obras mineras .....	19
II.2.2.1. Infraestructura minera .....	19

II.2.2.2.	Polvorines .....	20
II.2.2.3.	Robbins .....	21
II.2.3.	Construcción de obras asociadas y/o provisionales.....	23
II.2.4.	Operación y mantenimiento .....	24
II.2.4.1.	Desarrollo de obras mineras subterráneas .....	24
II.2.4.2.	Minado .....	25
II.2.4.3.	Acarreo de mineral .....	27
II.2.4.4.	Mantenimiento de la maquinaria y equipo .....	27
II.2.4.5.	Tipo de servicio que se brindará en las instalaciones .....	27
II.2.4.6.	Tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos .....	28
II.2.4.7.	Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, etc. ....	28
II.2.5.	Abandono de sitio .....	29
II.2.5.1.	Retiro de la infraestructura .....	29
II.2.5.2.	Cierre de las obras mineras subterráneas .....	29
II.2.5.3.	Destino de las áreas ocupadas .....	30
II.2.5.4.	Programa de restauración.....	30
II.2.5.5.	Programa de reforestación .....	30
II.2.5.6.	Programa de abandono definitivo del sitio (monitoreo) .....	31
II.2.5.6.1.	Objetivos .....	31
II.2.5.6.2.	Actividades de rehabilitación, compensación y restitución .....	32
II.2.6.	Utilización de explosivos .....	32
II.2.7.	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera .....	32
II.2.7.1.	Residuos no peligrosos .....	33
II.2.7.2.	Residuos peligrosos .....	35
II.2.8.	Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos .....	35
II.2.8.1.	Residuos sólidos urbanos .....	35
II.2.8.2.	Residuos peligrosos .....	36
II.2.8.3.	Residuos de manejo especial .....	36
II.2.8.4.	Aguas residuales .....	36
II.2.9.	Otras fuentes de daño .....	37

**III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y USO DEL SUELO ..... 37**

III.1.	Programa de desarrollo municipal de Tepehuanes .....	40
III.2.	Plan estatal de desarrollo .....	41
III.3.	Plan nacional de desarrollo .....	42
III.4.	Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales .....	43
III.5.	Análisis de los instrumentos normativos .....	43
III.5.1.	Leyes .....	43
III.5.2.	Reglamentos .....	45
III.5.3.	Normas oficiales aplicables .....	46
III.6.	Programa de ordenamiento ecológico general del territorio .....	48
III.7.	Programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango .....	50
III.8.	Ubicación del sitio en las regiones prioritarias para la conservación .....	52
III.8.1.	Áreas naturales protegidas (ANP) .....	52
III.8.2.	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) .....	53
III.8.3.	Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) .....	54
III.8.4.	Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) .....	54

<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL .....</b>	<b>55</b>
<b>IV.1. Delimitación del área de estudio .....</b>	<b>55</b>
IV.1.1. Delimitación del área de influencia y su justificación .....	55
IV.1.2. Delimitación a nivel regional .....	55
IV.1.3. Delimitación a nivel sitio (puntual o local) .....	56
<b>IV.2. Caracterización del sistema ambiental.....</b>	<b>57</b>
IV.2.1. Aspectos abióticos .....	57
IV.2.1.1. Clima .....	57
IV.2.1.2. Normales climatológicas .....	58
IV.2.1.2.1. Temperatura .....	58
IV.2.1.2.2. Precipitación .....	59
IV.2.1.3. Intemperismos severos.....	61
IV.2.1.4. Geología .....	62
IV.2.1.4.1. Geología regional .....	62
IV.2.1.4.2. Geología local .....	62
IV.2.1.4.3. Geología del subsuelo .....	63
IV.2.1.4.4. Geología estructural .....	63
IV.2.1.5. Fisiografía .....	65
IV.2.1.5.1. Clasificación de acuerdo con el INEGI .....	66
IV.2.1.5.2. Relieve .....	67
IV.2.1.6. Suelos .....	70
IV.2.1.6.1. Tipos de suelo .....	70
IV.2.2. Estado de conservación del suelo .....	75
IV.2.2.1. Estimación de la erosión hídrica .....	75
IV.2.2.2. Estimación de la erosión eólica .....	77
IV.2.2.3. Hidrología .....	78
IV.2.2.3.1. Hidrología superficial y subterránea .....	79
IV.2.2.3.2. Calidad del recurso hídrico .....	81
IV.2.3. Aspectos bióticos .....	82
IV.2.3.1. Vegetación .....	82
IV.2.3.1.1. Tipos de vegetación .....	82
IV.2.3.1.2. Tipos de vegetación y su distribución .....	83
IV.2.3.2. Características de la vegetación .....	85
IV.2.3.3. Especies de importancia económica.....	87
IV.2.3.4. Especies endémicas y/o en peligro de extinción .....	88
IV.2.3.5. Análisis de la diversidad vegetal .....	89
IV.2.3.6. Fauna .....	91
IV.2.3.6.1. Inventario de especies de fauna silvestre reportadas o avistadas .....	91
IV.2.3.6.2. Descripción de la metodología de muestreo .....	93
IV.2.3.6.3. Análisis de la diversidad y abundancia .....	95
IV.2.3.6.4. Especie de importancia; económica y/o cinegética.....	98
IV.2.4. Paisaje .....	98
IV.2.5. Medio socioeconómico .....	101
IV.2.5.1. Población .....	101
IV.2.6. Diagnóstico ambiental .....	103
IV.2.6.1. Integración e interpretación del inventario ambiental .....	103
IV.2.6.1.1. Inventario ambiental del sitio .....	103
IV.2.6.1.2. Inventario ambiental del SA .....	105
IV.2.6.2. Valoración del estado actual .....	106
IV.2.6.3. Síntesis .....	107
<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>109</b>

<b>V.1.</b>	<b>Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales .....</b>	<b>110</b>
V.1.1.	Indicadores de impacto .....	110
V.1.2.	Lista de verificación de indicadores de impacto .....	111
V.1.3.	Normalización de datos .....	113
V.1.4.	Predicción del impacto (simulación) .....	116
V.1.5.	Criterios y metodología de evaluación .....	119
V.1.5.1.	Caracterización y valoración de los impactos .....	119
V.1.5.2.	Identificación y globalización de los impactos adversos .....	129
V.1.6.	Valoración y caracterización de los impactos .....	131
<b>V.2.</b>	<b>Justificación de la mitología utilizada en la evaluación de los impactos ambientales .....</b>	<b>133</b>
<b>VI.</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>135</b>
<b>VI.1.</b>	<b>Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas .....</b>	<b>135</b>
VI.1.1.	Clasificación de las medidas .....	135
VI.1.2.	Medidas propuestas por cada elemento ambiental .....	135
VI.1.2.1.	Aire .....	135
VI.1.2.2.	Agua.....	136
VI.1.2.3.	Topografía .....	136
VI.1.2.4.	Suelo .....	136
VI.1.2.5.	Paisaje .....	137
VI.1.2.6.	Fauna .....	137
VI.1.2.7.	Flora .....	137
VI.1.2.8.	Sociedad .....	138
VI.1.3.	Programa de atención prioritaria .....	138
VI.1.4.	Programa de rescate y reubicación de fauna .....	138
VI.1.4.1.	Objetivos .....	139
VI.1.4.2.	Metas .....	139
VI.1.4.3.	Descripción de las especies de fauna .....	139
VI.1.4.4.	Actividades .....	144
VI.1.4.4.1.	Capacitación al personal .....	144
VI.1.4.4.2.	Ahuyentamiento de fauna .....	144
VI.1.4.4.3.	Identificación.....	144
VI.1.4.4.4.	Método para el manejo de las especies .....	145
VI.1.4.4.5.	Cronograma .....	149
VI.1.4.4.6.	Seguimiento y evaluación .....	149
VI.1.4.4.7.	Área considerada para el rescate .....	149
VI.1.5.	Programa de conservación de suelo .....	149
VI.1.5.1.	Descripción de las obras de restauración .....	149
VI.1.5.2.	Acomodo de material vegetal .....	150
VI.1.5.3.	Presas de control azolves .....	151
VI.1.5.4.	Resultados esperados del programa .....	152
VI.1.5.5.	Ubicación de las obras .....	152
VI.1.6.	Programa de rescate de especies de flora .....	152
VI.1.6.1.	Selección del sitio de reubicación .....	153
VI.1.6.2.	Capacitación del personal .....	153
VI.1.6.3.	Planificación de la extracción de los individuos .....	153
VI.1.6.4.	Extracción y manejo de los individuos .....	153
VI.1.6.5.	Transporte a la zona de trasplante .....	153
VI.1.6.6.	Plantación en la zona de reubicación .....	153
VI.1.6.7.	Monitoreo y mantenimiento post-trasplante .....	154
VI.1.7.	Programa de reforestación.....	154
VI.1.7.1.	Elección de las especies a reforestar .....	154
VI.1.7.2.	Objetivos .....	154

VI.1.7.3.	Metas .....	154
VI.1.7.4.	Metodología .....	154
VI.1.7.4.1.	Selección de especies .....	155
VI.1.7.4.2.	Determinación de la densidad de reforestación .....	155
VI.1.7.4.3.	Estado físico y sanitario de la planta .....	155
VI.1.7.4.4.	Época de la plantación .....	155
VI.1.7.4.5.	Técnica de plantación .....	155
VI.1.7.4.6.	Lugares de acopio .....	156
VI.1.7.4.7.	Indicadores de evaluación .....	156
VI.1.7.4.8.	Mantenimiento y monitoreo de la supervivencia de los individuos .....	156
VI.1.7.5.	Programa de actividades .....	157
VI.1.7.6.	Evaluación del rescate y reubicación .....	157
VI.1.7.7.	Sobrevivencia mínima esperada y acciones emergentes.....	157
VI.1.7.8.	Informe de avances y resultados .....	157
VI.1.8.	Actividades de mitigación en las diferentes etapas .....	158
VI.1.9.	Actividades de mitigación como consecuencia del abandono del sitio (abandono definitivo) .....	165
VI.1.10.	Sustentabilidad con las medidas de mitigación y prevención aplicadas .....	165
<b>VI.2.</b>	<b>Impactos residuales .....</b>	<b>177</b>
<b>VI.3.</b>	<b>Impactos sinérgicos y acumulativos .....</b>	<b>179</b>
<b>VII.</b>	<b>PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>180</b>
<b>VII.1.</b>	<b>Pronóstico del escenario .....</b>	<b>180</b>
<b>VII.2.</b>	<b>Programa de vigilancia ambiental .....</b>	<b>188</b>
VII.2.1.	Generalidades.....	188
VII.2.2.	Objetivos .....	188
VII.2.3.	Responsables .....	188
VII.2.4.	Metodología .....	189
VII.2.5.	Metas .....	189
VII.2.6.	Seguimiento de las medidas .....	189
VII.2.7.	Indicadores de realización .....	193
VII.2.8.	Indicadores de eficiencia .....	193
VII.2.9.	Análisis, procesamiento de datos o interpretación de resultados .....	193
VII.2.10.	Procesamiento para el control de calidad .....	193
VII.2.11.	Medidas de urgente aplicación .....	194
VII.2.12.	Formatos de apoyo .....	194
VII.2.13.	Otras consideraciones.....	196
<b>VII.3.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>197</b>
<b>VIII.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES .....</b>	<b>203</b>
<b>VIII.1.</b>	<b>Formatos de presentación .....</b>	<b>203</b>
<b>VIII.2.</b>	<b>Planos de localización .....</b>	<b>203</b>
<b>VIII.3.</b>	<b>Fotografías .....</b>	<b>203</b>
<b>VIII.4.</b>	<b>Videos .....</b>	<b>203</b>
<b>IX.</b>	<b>RESPONSIVA TÉCNICA DEL PROYECTO .....</b>	<b>204</b>
<b>X.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>205</b>
<b>XI.</b>	<b>LISTA DE ANEXOS .....</b>	<b>209</b>

## Índice de cuadros

Cuadro I-1. Acceso al sitio. ....	2
Cuadro II-1. Coordenadas geográficas de la infraestructura.....	5
Cuadro II-2. Presupuesto estimado. ....	7
Cuadro II-3. Indicadores financieros y su dictamen de viabilidad. ....	8
Cuadro II-4. Superficie requerida para CUSTF. ....	9
Cuadro II-5. Necesidades de mano de obra. ....	12
Cuadro II-6. Diagrama general de los plazos por etapa. ....	13
Cuadro II-7. Programa general de actividades. ....	14
Cuadro II-8. Coordenadas geográficas UTM del centro del polígono censado .....	15
Cuadro II-9. Densidad y cobertura a remover. ....	16
Cuadro II-10. Maquinaria y equipo de minado. ....	18
Cuadro II-11. Disponibilidad de obras asociadas y provisionales. ....	23
Cuadro II-12. Programa de obras mineras. ....	24
Cuadro II-13. Programa de actividades durante el abandono del sitio. ....	32
Cuadro II-14. Residuos sólidos y de manejo especial generados. ....	33
Cuadro II-15. Estimación de emisiones de CO2 por año. ....	34
Cuadro II-16. Límites máximos permisibles en decibeles para vehículos y maquinaria. ....	34
Cuadro II-17. Relación de áreas y ruidos. ....	34
Cuadro II-18. Residuos peligrosos generados en las etapas de construcción y operación. ....	35
Cuadro III-1. Vinculación de las obras y actividades con las NOM aplicables. ....	46
Cuadro III-2. Estrategias y lineamientos del UAB .....	49
Cuadro III-3. Vinculación con la UGA Lomerío con mesetas 1 .....	51
Cuadro III-4. Áreas Naturales Protegidas de competencia federal en el estado de Durango. ....	52
Cuadro III-5. Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal en el estado de Durango. ....	52
Cuadro IV-1. Tipos de clima a nivel Sistema Ambiental. ....	57
Cuadro IV-2. Tipos de clima a nivel área de influencia. ....	57
Cuadro IV-3. Tipos de clima a nivel sitio. ....	57
Cuadro IV-4. Estaciones climatológicas con influencia en el SA. ....	58
Cuadro IV-5. Registros de temperatura de las estaciones climatológicas del SA. ....	58
Cuadro IV-6. Temperaturas ponderadas anuales del SA. ....	59
Cuadro IV-7. Registros de precipitación de las estaciones climatológicas del SA. ....	60
Cuadro IV-8. Precipitación ponderada anual del SA. ....	60
Cuadro IV-9. Clase de rocas a nivel SA y AI. ....	63
Cuadro IV-10. Superficies de las clases de rocas en el SA y en el AI. ....	63
Cuadro IV-11. Características geológicas de las fallas y fracturas del SA .....	64
Cuadro IV-12. Descripción de los componentes fisiográficos del SA. ....	66
Cuadro IV-13. Clasificación de la pendiente del SA (FAO, 2009). ....	68
Cuadro IV-14. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental. ....	69
Cuadro IV-15. Principales grupos de suelo presentes en el SA. ....	70
Cuadro IV-16. Principales grupos de suelo presentes en el AI. ....	70
Cuadro IV-17. Valor de CAERO por unidad de suelo. ....	75
Cuadro IV-18. Valores de CATEX para estimar el grado de erosión hídrica del SA. ....	76
Cuadro IV-19. Valores de CATOP para estimar el grado de erosión del SA.....	76
Cuadro IV-20. Valores de CAUSO por tipo de vegetación y uso de suelo. ....	76
Cuadro IV-21. Valor de la erosión hídrica estimada (EH) en el Sa. ....	77
Cuadro IV-22. Valores para el cálculo de la capa de calificación de textura en suelos no calcáreos .....	77
Cuadro IV-23. Valores para el cálculo de la capa de calificación de textura en suelos calcáreos .....	77
Cuadro IV-24. Tasa de erosión eólica estimada para el SA. ....	78
Cuadro IV-25. Clase de degradación para erosión eólica (INE, 1988). ....	78
Cuadro IV-30. Ubicación del AI en el sistema hidrológico nacional.....	78
Cuadro IV-31. Tipos de vegetación del SA. ....	82
Cuadro IV-32. Tipos de vegetación del AI. ....	84
Cuadro IV-33. Especies identificadas en el sistema ambiental.....	85

Cuadro IV-34. Especies vegetales enlistadas dentro de la NOM-059 .....	88
Cuadro IV-35. Valor de importancia ecológica e índices de riqueza y diversidad de las especies en el sitio. ....	90
Cuadro IV-36. Listado de especies de fauna silvestre identificadas en el sistema ambiental. ....	92
Cuadro IV-37. Características de los transectos para el muestreo de la fauna silvestre en el sistema ambiental. .....	95
Cuadro IV-38. Estaciones de observación de las aves. ....	95
Cuadro IV-39. Índices de diversidad y riqueza de especies de los grupos de fauna silvestre. ....	97
Cuadro IV-40. Especies de importancia cinagética. ....	98
Cuadro IV-41. Especies de fauna silvestre identificadas en el SA que se encuentran en la NOM-059. ....	98
Cuadro IV-42. Valoración de la calidad visual del paisaje del AI. ....	99
Cuadro IV-43. Valoración de la fragilidad del paisaje. ....	100
Cuadro IV-44. Poblados dentro del área de influencia. ....	101
Cuadro IV-45. Descripción del inventario ambiental.....	105
Cuadro IV-46. Valoración del medio natural. ....	106
Cuadro IV-47. Valoración de la calidad ambiental (resumen). ....	109
Cuadro V-1. Lista de verificación de impactos ambientales. ....	111
Cuadro V-2. Lista de verificación de impactos ambientales. ....	113
Cuadro V-3. Indicadores de impacto ambiental. ....	114
Cuadro V-4: Metodología de cálculo para elaborar las capas ráster de las variables ambientales utilizadas en la integración del ICA. ....	114
Cuadro V-5. Metodología de cálculo del peso de cada indicador ambiental. ....	115
Cuadro V-6. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de preparación del sitio. ....	119
Cuadro V-7. Estimación del impacto neto en la etapa de preparación del sitio.....	120
Cuadro V-8. Estimación del impacto neto en la etapa de preparación de construcción. ....	122
Cuadro V-9. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de operación y mantenimiento. ....	122
Cuadro V-10. Estimación del impacto neto en la etapa de operación y mantenimiento. ....	123
Cuadro V-11. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de abandono del sitio. ....	123
Cuadro V-12. Impacto neto por etapa. ....	126
Cuadro V-13. Importancia de los impactos ambientales adversos. ....	132
Cuadro VI-1. Descripción general de las especies incluidas en la NOM - 059. ....	140
Cuadro VI-2. Descripción gráfica de las especies incluidas en la NOM - 059. ....	142
Cuadro VI-3. Cronograma general de trabajo.....	149
Cuadro VI-4. Erosión total para el sitio con el CUSTF. ....	149
Cuadro VI-5. Modelo de cubicación de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto ..... 150	150
Cuadro VI-6. Ejemplo de un modelo de cubicación de una presa filtrante de piedra ..... 151	151
Cuadro VI-7. Clases texturales del suelo y densidad aparente en (gramos/ cm <sup>3</sup> ). .... 151	151
Cuadro VI-8. Metodología de cálculo para estimar el número de presas a considerar para retener la erosión potencial total. .... 151	151
Cuadro VI-9. Identificación de número de individuos de flora susceptibles a rescate..... 152	152
Cuadro VI-10. Programa de actividades de la reforestación. .... 157	157
Cuadro VI-11. Medidas propuestas para los diversos componentes ambientales. .... 158	158
Cuadro VI-12. Procedimiento de cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas. .... 166	166
Cuadro VI-13. Identificación de los impactos residuales. .... 177	177
Cuadro VI-14. Valor del cambio neto de los impactos residuales ..... 178	178
Cuadro VII-1. Análisis del pronóstico del escenario ..... 181	181
Cuadro VII-2. Valor del cambio neto de los impactos con obras de mitigación ..... 186	186
Cuadro VII-3. Seguimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación..... 190	190
Cuadro VII-4. Formato para la verificación ambiental del programa de medidas ..... 193	193

## Índice de figuras

Figura I-1. Croquis de localización y acceso al sitio .....	1
Figura II-1. Localización de la infraestructura. ....	6
Figura II-2. Localización de la infraestructura respecto al tipo de propiedad. ....	7
Figura II-5. Detalles de la nave de los polvorines .....	21
Figura II-6. Programa de explotación del mineral. ....	27
Figura II-7. Ejemplo de contenedores para los residuos sólidos generados. ....	36
Figura IV-1. Representación de la precipitación y temperatura media anual en el SA. ....	61
Figura IV-2. Ubicación del SA respecto a la Regionalización Sísmica. ....	65
Figura IV-3. Fisiografía a nivel estatal y en el Sistema Ambiental .....	67
Figura IV-4. Elevaciones presentes en el Sistema Ambiental (DEM). ....	68
Figura IV-5. Pendiente del SA. ....	69
Figura IV-6. Exposición de laderas en el SA. ....	70
Figura IV-7. Ubicación del SA en el contexto hidrológico. ....	79
Figura IV-8. Acuíferos con publicación de disponibilidad en el DOF, (2014); Condición de los acuíferos, (2014). .....	80
Figura IV-9. Ubicación del SA respecto a la delimitación de los acuíferos.....	81
Figura IV-10. Calidad del agua en el contexto hidrológico local. ....	82
Figura IV-11. Esquema de transecto de línea (adaptado de Rabinowitz, 2003). ....	94
Figura IV-13. Resumen de la valoración de la calidad ambiental. ....	109
Figura V-1. Distribución de la calidad ambiental y de los sitios de entrenamiento. ....	116
Figura V-2. La tasa de error se estabiliza con un aumento en el número de árboles.....	118
Figura V-3. Distribución del impacto neto (IN) de los componentes ambientales por etapa .....	126
Figura V-4. Valoración cuantitativa de impactos (Coneza, 2009) .....	131
Figura VI-1. Sistema de cepa común a utilizar en la reforestación (CONAFOR, 2010) .....	156
Figura VI-2. Identificación de los componentes que tienen impactos residuales .....	179

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

En este glosario se presentan las abreviaturas y notaciones generales más utilizadas en el presente estudio. Por otra parte, también se pueden encontrar en cada capítulo otros términos más específicos que han sido empleados de forma muy puntual en el documento.

Término / Acrónimo	Significado
AI	Área de Influencia (área de distribución o amplitud que puedan llegar a tener los efectos o impactos ambientales de las obras y actividades de manera directa o indirecta)
CEH	Calendario de Épocas Hábiles 2024 - 2025 (SEMARNAT)
CEHACO	Calendario de Épocas Hábiles de Aves Canoras y de Ornato 2024 – 2025 (SEMARNAT)
CNSM	Comisión Nacional de Salarios Mínimos
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAPO	Comisión Nacional de Población
CURP	Clave Única de Registro de Población
CUSTF	Cambio de Uso de Suelo de Terreno Forestal
G-MIA-P-M	Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular para proyecto mineros
IA	Impacto Ambiental
INE	Instituto Nacional Electoral
LGAPF	<i>Ley General de Administración Pública Federal</i>
LGDFS	<i>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable</i>
LGEEPA	<i>Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</i>
LGPGIR	<i>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>
NOM	Norma Oficial Mexicana
MOEE	<i>Modelo de Ordenamiento Ecológico Estatal (Durango)</i>
PPA	Programa de Prevención de Accidentes
PR-Flora	Programa de Rescate y Reubicación de Flora
PR-Fauna	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna
PC-Suelo	Programa de conservación y restauración de suelo
P-Reforestación	Programa de reforestación
RAN	Registro Agrario Nacional
RFC	Registro Federal de Contribuyentes
RFN	Registro Forestal Nacional
R-LGEEPA-EIA	<i>Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental</i>
RLGPGIR	<i>Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>
SA	Sistema Ambiental (delimitación regional concreta como cuenca hidrográfica, unidad de gestión ambiental, zona de atención prioritaria, entre otras)
SDT*	Sólidos Disueltos Totales
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIATL	Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas del INEGI
SMO	Sierra Madre Occidental
UGA	Unidad de Gestión Ambiental

## I. INFORMACIÓN GENERAL

### I.1. Proyecto

#### I.1.1. Nombre

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

#### I.1.2. Ubicación

El acceso al sitio saliendo de la Ciudad de Durango se da por la carretera Federal 23 (Durango – Santiago Papasquiari) hasta llegar a Santiago Papasquiari durante 170 km, para seguir por la carretera Federal 36 con dirección norte (Carretera Santiago Papasquiari - Tepehuanes) hasta llegar a Santa Catarina de Tepehuanes con un recorrido de 51 km; después se continua por la carretera 36 con dirección norte hasta llegar al Tarahumar durante 104 km; de ahí se toma carretera de terracería con dirección noroeste recorriendo 46.4 km hasta el sitio. El croquis de localización y acceso se presenta en la figura siguiente.

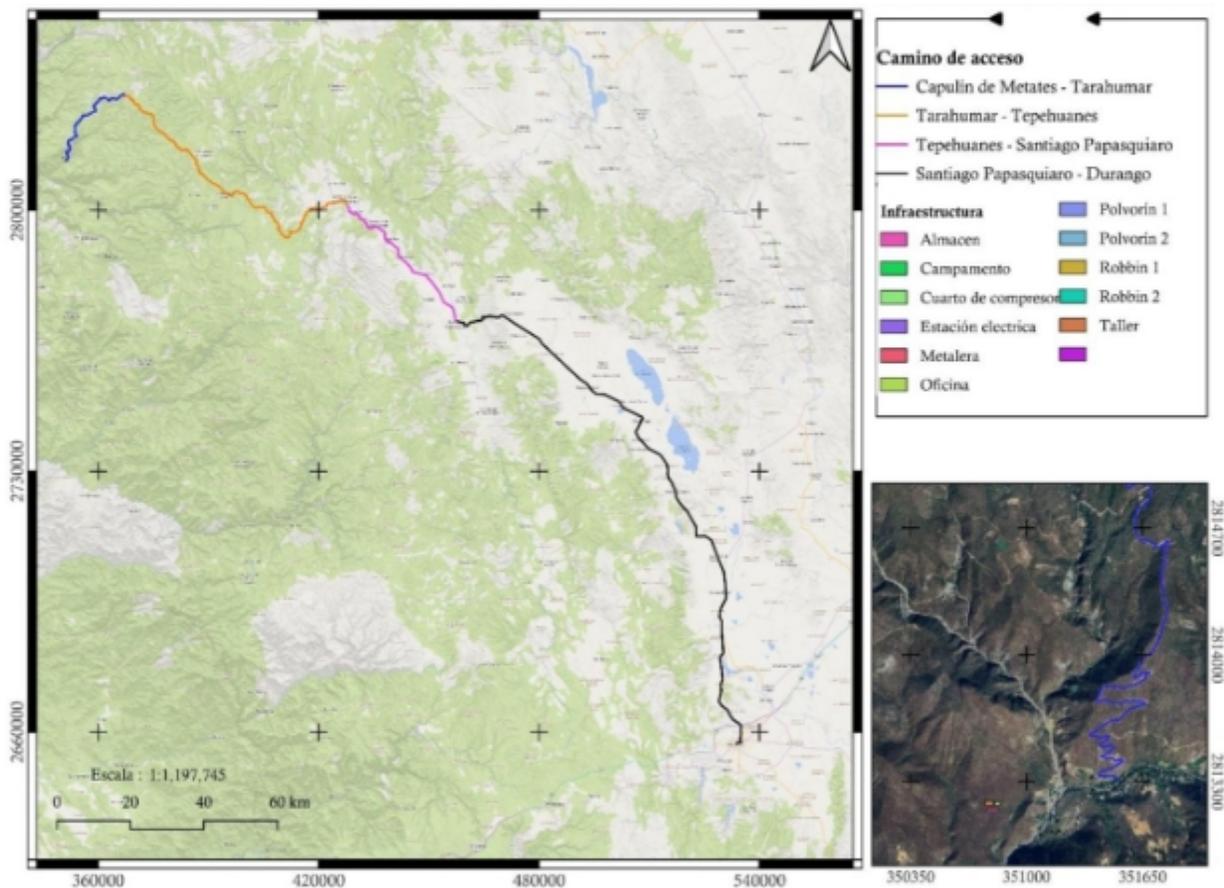


Figura I-1. Croquis de localización y acceso al sitio

La infraestructura para tener acceso al sitio es la siguiente.

**Cuadro I-1. Acceso al sitio.**

Carretera o camino	Distancia (km)	Tipo
Durango – Santiago Papasquiario	170.0	Pavimento
Santiago Papasquiario - Tepehuanes	51.0	Pavimento
Tepehuanes - Tarahumar	104.0	Pavimento
Tarahumar – Capulín de Metates	46.4	Terracería
<b>Total</b>	<b>371.4</b>	

**1.1.3. Tiempo de vida útil**

La vigencia del programa de trabajo por etapa considera **1** año para la etapa de preparación del sitio, **1** años para la etapa de construcción, **25** años para las etapas de operación – mantenimiento y **2** años para la etapa de abandono del sitio, resultado una duración total (vida útil) de **30 años**.

**1.1.4. Presentación de la documentación legal**

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

- Copia certificada del acta constitutiva de MINA LAS CORONITAS, S.A. de C.V., y poder de su representante legal.
- Identificación oficial del representante legal.
- Constancia de Situación Fiscal de la Promovente
- Carpeta básica del núcleo agrario donde se realizará el CUSTF.
- Acta de anuencia de los titulares del terreno donde se aprueba el CUSTF.

**1.2. Promovente**

**1.2.1. Nombre o razón social**

**MINA LAS CORONITAS, S.A. de C.V**

**1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes**

RFC: [REDACTED]

Se anexa copia simple de la Constancia de Situación Fiscal.

**1.2.3. Nombre y cargo del representante legal**

**LIC. MARÍA NANCY CORRAL RODRÍGUEZ**

RFC: [REDACTED]

CURP: [REDACTED]

**1.2.4. Dirección para recibir u oír notificaciones**

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

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

Teléfono: (+52) 674-101-6013

E-mail: [sacra.corral@gmail.com](mailto:sacra.corral@gmail.com)

### 1.3. Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

#### 1.3.1. Nombre o razón social

**M. C. SACRAMENTO CORRAL RIVAS**

#### 1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes y CURP

RFC

CURP

RFN

No. 8, del Volumen 2, del Libro DURANGO Tipo UI; Según Oficio SG/130.2.2.2/0001 de fecha 15 de agosto del año 2001

#### 1.3.3. Dirección

Calle: Blvd Luis Donaldo Colosio número 603  
Fraccionamiento: Haciendas  
Ciudad: Victoria de Durango, Dgo.  
C.P: 34038  
Email: [sacra.corral@gmail.com](mailto:sacra.corral@gmail.com)  
Tel: 674 101 6013

#### 1.3.4. Profesión y número de cedula profesional

- Maestro en Ciencias Forestales, por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León; cédula número **3107384**.
- Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción, por el Instituto Tecnológico de El Salto, Durango; cédula número **2642485**.

Consulta: [ <http://www.cedulaprofesional.sep.gb.mx/cedula> ].

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1. Información general

#### II.1.1. Naturaleza

El desarrollo de obras mineras representa una oportunidad clave para mejorar las condiciones económicas y sociales de comunidades con alta marginación, ya que genera empleos bien remunerados y fomenta el crecimiento de la economía local. En el estado de Durango, la minería ha sido históricamente una de las principales actividades económicas, ocupando lugares destacados a nivel nacional en la producción de minerales metálicos como oro y plata, así como en la extracción de diversos recursos minerales utilizados en la industria de la construcción. Debido a su rentabilidad y capacidad para impulsar el desarrollo regional, tanto el gobierno estatal como los gobiernos municipales coinciden en la necesidad de fortalecer esta actividad con el fin de maximizar sus beneficios económicos y sociales en las comunidades locales.

En el municipio de Tepehuanes, el desarrollo minero será un pilar fundamental para mejorar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades localizadas en zonas con aptitudes para realizar explotación de minerales. La actividad minera ha demostrado ser un factor determinante en el progreso de la región, promoviendo avances significativos en los servicios de salud, educación y vivienda. Esto ha sido posible gracias a la generación de empleos formales que brindan estabilidad y mejores ingresos a la población, permitiendo el fortalecimiento de la economía local y la atracción de nuevas oportunidades de inversión.

Las obras y actividades para la explotación minera en el sitio se centrarán en el desarrollo de obras subterráneas con el propósito de extraer minerales con altos valores de ley en oro y plata y la edificación de infraestructura esencial para llevar a cabo la operación. Para ello, se implementarán técnicas eficientes desde el punto de vista ambiental y económico, garantizando una explotación sostenible de los recursos. Las obras y actividades contemplan la

construcción, rehabilitación y operación de diversa infraestructura, tal como; la habilitación de una bocamina, la construcción de un almacén general, un campamento, un taller, una oficina, una subestación eléctrica, un cuarto de compresores, una metalera, dos polvorines y dos Robbins. Además, se rehabilitarán los caminos de acceso para mejorar la logística y seguridad de las operaciones.

Las obras subterráneas incluirán el desarrollo de rampas, frentes, contrafrentes, cruceros, contrapozos y Robbins de ventilación, con una planificación que permite optimizar la extracción del mineral. Con una vida útil estimada de 25 años de operación, se espera aprovechar un volumen total de **6,426,779** toneladas de mineral. Para la explotación de las vetas de interés, se implementarán cuatro sistemas de minado altamente eficientes: i) tumba sobre carga, ii) corte y relleno, iii) tumba por subniveles y iv) cuartos y pilares.

Además del impacto económico directo generado por la extracción minera, se estima la creación de 200 empleos directos, lo que impulsará significativamente la actividad económica a nivel local y regional. Estos empleos no solo permitirán mejorar el nivel de vida de las familias, sino que también fomentarán la capacitación y profesionalización de la mano de obra local, generando un efecto multiplicador en sectores como el comercio, la construcción y los servicios.

En este contexto, el desarrollo de la minería a escala local es fundamental para fortalecer el tejido económico y social de las comunidades, asegurando un crecimiento sostenido basado en el aprovechamiento responsable de los recursos minerales. Por otro lado, para la preparación del sitio será necesario solicitar autorización para remover la vegetación en **0.36 ha**, por lo que se deberá dar cumplimiento al [artículo 28 primer párrafo y fracción VII de la LGEEPA](#); además, se ha considerado lo establecido en [el-LGEEPA-EIA artículo 5 inciso O\) fracción II; así como 14, que establece que cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.](#)

#### **II.1.1.1. Objetivos**

- Obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental para aprovechar los recursos minerales metálicos subterráneos en cumplimiento al artículo 28 fracción III de la LGEEPA y artículo 5 inciso L) fracción I de su reglamento.
- Aprovechar sustentablemente los recursos minerales subterráneos aplicando medidas de prevención, mitigación y restauración a los impactos ambientales adversos a los componentes ambientales.
- Participar en el desarrollo socioeconómico de la región creando fuentes de empleo que permitan elevar la calidad de vida de los habitantes de las poblaciones locales.

#### **II.1.1.2. Uso de suelo**

El uso de suelo del sitio donde se pretende explotar los minerales metálicos corresponde a *selva baja caducifolia*, para lo cual será necesario solicitar la autorización de CUSTF para **infraestructura minera**.

#### **II.1.2. Criterio de ordenamiento ecológico del territorio**

De acuerdo al [Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio](#), el sitio se ubica dentro del ordenamiento regional 38 en la **Unidad Ambiental Biofísica 93 "Cañones duranguenses norte"**, teniendo una política para el **aprovechamiento sustentable**. Por su parte, en el [Ordenamiento Ecológico para el estado de Durango](#), el sitio se ubica en la **UGA No. 11 "Sierra alta con cañones 11"**, con una política ambiental dedicada a la **conservación**, que permite la explotación pecuaria de caprinos, el aprovechamiento forestal maderable y la minería. Cabe mencionar que el municipio de **Tepehuanes** no cuenta con algún programa de ordenamiento ecológico a nivel municipal.

El único factor detectable que pudieran poner en riesgo el uso propuesto es la existencia de conflictos con la tenencia de la tierra (litigio por linderos); lo cual puede considerarse nulo, ya que el titular del terreno forestal donde se realizará el CUSTF no cuenta con antecedentes de conflictos agrarios.

El uso actual del suelo propuesto a CUSTF corresponde en su totalidad a selva baja caducifolia, **sin aptitud de aprovechamiento maderable**.

En los planos del **Anexo 5.4 y 5.5** se localiza el sitio respecto al ordenamiento del territorio ecológico nacional y estatal.

### II.1.3. Tipificación de la obra

Para la explotación de los recursos mineros es necesario realizar el CUSTF, entendiendo esto como la remoción total o parcial de la vegetación presente en el sitio y, por tanto, el sector al que pertenecen las obras y actividades establecidas en el programa de trabajo corresponde al minero y **cambio de uso de suelo**.

Además, en el programa de trabajo se incluyen medidas de prevención, mitigación y restauración de impactos ambientales para afectar lo menos posible el entorno ambiental de la zona de influencia, a través de acciones para prevenir, restaurar y mitigar posibles daños a los componentes, tales como; el suelo, el agua, la vegetación y fauna.

### II.1.4. Selección del sitio

Para elegir la explotación de minerales se ha considerado los criterios siguientes.

#### a). Técnicos

- Los caminos son accesibles durante todo el año, además, se les dará mantenimiento constante.
- De acuerdo con la caracterización geológica no existen evidencias de que se presenten derrumbes o hundimientos por el sistema de explotación.

#### b). Ambientales

- No se construirá una planta de beneficio, solo se desarrollarán infraestructuras permanentes, mismas que serán desinstaladas como efecto del abandono del sitio al final de la vida útil.
- El sitio se encuentra fuera de las áreas naturales protegidas establecidas en el estado de Durango.
- No se ocuparán cauces y zona federal con la infraestructura propuesta.

#### c). Económicos

- La cantidad y tipo de material asegura la recuperación (inversión) de los costos de explotación y transporte.
- En la etapa de operación se espera la creación de empleos directos e indirectos para los habitantes de las comunidades cercanas al sitio; con lo cual, se abate el grado de marginación en el municipio.

### II.1.5. Ubicación física y planos de localización

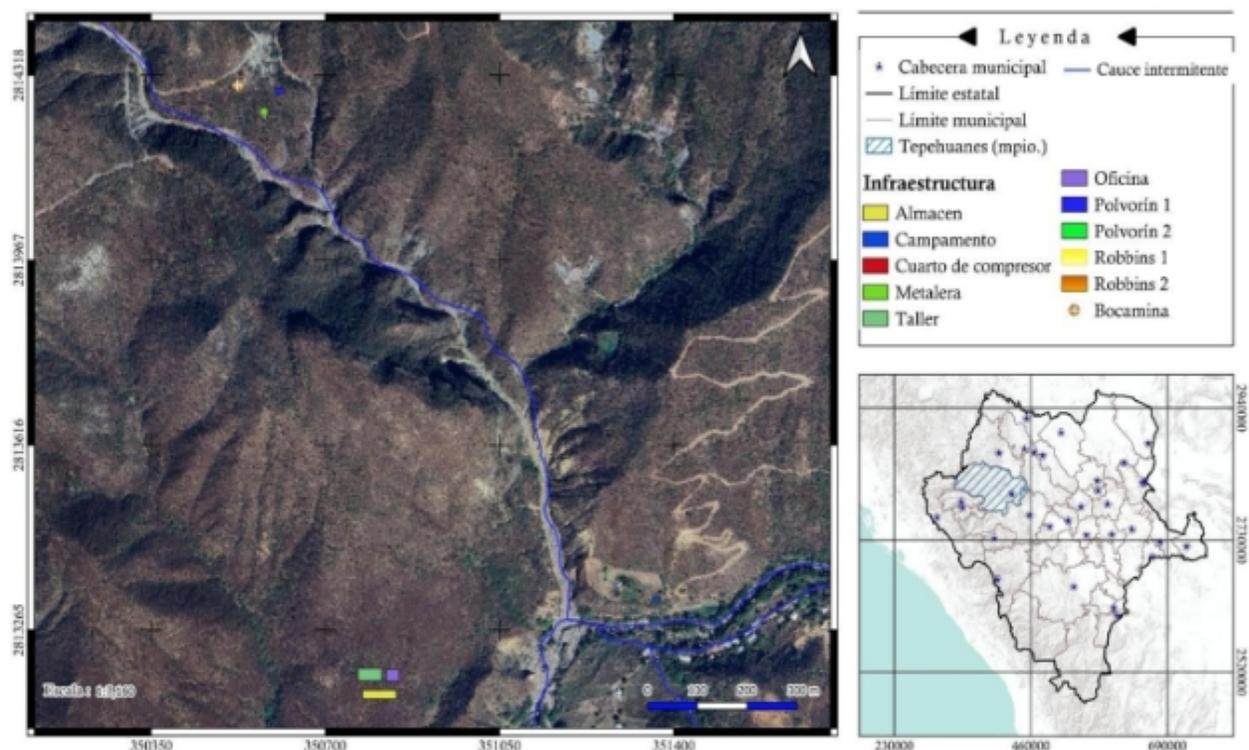
El sitio se localiza en el municipio de Tepehuanes. Los polígonos de la infraestructura a desarrollar se pueden localizar con las coordenadas geográficas UTM referidas al Datum WGS84 del cuadro siguiente.

**Cuadro II-1. Coordenadas geográficas de la infraestructura.**

Infraestructura	Vértice	UTM_X	UTM_Y	Infraestructura	Vértice	UTM_X	UTM_Y
Bocamina	1	350525.0	2814299.0	Cuarto de compresor	1	350528.0	2814325.0
	1	350848.3	2813168.1		2	350533.0	2814325.0
	2	350822.8	2813168.7		3	350533.0	2814320.0
	3	350823.2	2813190.5		4	350528.0	2814320.0
Oficina	4	350848.7	2813190.2	Polvorín 1	1	350598.0	2814293.3
	1	351357.3	2813328.6		2	350618.0	2814293.3
	2	351372.4	2813329.0		3	350618.0	2814283.2
	3	351373.3	2813321.4		4	350598.1	2814283.3
Campamento	4	351358.6	2813320.5	Polvorín 2	1	350465.5	2814008.5
	1	350582.1	2814241.9		2	350472.5	2814008.5
	2	350584.3	2814256.3		3	350472.5	2814001.5

	3	350572.2	2814256.4		4	350465.5	2814001.5
	4	350569.0	2814243.0		1	350472.0	2814306.0
Taller	1	350813.9	2813190.8	Robbin 1	2	350476.0	2814306.0
	2	350813.4	2813168.7		3	350476.0	2814302.0
	3	350765.9	2813169.8		4	350472.0	2814302.0
	4	350766.0	2813192.0		1	350535.0	2814394.0
Almacén	1	350842.9	2813150.1	Robbin 2	2	350535.0	2814390.0
	2	350842.9	2813134.6		3	350531.0	2814390.0
	3	350774.2	2813135.3		4	350531.0	2814394.0
	4	350774.4	2813151.3				

Gráficamente los polígonos y los rasgos fisiográficos del área de influencia se pueden observar en la figura siguiente.



### II.1.5.1. Tipo de propiedad

El sitio se localiza dentro de los terrenos que pertenecen a la Comunidad Capulín de Metates perteneciente al municipio de Tepehuanes, Durango. La distribución del área propuesta a CUSTF por tipo de propiedad es la siguiente.

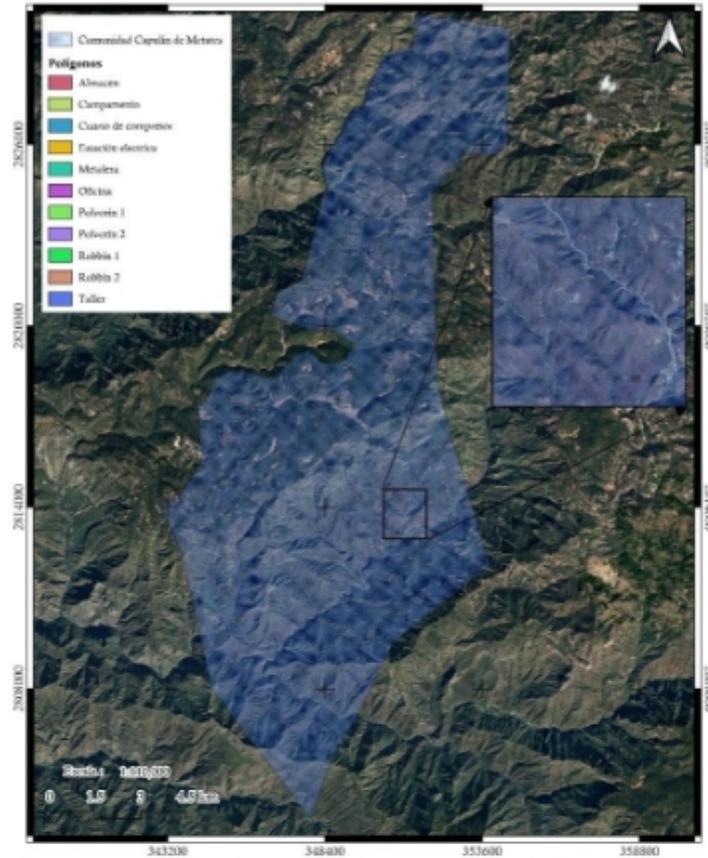


Figura II-2. Localización de la infraestructura respecto al tipo de propiedad.

### II.1.6. Inversión requerida

#### II.1.6.1. Capital requerido

El presupuesto estimado para desarrollar las obras y actividades en un horizonte de operación de **25 años** es el siguiente.

Cuadro II-2. Presupuesto estimado.

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Adquisición de materiales de construcción	Varios	1		
Gastos de mano de obra (sueldos)	Salarios	1		
Adquisición de maquinaria	Varios	6		
Ingeniería básica	Estudio	1		
Desarrollo de obras mineras	Metros	184,613		
Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración	Varios	1		
Gastos administrativos	Varios	1		
Recepción, evaluación y resolución del estudio de Impacto Ambiental	Trámite	1		
<b>Total</b>				

La utilidad esperada con la venta del mineral se desglosa de la manera siguiente.

Concepto	Monto
----------	-------

Costo por tonelada producida y procesada	
Valor por tonelada de mineral procesado	
Utilidad por tonelada	
Volumen de mineral a explotar	
Valor de producción total	
Costo presupuesto inicial	
Utilidad estimada	

### II.1.6.2. Período de recuperación

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

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

**VAN.** El Valor Actual Neto (VAN), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

**TIR.** La Tasa Interna de Retorno (TIR), es una medida utilizada en la evaluación de la inversión que está muy relacionada con el VAN. También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para la inversión total.

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

**RSI.** El Retorno Sobre la Inversión (RSI) es una razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida con relación a la inversión realizada, es decir, el rendimiento desde el punto de vista financiero.

**PRI.** El Período de Recuperación de la Inversión (PRI) es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Puede revelarnos con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial. La inversión es rentable si el PRI es menor al horizonte de operación.

Los indicadores financieros se resumen en el cuadro siguiente.

**Cuadro II-3. Indicadores financieros y su dictamen de viabilidad.**

INDICADOR	VALOR	REFERENCIA	CONCLUSIÓN
TREMA		0	TASAS DE INTERÉS COTIZADAS CON DIFERENTES FUENTES DE FINANCIAMIENTO
VAN		$VAN > 0$	DESPUÉS DEL HORIZONTE DEL PROYECTO, SE OBTIENE LA INVERSIÓN, MÁS LA TASA REFERENCIA (TREMA), MAS LA UTILIDAD IGUAL AL VALOR DE VAN.
TIR		$TIR > TREMA$	POR CADA PESO QUE SE INVIERTE, EL PROYECTO ME REGRESA ESE PESO INVERTIDO, MÁS UN RENDIMIENTO IGUAL AL VALOR DE LA TIR.
R B/C		$R B/C > 1$	DESPUÉS DEL HORIZONTE DEL PROYECTO, SE OBTIENE LA INVERSIÓN, MÁS LA TASA DE REFERENCIA (TREMA), MÁS LA UTILIDAD IGUAL AL VALOR DEL COEFICIENTE QUE EXCEDA LA UNIDAD (1.0)

RSI		RSI > 1	POR CADA PESO QUE SE INVIERTE, EL PROYECTO ME REGRESA ESE PESO INVERTIDO, MÁS UNA UTILIDAD IGUAL AL NÚMERO QUE EXCEDE LA UNIDAD (1.0)
PRI		PR < HORIZONTE DE OPERACIÓN (25 años)	EL PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN A UNA TASA DE REFERENCIA DADA (TREMA), ES MENOR AL HORIZONTE DE OPERACIÓN (AÑOS)

### II.1.6.3. Costos para realizar las medidas de prevención y mitigación

Referente a las medidas de prevención y mitigación de posibles impactos ambientales adversos generados por las obras y actividades en sus diferentes etapas corresponde a 16.1 % respecto a inversión inicial.

### II.1.7. Dimensiones

#### II.1.7.1. Superficie total

La superficie que ocupar por las obras (infraestructura) a desarrollar es de **0.36 ha** en las cuales será necesario realizar CUSTF, ya que los polígonos se encuentran con vegetación forestal natural.

##### II.1.7.1.1. Superficie de CUSTF

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

**Cuadro II-4. Superficie requerida para CUSTF.**

Infraestructura	Área (m <sup>2</sup> )	Área (%)	Tipo
Bocamina 1	25.0	0.70	Permanente
Almacén general	1,149.0	32.18	Temporal
Taller	1,121.0	31.39	Temporal
Oficina	582.0	16.30	Temporal
Compresores	25.0	0.70	Temporal
Campamento	135.0	3.78	Permanente
Polvorín 1	202.0	5.66	Temporal
Polvorín 2	49.0	1.37	Temporal
Robbins 1	16.0	0.45	Permanente
Robbins 2	16.0	0.45	Permanente
Patio de metal	222.0	6.22	Temporal
Subestación eléctrica	29.0	0.81	Temporal
<b>Total</b>	<b>3,571.0</b>	<b>100.00</b>	

#### II.1.7.2. Superficie de obras permanentes

Las obras consideradas **permanentes** serán aquellas que corresponden a la bocamina, los Robbins y el campamento que representan una superficie de 192 m<sup>2</sup> (5.37%) y el resto de la superficie ocupada será temporal durante la vida útil. La infraestructura temporal será removida en la etapa de abandono de sitio y el sitio ocupado tendrá un programa de restauración.

### II.1.8. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua

La Comunidad Capulín de Metates, municipio de Tepehuanes, Durango, se encuentra en una región con un relieve accidentado, caracterizado por sierras y cañadas que influyen en su clima y en las actividades económicas que ahí se

desarrollan. La vegetación predominante en la zona incluye bosques templados de pino y encino, así como selva baja caducifolia, una comunidad vegetal adaptada a condiciones de estacionalidad en la disponibilidad de agua. Esta selva, compuesta por especies arbóreas que pierden sus hojas en la temporada seca, es característica de zonas con precipitaciones moderadas y temperaturas relativamente elevadas.

Las principales actividades económicas en el ejido incluyen la ganadería de pequeña escala, la explotación forestal y la agricultura de temporal, con cultivos adaptados a las condiciones edafoclimáticas de la región. El sitio depende de cuerpos de agua como arroyos y manantiales, los cuales permiten el desarrollo de estas actividades. El sitio forma parte de la región hidrológica de Sinaloa, con diversas corrientes intermitentes que contribuyen al escurrimiento superficial.

Además de sus recursos naturales, el sitio presenta un alto potencial para el desarrollo de actividades mineras debido a la presencia de formaciones geológicas ricas en minerales metálicos, principalmente oro y plata. La exploración y eventual explotación de estos recursos representa una oportunidad para impulsar el crecimiento económico local, generando empleos bien remunerados y promoviendo el desarrollo de infraestructura y servicios en la comunidad. La minería, implementada con técnicas responsables y sostenibles, podría fortalecer la economía regional y mejorar la calidad de vida de los habitantes, reduciendo las condiciones de marginación que caracterizan a la zona.

En general el uso de suelo prevaleciente en el **sitio** donde se realizará el **CUSTF** se puede describir de la manera siguiente.

#### a) Selva baja caducifolia

La selva baja caducifolia en del municipio de Tepehuanes, Durango, se encuentra en zonas de relieve irregular, principalmente en laderas y cañadas con altitudes que oscilan entre los 800 y 1,500 msnm. Este tipo de vegetación se desarrolla en climas tropicales y subtropicales con precipitaciones anuales entre 600 y 1,200 mm, caracterizándose por su marcada estacionalidad, donde la mayoría de las especies arbóreas pierden sus hojas durante la temporada seca para reducir la transpiración y conservar agua.

La composición florística de esta selva está dominada por especies como el copal (*Bursera spp.*), el palo blanco (*Celtis pallida*), el tepehuaje (*Lysiloma divaricatum*) y diversas leguminosas, acompañadas por cactáceas y arbustos espinosos adaptados a la aridez. Su estructura es heterogénea, con árboles que alcanzan alturas de entre 4 y 15 metros, dependiendo de la disponibilidad de agua y la profundidad del suelo. En algunos sectores, la selva baja caducifolia se mezcla con vegetación de matorral y bosque de pino-encino, formando un mosaico ecológico que favorece una alta diversidad biológica.

Este ecosistema alberga una fauna representativa de zonas semiáridas, incluyendo mamíferos como zorros, tejones y venados, además de reptiles y una variedad de aves que dependen de los frutos y semillas de la vegetación nativa. A pesar de su capacidad de regeneración, la selva baja caducifolia enfrenta amenazas por actividades como la ganadería extensiva, el cambio de uso de suelo para agricultura y la extracción de madera y leña. No obstante, su presencia en la región de Tepehuanes también indica un potencial para el desarrollo de actividades productivas como el aprovechamiento sustentable de especies maderables y la conservación de su biodiversidad.

#### b) Uso de los cuerpos de agua

Los cuerpos de agua cumplen un papel fundamental en el abastecimiento para consumo humano, la agricultura, la ganadería y otras actividades productivas. La hidrología de la zona está dominada por arroyos intermitentes que presentan escurrimientos estacionales, alimentados principalmente por las precipitaciones que ocurren durante el temporal de lluvia en verano. Entre los cuerpos de agua más importantes se encuentran ríos y manantiales que proveen de agua a las comunidades rurales, además de contribuir al mantenimiento de los ecosistemas locales.

El agua de estos cuerpos superficiales es utilizada principalmente para el riego de cultivos de temporal, como maíz y frijol, que dependen de la disponibilidad de humedad en el suelo. Asimismo, es indispensable para la ganadería, ya

que permite la hidratación del ganado y el crecimiento de pastizales naturales. En algunas zonas, el uso doméstico del agua proveniente de manantiales es esencial, especialmente en comunidades con infraestructura hidráulica limitada.

En el ámbito productivo, la disponibilidad de agua es un factor determinante para la viabilidad de actividades como la minería, que requiere del recurso hídrico para diversas operaciones, incluyendo el procesamiento y beneficio de minerales. Sin embargo, debido a la estacionalidad de los escurrimientos superficiales y la variabilidad en la recarga de acuíferos, es fundamental una gestión adecuada del agua para evitar su sobreexplotación y garantizar su sostenibilidad en la región.

#### a) **Uso potencial**

De acuerdo con el Prontuario de Información Geográfica municipal, la región se caracteriza por su topografía montañosa y una variedad de climas que influyen en el uso potencial de sus recursos naturales.

**Uso agrícola:** Las condiciones climáticas y edafológicas de Tepehuanes son propicias para la agricultura de temporal, especialmente para cultivos como maíz y frijol. Sin embargo, la disponibilidad de agua es un factor limitante, ya que la región depende de precipitaciones estacionales y presenta arroyos intermitentes. Por lo tanto, el uso agrícola se concentra en áreas donde el acceso al agua es más confiable.

**Uso pecuario:** La ganadería es una actividad económica relevante en Tepehuanes. Según el "Compendio de Información Geográfica Municipal 2010" del INEGI, el 61% del territorio es apto para el pastoreo de ganado caprino, aprovechando la vegetación natural disponible. No obstante, el 13% del área no es adecuada para actividades pecuarias, lo que indica la necesidad de una gestión cuidadosa de los recursos para evitar la sobreexplotación y degradación del suelo.

**Uso forestal:** La cobertura boscosa de la región, compuesta principalmente por bosques de pino y encino, ofrece un potencial significativo para la explotación forestal sostenible. El manejo adecuado de estos recursos puede contribuir al desarrollo económico local, siempre que se implementen prácticas responsables que aseguren la regeneración y conservación de los ecosistemas forestales.

**Uso urbano:** Las zonas urbanas de Tepehuanes se desarrollan sobre suelos del Cuaternario y rocas ígneas del Terciario, en áreas como llanuras aluviales y mesetas con cañadas. Estas áreas presentan climas que varían desde semiseco templado hasta más húmedos en altitudes mayores. El crecimiento urbano debe planificarse considerando la disponibilidad de recursos hídricos y la capacidad de carga del entorno para evitar impactos negativos en el medio ambiente y en la calidad de vida de la población.

**Uso minero.** Dado que el municipio cuenta con condiciones geológicas favorables para la explotación de minerales como oro y plata. La presencia de yacimientos y la posibilidad de desarrollar minas subterráneas hacen de esta actividad un motor económico clave, generando empleos y promoviendo la inversión en infraestructura. Con una gestión adecuada, la minería puede contribuir al desarrollo local de manera sostenible, asegurando beneficios económicos mientras se minimizan los impactos ambientales.

En resumen, el uso potencial de los recursos naturales en Tepehuanes está determinado por sus características geográficas y climáticas. La planificación y gestión sostenible de actividades agrícolas, pecuarias, forestales, mineras y urbanas son esenciales para promover el desarrollo económico y social del municipio, preservando al mismo tiempo sus recursos naturales para las generaciones futuras.

En el **Anexo 4.1** se muestran el plano de uso de suelo y vegetación a nivel regional, señalando la localización de la infraestructura a desarrollar en el sitio.

#### ***II.1.9. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos***

Debido a su ubicación en una zona serrana, los servicios son limitados, aunque disponibles. Por ello, la implementación de infraestructura complementaria es fundamental para garantizar el desarrollo eficiente de las actividades.

**a). Agua**

En las etapas contempladas se utilizará agua con fines de **consumo humano** para hidratar al personal que desarrollará las actividades durante la vida útil de la obra, se sugiere que el suministro del vital líquido sea a través de garrafones de agua purificada.

**b). Hospedaje**

Es necesario el desarrollo de un campamento para asistir a los trabajadores, proporcionando instalaciones adecuadas que garanticen su bienestar y seguridad durante las jornadas laborales. Este campamento deberá contar con áreas de descanso. Además, permitirá reducir tiempos de traslado, optimizando la operación y asegurando que el personal cuente con condiciones óptimas para desempeñar sus labores de manera eficiente. Asimismo, su diseño debe considerar medidas que minimicen el impacto ambiental y favorezcan la integración con el entorno.

**c). Alimentación**

Dentro de la comunidad se ha planteado la habilitación de un comedor, el cual estará ubicado en el pueblo y brindará servicio a los trabajadores, asegurando su alimentación en condiciones adecuadas. Este comedor será atendido por personas de la comunidad, lo que no solo garantizará un servicio eficiente, sino que también contribuirá a la generación de empleos locales y al fortalecimiento de la economía de la región. Además, fomentará la integración entre la población y las actividades productivas, promoviendo el desarrollo social y económico de la comunidad.

**d). Combustible**

Se requerirá únicamente gasolina y diésel para los vehículos y maquinaria que se utilicen durante las diferentes obras y actividades del programa de trabajo. Éstos se transportarán al sitio conforme se vayan necesitando, el mantenimiento de los vehículos y maquinaria se realizará en los talleres especializados en los poblados cercanos.

**e). Mano de obra**

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

**Cuadro II-5. Necesidades de mano de obra.**

Etapa	Tipo de mano de obra	Procedencia		Tipo de empleo		Total de empleados por etapa	Tiempo máximo de jornales (días)
		Regional	Externo	Eventual	Permanente		
Preparación del sitio	Calificada	2	1	10	0	31	8,928
	No calificada	8	0	21	0		
Construcción	Calificada	4	2	11	13	60	17,280
	No calificada	8	0	28	8		
Operación y mantenimiento	Calificada	2	0	0	27	64	460,800
	No calificada	11	0	0	37		
<b>Total</b>		<b>35</b>	<b>3</b>	<b>70</b>	<b>85</b>	<b>155</b>	

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

Se ha establecido que se generarán **155 empleos directos** en las diferentes etapas, y para la zona se sabe que por cada empleo formal se generan 6 empleos indirectos; por tanto, en la vida útil se estarán generando cerca de 930 nuevos empleos.

**II.1.9.1. Políticas de crecimiento futuro**

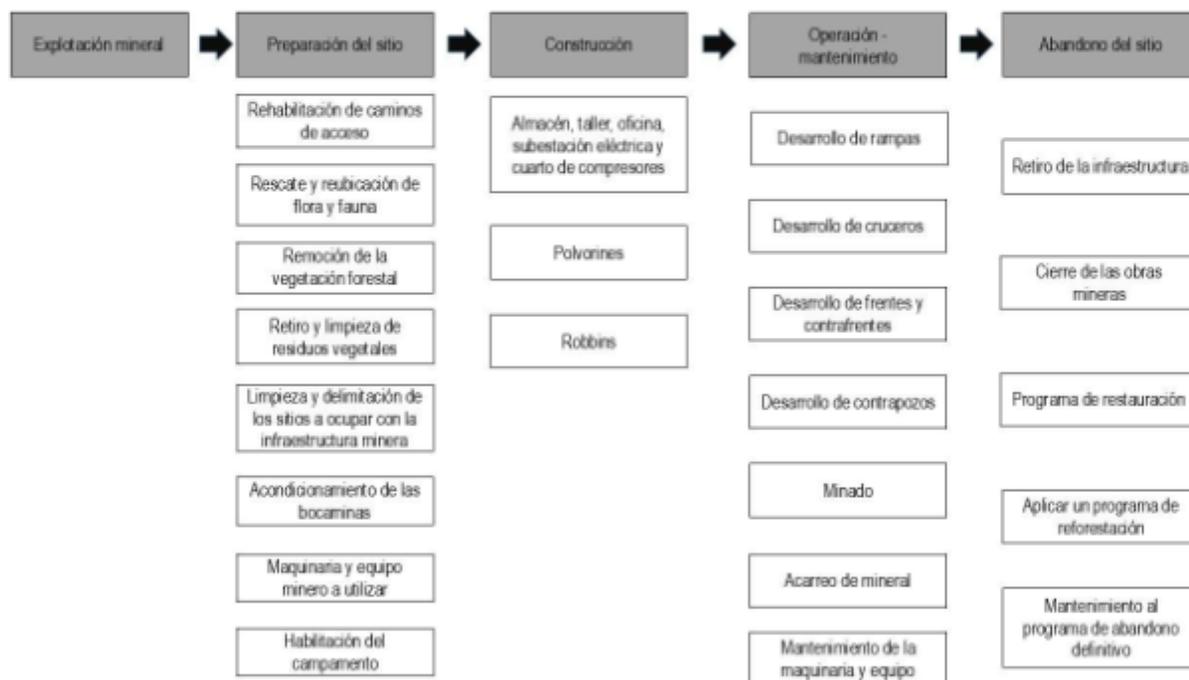
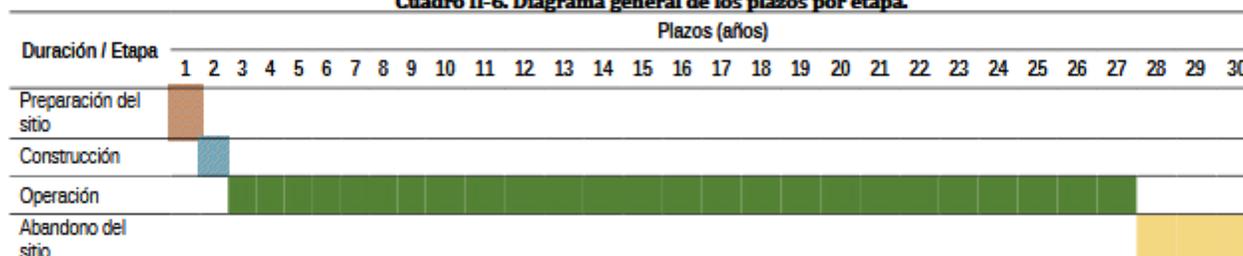
Hasta el momento de la elaboración del presente documento, no se contempla el desarrollo de infraestructura a futuro; sin embargo, en caso de requerirse se tramitarán los permisos ambientales necesarios en materia de Impacto Ambiental y Cambio de Uso de Suelo.

## II.2. Características particulares

### II.2.1. Programa general de trabajo

La vigencia del programa de trabajo por etapa considera **1** año para la etapa de preparación del sitio, **1** año para la etapa de construcción, **25** años para la etapa de operación – mantenimiento y **3** años para la etapa de abandono del sitio, resultado una duración total (vida útil) de **30 años**. El programa general de actividades por etapa se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro II-6. Diagrama general de los plazos por etapa.**



Ahora bien, las obras y actividades a desarrollar por etapa y los plazos para su ejecución se detallan en el diagrama siguiente.

**Cuadro II-7. Programa general de actividades.**

ACTIVIDADES / ETAPA	PLAZO (años)																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>																									
1. Rehabilitación de caminos de acceso	■																								
2. Rescate y reubicación de flora y fauna																									
3. Remoción de la vegetación																									
4. Retiro y limpieza de residuos vegetales																									
5. Limpieza y delimitación de los sitios a ocupar con la infraestructura minera																									
6. Acondicionamiento de las bocaminas																									
7. Maquinaria y equipo minero a utilizar																									
8. Habilitación del campamento																									
<b>CONSTRUCCIÓN</b>																									
1. Almacén, taller, oficina, subestación eléctrica y cuarto de compresores	■																								
2. Polvorines																									
3. Robbins																									
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>																									
1. Desarrollo de rampas		■	■	■	■	■																			
2. Desarrollo de cruceros			■	■	■	■	■	■																	
3. Desarrollo de frentes y contrafrentes				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4. Desarrollo de contrapozos					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5. Minado						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6. Acarreo de mineral							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7. Mantenimiento de la maquinaria y equipo								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>ABANDONO DEL SITIO</b>																									
1. Retiro de la infraestructura																									
2. Cierre de las obras mineras																									
3. Programa de restauración																									
4. Programa de reforestación																									
5. Monitoreo																									

### II.2.1.1. Estudios de campo y gabinete

Se consideraron estudios de fauna y flora lo cual constituye un paso fundamental en las actividades iniciales, ya que permite identificar, documentar y manejar de manera responsable los recursos biológicos presentes en el sitio. Este proceso se llevó a cabo mediante una metodología rigurosa y acorde con las normativas ambientales vigentes, asegurando la protección de especies y conservando el equilibrio ecológico.

#### ➤ Metodología del inventario

##### 1. Revisión bibliográfica y consulta de base de datos:

Se inició con la recopilación exhaustiva de información sobre la flora y fauna reportada en la región. Esto incluyó consulta de bases de datos oficiales, así como la revisión de literatura científica relevante. Esta etapa permitió anticipar la posible presencia de especies protegidas o enlistadas en alguna categoría según la **NOM-059**.

##### 2. Estudios de campo

El trabajo de campo se realizó en un periodo que contempla variaciones estacionales para identificar la presencia más completa de la biodiversidad del área.

Las actividades son las siguientes:

**Técnicas de muestreo de flora.** Se realizaron censos de la vegetación existente en cada uno de los polígonos destinados a CUSTF. Cada espécimen fue identificado hasta el nivel taxonómico más específico posible, registrando características como altura, diámetro, densidad, cobertura y estado fenológico. Se prestará especial atención a las especies nativas y aquellas con valor ecológico, económico o cultural.

**Métodos de observación de fauna:** Para la fauna terrestre, se emplearon técnicas como observación directa y análisis de rastros como huellas, madrigueras y excrementos. En el caso de las aves, se realizarán censos utilizando puntos de avistamiento y transectos durante las primeras horas del día y al atardecer.

#### II.2.1.1.1. Vegetación que resultara afectada por el CUSTF

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

##### II.2.1.1.1.1. Muestreo

La toma de información de campo se llevó a cabo mediante un **censo** forestal, lo que implicó la medición de todos los individuos presentes dentro de los polígonos previamente delimitados. Este enfoque permitió obtener datos precisos y representativos sobre la composición, estructura y densidad del ecosistema, asegurando un análisis detallado de variables como la altura, el diámetro a la altura del pecho, el estado fitosanitario y la distribución espacial de las especies arbóreas. La aplicación de un censo, en lugar de un muestreo, garantiza que la información obtenida refleje con exactitud las condiciones actuales de la vegetación que se pretende someter a CUSTF.

Las coordenadas geográficas UTM del centro de los polígonos censados se presentan en el cuadro siguiente.

**Cuadro II-8. Coordenadas geográficas UTM del centro del polígono censado**

Sitio	Infraestructura	Coordenadas geográficas UTM			
		X	Y	Latitud	Longitud
1	Almacén	350808.56	2813142.93	25° 25' 39.907"	106° 29' 0.733"

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

2	Taller	350789.91	2813180.33	25° 25' 41.116"	106° 29' 1.416"
3	Oficinas	350835.76	2813179.31	25° 25' 41.099"	106° 28' 59.775"
4	Compresores	350530.50	2814322.50	25° 26' 18.141"	106° 29' 11.155"
5	Polvorín 1	350608.01	2814288.26	25° 26' 17.057"	106° 29' 8.367"
6	Polvorín 2	350469.00	2814005.00	25° 26' 7.801"	106° 29' 13.230"
7	Robbin 1	350474.00	2814304.00	25° 26' 17.520"	106° 29' 13.170"
8	Robbin 2	350533.00	2814392.00	25° 26' 20.401"	106° 29' 11.093"
9	Metalera	350576.64	2814249.14	25° 26' 15.774"	106° 29' 9.474"
10	Subestación	350544.62	2814297.15	25° 26' 17.323"	106° 29' 10.640"

**II.2.1.1.1.2. Estimación de la abundancia**

En los ecosistemas de la selva baja caducifolia, las características fenológicas, estructurales y de crecimiento de la mayoría de las especies vegetales no permiten la estimación de volumen maderable debido a su bajo porte y morfología específica. Estas especies, adaptadas a condiciones áridas y semiáridas, no desarrollan biomasa significativa en forma de madera aprovechable como si ocurre en los ecosistemas forestales más productivos. Por lo tanto, se optó por calcular la densidad, cobertura y número de individuos de cada especie localizada en el sitio, lo cual es un indicador más representativo para describir su abundancia y distribución. Este enfoque proporciona datos más relevantes para la evaluación de impactos sobre la diversidad y abundancia, permitiendo una caracterización adecuada del ecosistema y de los efectos que tienen las obras y actividades sobre las especies vegetales.

**Cuadro II-9. Densidad y cobertura a remover.**

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Cobertura (m <sup>2</sup> )	Dn (cm)	Altura (cm)
Arbustivo	<i>Amorpha ouachitensis</i>	Ouachita	10	3.0	1.0	138
Herbáceo	<i>Astragalus mollissimus</i>	Hierba loca morada	2	0.1		17
Arbustivo	<i>Baccharis pteronioides</i>	Carátacua	6	0.2		30
Herbáceo	<i>Bidens alba</i>	Aceitilla Blanca	30	0.2		105
Árboreo	<i>Bursera hindsiana</i>	Palo blanco	7	28.5	151.9	2053
Árboreo	<i>Bursera simaruba</i>	Papelillo	35	7.9	45.1	1581
Árboreo	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	7	11.7	67.9	1686
Arbustivo	<i>Cephalanthus occidentalis</i>	Guayabillo	2	0.1	1.1	95
Árboreo	<i>Cercidium praecox</i>	Pitallo	11	17.2	69.3	1143
Herbáceo	<i>Cereus stenogonus</i>	Ucle	4	3.4	16.8	505
Herbáceo	<i>Cissus verticillata</i>	Tripa de zopilote	4	0.8	0.0	730
Arbustivo	<i>Colutea arborescens</i>	Espantalobos	186	9.9	10.6	549
Arbustivo	<i>Croton sonora</i>	Vara blanca	43	9.4	43.4	1554
Cactácea	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	11	0.4	4.9	1831
Árboreo	<i>Diospyros texano</i>	Chapone negro	12	0.2	5.2	390
Cactácea	<i>Echinocereus polyacanthus Engelm</i>	Alicoche	5	0.1	0.5	35
Arbustivo	<i>Erythrina flabelliformis Kearney</i>	Chilicote	1	3.6	65.5	1250
Arbustivo	<i>Erythrostemon mexicanus</i>	Comalillo	2	0.4	0.0	87
Cactácea	<i>Euphorbia murielii</i>	Candelabro	6	1.9	32.4	1245
Árboreo	<i>Gleditsia triacanthos</i>	Acacia de tres espinas	1	3.7	2.0	220
Herbáceo	<i>Hechtia glomerata</i>	Guapilla	3	0.3	31.3	137
Arbustivo	<i>Hintonia latiflora</i>	Copalquín	2	3.1	65.3	880
Arbustivo	<i>Lippia alba</i>	Salvia Sija	8	0.1	1.9	82
Árboreo	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Mauto	11	7.3	146.4	2849

**Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.**

Herbáceo	<i>Malva parviflora L</i>	Malva	25	0.2		1547
Cactácea	<i>Mammillaria senilis</i>	Biznaga cabeza de viejo	3	0.0	0.1	13
Arbustivo	<i>Mimosa monancistra</i>	Gatuño	9	0.0	18.6	124
Cactácea	<i>Opuntia durangensis</i>	Nopal de Durango	2	0.1	8.0	75
Arbustivo	<i>Pisonia capitata</i>	Vainoro prieto	92	4.4	32.0	1019
Arbustivo	<i>Senna atomaria</i>	Palo zorrillo	1	3.7	15.1	170
Arbustivo	<i>Stemmadenia sp</i>	Tapaco	2	2.2	10.6	320
Arbóreo	<i>Swietenia humilis</i>	Venadillo	10	13.2	76.0	2440
Arbustivo	<i>Tabernaemontana amygdalifoli</i>	Palo lechoso	13	14.4	25.4	2394
Arbóreo	<i>Vachellia constricta</i>	Cazahuate blanco	366	5.0	7.4	1181
Arbóreo	<i>Vachellia farnesian</i>	Huizache	27	17.7	55.2	1845
Arbóreo	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache	134	15.9	46.4	2153
Arbustivo	<i>Ziziphus lotus</i>	Azufaifo	11	7.4	2.6	324

**II.2.1.1.3. Destino de los productos**

Los productos resultantes de la remoción de la vegetación serán aprovechados en las obras de conservación del suelo. Dichos materiales serán picados y reincorporados al suelo, contribuyendo así a la mejora de sus propiedades físicas y químicas, como el incremento en la materia orgánica y la reducción del riesgo de erosión

**II.2.1.2. Preparación de sitio**

**II.2.1.2.1. Limpieza y delimitación de los sitios a ocupar por la infraestructura minera**

La delimitación de los polígonos a ocupar se realizará con apoyo un plano topográfico de la infraestructura propuesta, señalizando cada vértice del polígono a ocupar, de tal manera que sean visibles por los contratistas y sus trabajadores, así como de las autoridades ambientales para su localización física. Para tal efecto, se utilizará un navegador GPS, utilizando el Datum de referencia WGS84. La señalización de los vértices en el sitio se realizará con listones fosforescentes (flagelas) pegados a banderolas con visibilidad desde los puntos más altos del terreno.

La limpieza del sitio consiste en retirar todos aquellos residuos como piedras, pedazos de madera, hierbas y arbustos (maleza), la limpieza se realizará con herramientas manuales (machetes, rastrillos y palas) y los residuos se dispondrán en un patio (sitio sin vegetación) para usarlos posteriormente en las obras de restauración en la etapa de abandono del sitio.

Los polígonos que requieren limpieza son aquellos que serán ocupados por los patios de metal, almacén, taller, oficina, cuarto de compresores, subestación eléctrica, polvorín y Robbins.

**II.2.2.3. Acondicionamiento de las bocaminas**

Al igual que los patios de metal las bocaminas serán acondicionadas, retirando la maleza y las piedras hacia las partes bajas acomodándolos en sentido perpendicular a las pendientes del terreno para evitar ser arrastrados por los escurrimientos superficiales. Esta actividad será manual para posteriormente permitir la entrada de la maquinaria en las labores de minado y explotación de las vetas de interés.

**II.2.1.1. Maquinaria y equipo que utilizar**

Determinar qué maquinarias deben usarse para el trabajo en minería subterránea depende de ciertas variables, entre ellas las particularidades de cada una y las características del socavón. Antes de iniciar con las obras mineras subterráneas será necesario preparar toda la maquinaria y equipos de minado a través de un *mantenimiento*

preventivo. La maquinaria y equipo por utilizar en el desarrollo de las obras mineras subterráneas tiene las características siguientes.

**Cuadro II-10. Maquinaria y equipo de minado.**

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	USO
Compresores	Equipo eléctrico	Suministro de aire para los equipos neumáticos utilizados para barrenación y cargado
Máquina de pierna	Equipo neumático	Utilizado para la barrenación, equipo manual
Jumbo	Equipo electrohidráulico	Utilizado para la barrenación, en el desarrollo de los túneles y galerías subterráneas
Jumbo anclador	Equipo electrohidráulico	Equipo utilizado para perforar e insertar anclas para el soporte mecánico de las galerías
Robot para concreto	Equipo electrohidráulico	Equipo mecánico usado para la proyección de cemento, ya sea vía húmeda o seca
Scoop Tram	Cargador de bajo perfil, equipado con motor diésel	Para el rezagado de las obras mineras, así como para el cargado de material a camiones en interior mina
Amacizador	Equipo utilitario, equipado con motor diésel	Equipo mediante el cual se desprenden las rocas que generan una condición de peligro en las galerías.
Camión de acarreo	camión de bajo perfil, equipado con motor diésel	Se utiliza para el acarreo de materiales dentro de la mina y el mineral de la mina a superficie
Moto conformadora	Equipo con motor diésel	Con este equipo se da mantenimiento a las rampas de acarreo

#### II.2.1.1. Habilitación del campamento

Se prevé la habilitación de un campamento temporal para albergar a los trabajadores durante el desarrollo de las actividades de preparación del sitio. Este campamento estará compuesto por una estructura metálica con techo de lámina, diseñada para ofrecer las condiciones adecuadas de seguridad y funcionalidad. El campamento contará con las siguientes áreas específicas:

- **Bodegas de almacenaje:** Se destinará un espacio para la recepción, almacenamiento y resguardo de herramientas, materiales y equipo de protección personal. Además, se instalará una caseta de vigilancia en este sector para garantizar la seguridad del sitio.
- **Sistema sanitario:** En las cercanías de los dormitorios, el comedor y la caseta de vigilancia, se instalarán sistemas sanitarios adecuados para el uso de los trabajadores. Estos contarán con baños y servicios necesarios para garantizar la higiene y el bienestar de los empleados durante su estancia en el campamento.
- **Área de residuos sólidos urbanos:** Se establecerá un sistema de gestión de residuos dentro del campamento, con la instalación de botes de basura claramente diferenciados para la separación de residuos orgánicos e inorgánicos. Los residuos recolectados serán gestionados a través del servicio de recolección de basura municipal, garantizando que se disponga de manera adecuada y conforme a las normativas locales.
- **Dormitorios:** Se habilitará un área destinada para los dormitorios de los trabajadores, con la disposición de camas y mobiliario básico para proporcionar un espacio adecuado y seguro para el descanso.
- **Sala de primeros auxilios:** Se habilitará un vehículo tipo camper adaptado como sala de primeros auxilios, en el cual se ofrecerán servicios médicos básicos y atención primaria para cualquier eventualidad que pueda surgir entre los trabajadores.

- **Comedor.** Se destinará un área para la preparación de alimentos, la cual será equipada adecuadamente para garantizar condiciones higiénicas. Para atender las necesidades alimentarias de los trabajadores, se contratará personal local, contribuyendo al desarrollo de la comunidad.

Cabe destacar que durante esta etapa no se generarán residuos peligrosos. El mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo se llevará a cabo en talleres especializados ubicados fuera del sitio, en la ciudad de Tepehuanes, para evitar cualquier tipo de impacto ambiental negativo en el sitio. Las actividades de construcción se desarrollarán con un enfoque preventivo para minimizar los efectos adversos sobre el entorno natural, tales como la erosión del suelo, la alteración de cuerpos de agua, la afectación a la vegetación y la fauna local, así como la contaminación del aire, agua y suelo. Otro punto importante es que para la habilitación de esta infraestructura no es necesario remover vegetación, ya que se instalara sobre una zona ya impactada la cual carece de vegetación nativa.

## **II.2.2. Construcción de obras mineras**

- a) **Exploración.** Por naturaleza de las obras y actividades NO se requiere de sondeos de barrenación, planillas de exploración, zanjas y catas o pozos de exploración.
- b) **Beneficio.** No se consideran obras y actividades para el beneficio de minerales, dado que este se realizará en alguna planta de beneficio que cuente con las autorizaciones vigentes.
- c) **Explotación.** La infraestructura necesaria para desarrollar el programa de obras mineras subterráneas y explotar las vetas de interés se describe de la manera siguiente.

### **II.2.2.1. Infraestructura minera**

- i. **Almacén general.** La nave industrial se construirá sobre una superficie de 1,149.0 m<sup>2</sup> en una sola planta con techo a dos aguas. Las columnas serán metálicas, tipo PTR de 4"x4"x7.9 mm y tendrán una altura de 12 metros. Cada columna contará con una base de placa de acero de 20 x 20 cm y un grosor de 3/8", fijada mediante contratrabe, tuerca estructural y arandela endurecida. En el capitel de las columnas, se utilizará una placa de acero de 20 x 20 x 3/8" y un ángulo de acero de 10 x 5 cm x 1/8", con soldadura tipo tapón E-100 (70.3 kg/mm<sup>2</sup>) para recibir la armadura monten.

El techado y las paredes estarán cubiertos con lámina de acero galvanizado Zintro R-101 calibre 20. El piso consistirá en una capa de concreto con impermeabilizante integral, con una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kgf/cm}^2$ . El colado será de concreto hidráulico premezclado con la misma resistencia ( $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ ), al que se le añadirá un acelerante para su curado a 3 días. El espesor de la losa será de 20 cm, con un T.M.A. de 3/4" y un revenimiento de 10 a 12 cm, terminando con un acabado pulido.

Se establecerán juntas de control y construcción, las cuales se cortarán en cuadros de 4.6 x 4.6 m como máximo. Los cortes serán sellados con el sellador Fester Superseal SL, destinado para pavimentos hidráulicos. Antes de aplicar el sellador, las juntas serán limpiadas con aire a presión y lavadas para eliminar polvo e impurezas, asegurando un sellado efectivo y duradero.

- ii. **Taller de reparaciones menores.** La nave estará construida en una sola planta con una superficie de 1,121.0 m<sup>2</sup>. Contará con un techo a dos aguas, cubierto con lámina galvanizada acanalada, diseñada para la bajada de aguas pluviales, de calibre 20. El diseño permitirá la entrada de hasta 4 vehículos.

El piso será de concreto hidráulico premezclado con resistencia  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , al que se le aplicará un acelerante para su curado a 3 días. El espesor del revestimiento será de 10 a 12 cm, con un T.M.A. de 3/4" para asegurar una superficie sólida y duradera.

Además, la nave contará con un canal y un cárcamo destinados a la recuperación de líquidos derramados, garantizando la correcta gestión de cualquier posible fuga o derrame.

- iii. **Oficina general.** La nave se construirá en una sola planta con una superficie de 582.0 m<sup>2</sup>, utilizando muros de acero estratégicamente ubicados para proporcionar estabilidad y soporte estructural independiente. Las paredes estarán revestidas con paneles tipo sándwich (lana), dejando espacios destinados para puertas de acceso y ventanas.
- El techo será a dos aguas, cubierto con lámina Zintro R-101 de calibre 20, diseñada para resistir las condiciones climáticas y asegurar una adecuada protección.
- El piso será de concreto hidráulico premezclado con una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , al que se le añadirá un acelerante para su curado a 3 días. El espesor del colado será de 20 cm, con un T.M.A. de 3/4" y un revenimiento de 10 a 12 cm, finalizando con un acabado pulido para garantizar durabilidad y funcionalidad.
- iv. **Cuarto de compresores.** La obra civil consiste en una nave de una sola planta, con una superficie de 25.0 m<sup>2</sup>. El piso estará compuesto por concreto hidráulico premezclado con una resistencia  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , proporcionando una base sólida y durable. Los muros y el techo estarán contruidos con lámina galvanizada tipo Zintro R-101 de calibre 20, lo que asegura una estructura resistente y adecuada para las condiciones ambientales.
- v. **Patio de metal.** Se habilitará un área de 222.0 m<sup>2</sup> para el almacenamiento temporal del mineral extraído de las vetas subterráneas. La rehabilitación del área incluirá la limpieza de piedras y maderas muertas, además de la instalación de un cercado para garantizar la seguridad del espacio.

#### II.2.2.2. Polvorines

Se ha considerado la construcción de **dos** polvorines que tendrán las características y dimensiones siguientes.

**a). Polvorín 1.** La infraestructura será de tipo superficial, ocupando un área de 202 m<sup>2</sup> (10 x 22.2 m), y estará delimitada por una barda perimetral. Dentro de este espacio, se edificará una nave con dimensiones de 15.0 x 10.0 m y una altura que varía entre 2.4 y 3.5 metros debido al declive del techo.

La barda perimetral estará contruida con malla ciclónica galvanizada reforzada, con el fin de restringir el paso de personas y animales, asegurando así la seguridad del área. La nave se levantará sobre cimientos de mampostería, con piso de cemento cubierto con tarimas de madera, y contará con castillos de concreto armado y muros de bloque. El techo será de lámina de asbesto, y la ventilación será natural, permitiendo un flujo de aire adecuado.

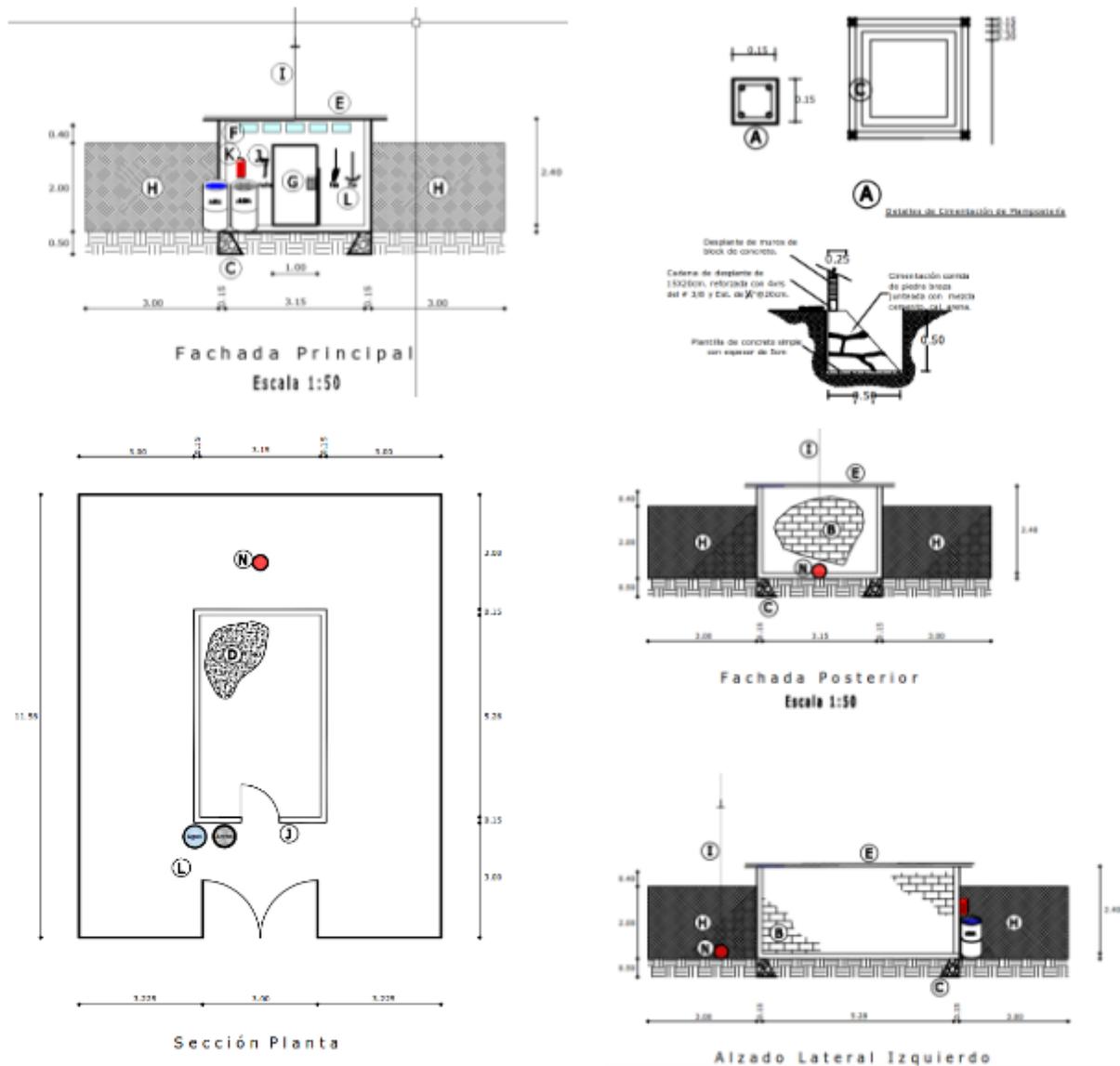
La nave estará equipada con una puerta de madera reforzada, asegurada con una chapa y candado de seguridad. En cuanto a su capacidad de almacenamiento, podrá albergar hasta 15,000 kilogramos de Alto Explosivo, 40,000 kilogramos de Agente Explosivo y 15,000 metros de Cordón Detonante.

**b). Polvorín 2.** La infraestructura será de tipo superficial, ocupando un área de 49 m<sup>2</sup> (7 x 7 m), y estará delimitada por una barda perimetral. Dentro de esta área, se edificará una nave con dimensiones de 5.0 x 4.0 m, con una altura variable de 2.4 a 3.5 metros debido al declive del techo.

La barda perimetral se construirá con malla ciclónica reforzada galvanizada, con el fin de restringir el paso de personas y animales, garantizando la seguridad del espacio. La nave tendrá cimientos de mampostería, piso de cemento cubierto con tarimas de madera, castillos de concreto armado, y muros de bloque. El techo será de lámina de asbesto, y la ventilación se dará de manera natural.

La nave contará con una puerta de madera reforzada, asegurada con chapa y candado de seguridad. En cuanto a la capacidad de almacenamiento, podrá albergar hasta 5,000 metros de conductores y 30,000 piezas de iniciadores.

Las características constructivas de los polvorines se ilustran en las imágenes siguientes.



A	Dalas y castillos armados con 4 V's del No. 4	H	Cercado perimetral de malla ciclónica
B	Muros (Block de concreto) 15 x 20 x 40 cm.	I	Pararrayos tipo dipolo corona
C	Cimiento mamposteado perimetral	J	Barra de descarga electrostática
D	Piso de concreto resistencia 150 kg/cm <sup>2</sup> 15 cm esp. con tarimas de madera	K	Extintores tipo ABC
E	Cubierta de lámina galvanizada	L	Pala, pico y hacha
F	Ventilación natural por huecos de block de concreto con mosquetero para evitar los roedores	M	Tambos para agua y arena
G	Puerta metálica (1.00 de ancho X 1.8) de alto con recubrimiento de madera - portacandado	N	Registro de bajada a tierra

Figura II-3. Detalles de la nave de los polvorines

### II.2.2.3. Robbins

Se ha programado la construcción de dos pozos de ventilación tipo Robbins con el objetivo de transportar suficiente aire hacia los lugares de trabajo en el interior de la mina, asegurando que los contaminantes sean diluidos y manteniendo los niveles de temperatura, humedad y contenido de oxígeno dentro de los límites deseados. La superficie total destinada para la construcción de ambos pozos es de 32 m<sup>2</sup> (4 x 4 m cada uno), donde se perforará un pozo de 2.4 m de diámetro para la instalación de ventiladores eléctricos.

Para la construcción de los pozos Robbins se empleará una máquina perforadora tipo Robbins con un motor de 200 Hp, montada sobre rieles o sobre orugas para facilitar las maniobras. Esta máquina perforará un barreno piloto de 11 pulgadas, el cual se interceptará con una obra minera subterránea. A partir de ahí, se montará la rima sobre la barra y, de forma ascendente, se ampliará el diámetro del pozo hasta 8 pies. El material cortado por la rima caerá y será desalojado al interior de la mina, donde se utilizará para rellenar túneles fuera de servicio.

Cada pozo tendrá un diámetro de 8 pies y una profundidad promedio de 300 m. Los ventiladores estarán equipados con motores de 150 Hp, para inyectar aire hacia el interior de la mina. Una vez completada la perforación, las paredes del pozo se recubrirán con un material natural (bentonita o cemento) para prevenir el derrumbe o la filtración de agua. La entrada al pozo será cubierta por una plancha de concreto para evitar que se amplíe por deslaves en caso de lluvias. Además, toda el área de construcción será cercada con malla ciclónica en una superficie de 5.5 x 5.5 m, con el fin de prevenir accidentes tanto para las personas como para la fauna silvestre.

Para la construcción de los Robbins, se ha estimado un total de 3,900 m de desarrollo durante la vida útil de la explotación del mineral. Estos pozos se realizarán en el interior de la mina, con el fin de mantener el sistema de ventilación en condiciones operativas. El programa de desarrollo se detalla en la etapa de operación de las obras mineras. La infraestructura auxiliar en la construcción y operación de los Robbins es la siguiente.

➤ **Base para Robbins y ventilador**

La base para el ventilador y Robbins será construida de concreto y tendrá una superficie de 3 x 3 m.

➤ **Cuarto de control**

El cuarto de control tendrá una superficie de 3 x 2 m, consiste en una caseta portátil montada sobre ruedas, en este se encuentran los controles de operación de la máquina Robbins.

➤ **Unidad hidráulica y eléctrica**

Esta unidad, con dimensiones de 6.2 x 2.5 m, se empleará para regular la corriente entre el generador y la máquina, además de servir para la toma de corriente de las luminarias y para distribuir energía a las bombas de agua y las enfriadoras de aceite hidráulico. Está montada sobre bases de madera y protegida con un toldo, lo que previene que el sol o el agua caigan directamente sobre la unidad, reduciendo el riesgo de fallas.

Para el funcionamiento de los Robbins, no se requerirá conexión eléctrica externa, ya que se utilizará una generadora a diésel de 500 KVA, que proporcionará la energía necesaria para alimentar tanto la unidad hidráulica como la eléctrica, regulando la corriente que se enviará a las unidades eléctricas de la máquina Robbins

➤ **Compresor**

El área destinada para el compresor tendrá unas dimensiones de 5.5 x 2.1 m. Dado que se trata de una máquina portátil que funciona con diésel, en el área de su instalación se colocará una lona para evitar que posibles fugas o derrames de combustible entren en contacto con el suelo.

➤ **Generadora**

La instalación de este equipo ocupará una superficie de 4 x 1.8 m. Este dispositivo utiliza diésel como combustible para generar la electricidad necesaria para alimentar las unidades eléctricas de la máquina, y se montará sobre bases de madera.

En cuanto a las actividades subterráneas, no se requiere el suministro de energía eléctrica por parte de la CFE. Las operaciones mineras subterráneas no dependen estrictamente de la electricidad, ya que la extracción de minerales puede realizarse mediante métodos mecánicos o manuales tradicionales. La energía necesaria para las obras y actividades será proporcionada por un generador a diésel, que se instalará fuera de las bocaminas. Esta ausencia de infraestructura eléctrica externa simplifica considerablemente la logística y reduce costos, al eliminar la necesidad de instalaciones como subestaciones eléctricas o modificaciones al uso del suelo para extender líneas eléctricas desde poblaciones cercanas.

En conclusión, las necesidades de energía eléctrica son bajas, por tanto, será cubierta por un generador a base de diésel con las características siguientes:

Capacidad (kW)	Modelos	Modelo de motor	Dimensiones equipo abierto				Dimensiones equipo con caseta				Consumo (L/h)	Stamford
			Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Peso seco (kg)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Peso seco (kg)	100% ESP	Modelo generador
800	GSMIT00800S	S12A2-Y1PTA-1	4400	2150	(mm)	7450	5533	2204	2559	11474	235.4	S6L1D-C4
1000	GSMIT01000S	S12H-Y1PTA-3	4400	2150	2760	10117	5533	2204	2559	12321	283.4	S6L1D-E4
1250	GSMIT01250S	S12R-Y1PTA-2	4400	2150	2753	11739	6200	2430	3050	15731	354.2	S6L1-G4
1600	GSMIT01600S	S16R-Y1PTA-2	5155	2300	3048	14092	6533	2424	3308	19650	437.7	PI734ED
2000	GSMIT02000S	S16R-Y1PTAA2-1	TBD	TBD	TBD	TBD	8000	2800	3829	21894	509	S7L1D-G

➤ **Pileta diésel**

La pileta de almacenamiento será construida con bloques de concreto, con base de concreto y cubierta con un toldo. Su altura aproximada será de 1.5 m, y su superficie será de 3.3 m x 3.3 m. En esta pileta no se almacenará directamente el combustible líquido, sino tambos metálicos que contienen el combustible, desde los cuales se abastecerán tanto la compresora como la generadora. La función principal de esta pileta es evitar que el combustible entre en contacto con el agua en caso de lluvias o prevenir su filtración al suelo en caso de derrames.

➤ **Cárcamos de agua fresca, espumante, de retorno**

Estos depósitos, fabricados con lona de 2.5 x 2.6 m, se utilizan para almacenar agua fresca que será destinada a la preparación del espumante, el cual se empleará en la flotación del detrito hacia la superficie durante el piloto del Robbins. Además, el cárcamo de retorno facilita el ciclo de mezcla entre el espumante y el agua fresca, asegurando la eficiencia del proceso.

➤ **Cárcamo de agua de perforación y de lodos**

Estos depósitos estarán destinados al almacenamiento del agua y los lodos generados durante la perforación del pozo Robbins. El cárcamo de agua de perforación tendrá unas dimensiones de 6 x 3 m, mientras que el cárcamo de lodos será de 3 x 2 m.

➤ **Enfriadores**

Estructuras metálicas de 1.2 x 1.5 montadas sobre base de madera y sirven para enfriar el aceite hidráulico de la máquina Robbins.

➤ **Cercado de malla ciclónica**

El área para Robbins será cercada con una malla ciclónica, esto con el propósito de evitar la entrada a personal no autorizado, así como la fauna silvestre que transite por la zona, con lo cual se pretende evitar accidentes.

**II.2.3. Construcción de obras asociadas y/o provisionales**

Gracias a la cercanía del sitio con el poblado de Capulín de Metates, las actividades no requieren la construcción de obras provisionales asociadas y/o provisionales, ya que la infraestructura existente en la zona permite el acceso a los servicios necesarios. Entre estos servicios disponibles se incluyen el suministro de agua, así como la infraestructura vial adecuada para el transporte de materiales e insumos. Esto facilita la ejecución de las obras mineras sin necesidad de realizar inversiones adicionales en la creación de servicios básicos, optimizando así los recursos y los tiempos de operación.

**Cuadro II-11. Disponibilidad de obras asociadas y provisionales.**

Servicio	Observación
Caminos de acceso y vialidades	No se requiere la construcción de nuevos caminos de acceso.
Servicio médico y respuesta a emergencias	Se encuentran disponibles en la cabecera Santa Catarina de Tepehuanes
Almacenes, recipientes, bodegas y talleres.	Se detallan en el numeral de la etapa de construcción.

Campamentos, dormitorios, comedores.	Se cuenta con un campamento que se habilitará para asistencia del personal calificado.
Instalaciones sanitarias	Disponibles en el campamento y en los frentes de trabajo se instalarán sanitarios móviles.
Bancos de material	No se requiere para las obras propuestas.
Planta de tratamiento de aguas residuales	Disponible en el campamento en operación.
Abastecimiento de energía eléctrica	Se usará un generador eléctrico.
Helipuertos, aeropistas u otras vías de comunicación.	Por la cercanía del sitio a los centros urbanos no se requiere de esta infraestructura.

## II.2.4. Operación y mantenimiento

### II.2.4.1. Desarrollo de obras mineras subterráneas

Las principales obras mineras que se han programado a desarrollar se describen a continuación.

**a). Rampas.** El objetivo de estas obras es conectar dos áreas ubicadas a diferentes alturas, permitiendo así el acceso entre ellas. Se utilizan principalmente para la creación de rebajes que faciliten el paso de personal, materiales, insumos y equipos. Es crucial que la pendiente de estas construcciones no supere el 12% para asegurar un acceso eficiente y seguro durante las operaciones.

**b). Cruceros.** El desarrollo minero que se lleva a cabo para explorar tanto hacia arriba como hacia abajo de la veta tiene dimensiones que pueden variar, aunque generalmente mantiene la misma sección transversal que los niveles principales. Este tipo de desarrollo también se emplea para preparar los rebajes que se explotarán posteriormente. Las dimensiones específicas pueden ajustarse según el ancho de las vetas a ser extraídas.

**c). Frentes y contrafrentes.** Las obras mineras que se desarrollan a lo largo de la estructura mineralizada se emplean principalmente para la preparación de los rebajes futuros. Estas obras suelen ser más comunes en estructuras angostas y se diseñan de manera que la sección frontal no exceda las dimensiones de la estructura mineralizada, con el fin de evitar la dilución del material durante el proceso de extracción.

**d). Contrapozos.** Estas obras se utilizan principalmente con fines de exploración, ya que permiten delimitar las estructuras minerales y bloquear reservas. Una vez completada esta fase, se aprovechan para preparar los rebajes que serán explotados, facilitando el transporte del mineral y el tepetate. Además, sirven para la instalación de tuberías, caminos y para establecer circuitos de ventilación dentro de la mina.

**e). Rebajes.** Esta obra minera, para su preparación, implica la realización de varias de las obras previamente mencionadas. Incluye la construcción de los niveles superior e inferior para su delimitación vertical, un subnivel que permita realizar el primer corte de mineral, y una serie de contrapozos que se utilizarán como caminos, circuitos de ventilación, y para el manejo de metalera y tepetate, según corresponda. Una vez completadas estas fases de preparación, la obra podrá considerarse como un rebaje listo para producir un tonelaje constante, asegurando así el cumplimiento del programa de explotación.

El programa de obras mineras a desarrollar durante la etapa de operación será de **184,613 metros** y se desglosa en el cuadro siguiente.

**Cuadro II-12. Programa de obras mineras.**

OBRA MINERA	PROGRAMA DE OBRAS POR AÑO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rampas sección 5.0 x 4.5 m	393	245	490	980	980	980	1,471	1,471	1,471	1,471	1,961	167	167
Frentes 3.2 x 3.2; 5.0 x 5.0 m	827	589	1,244	2,488	2,488	2,488	3,731	3,731	3,731	3,731	4,975	5,031	5,031
Contrafrentes 3.7 x 3.7 m	658	254	508	1,016	1,016	1,016	1,524	1,524	1,524	1,524	2,033	0	0
Cruceros 4.0 x 4.0 m	883	359	718	1,437	1,437	1,437	2,155	2,155	2,155	2,155	2,874	0	0
Contrapozos 1.5 x 1.5 m	498	490	980	1,961	1,961	1,961	2,941	2,941	2,941	2,941	3,922	0	0
Robbins de ventilación 2.4 m	83	83	167	0	167	0	167	0	167	0	167	0	167

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

Total	2,055	4,109	7,884	8,051	7,885	11,993	11,827	11,994	11,828	15,936	5,205	5,372	5,206
-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------

OBRA MINERA	PROGRAMA DE OBRAS POR AÑO												TOTAL
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Rampas sección 5.0 x 4.5 m	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	14,246
Frentes 3.2 x 3.2; 5.0 x 5.0	5,031	6,289	6,289	6,289	6,289	6,289	6,289	6,289	6,289	6,289	6,289	6,289	114,300
Contrafrentes 3.7 x 3.7 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,599
Cruceros 4.0 x 4.0 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,765
Contrapozos 1.5 x 1.5 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,537
Robbins de ventilación 2.4 m	0	167	0	167	0	167	0	167	0	167	0	167	2,167
Total	6,631	6,465	6,632	6,466	6,633	6,467	6,634	6,468	6,635	6,469	6,637	3,693	184,613

**II.2.4.2. Minado**

El fundo minero de Metates ya tiene evaluado y cuantificado el mineral de interés, por lo tanto, se conocen las características geométricas de los cuerpos mineralizados, así como sus características estructurales y contenidos metálicos identificándose 2 cuerpos principales; **La Fortuna y San Miguel**. Por sus características de ancho y echado (inclinación de la veta), se utilizarán los sistemas de minado siguientes.

**a). Tumbé sobre carga.** Para la preparación de estos bloques con el método de tumbé sobre carga con inclinación de alrededor de 70° en la veta La Fortuna, se desarrollarán los frentes con una sección de 3.2 x 3.2 m, esta sección es la mínima requerida para la operación del equipo que se tiene contemplado, en la altura se contempla también la manga de ventilación ya que las frentes se desarrollan a partir de un cruceo de acceso en el cual estamos bajando el aire fresco a través de un contrapozo desarrollado para este fin. A medida que desarrollamos las frentes vamos conociendo el ancho real y las leyes de la veta, además cada 70 metros se colarán contrapozos entre niveles, estos nos servirán; como camino, servicios y ventilación al rebaje, además con estos contrapozos se delimitan los bloques de minado. A la par de la frente se desarrollará un contrafrente con sección de 3.7 x 3.7 m, a una distancia de 10 metros al bajo de veta, y a partir de ésta se cuelan los cruceros de extracción a la veta con espaciamiento entre cruceros de 10 metros, el objetivo de este contrafrente es iniciar el corte desde el techo del nivel sin dejar pilar. En este sistema de explotación el mineral es tumbado en capas, empezando desde la parte inferior del bloque hacia arriba, parte del mineral tumbado entre el 60% y 70% aproximadamente, es dejado en el rebaje, donde nos sirve como plataforma de trabajo y como soporte de las tablas, se realiza un rezagado continuo de mineral, para mantener una distancia entre el cielo y el piso de la rezaga del rebaje, apta para trabajar. La barrenación y el tumbé, se realizan turno a turno, y es solo por bancos horizontales escalonados con perforadoras neumáticas de pierna, a medida que se realiza la explotación se van dejando pilares normalmente seleccionados en los lugares de baja ley o donde prácticamente no paga, estos pilares son necesarios para dar estabilidad a las tablas del alto y el bajo, una vez terminado el tumbé el mineral es extraído en su totalidad. La extracción de mineral se realizará con Scoop – Tram, a través de la contra frente y sus cruceros de extracción, el mineral será cargado en camiones de acarreo tipo convencional para ser transportado al exterior de la mina.

**b). Corte y relleno.** El sistema utiliza el relleno de tepetate, siendo este el más indicado para el minado de vetas, mantos y en general cuerpos mineralizados cuyos ángulos de buzamiento sean mayores al de reposo del material fragmentado que contengan. Para la aplicación de este método, primero se prepara el rebaje delimitando la zona de explotación por medio de dos niveles y dos contrapozos; a esta operación se le denomina **bloqueo del rebaje**. Las dimensiones del rebaje o área de explotación se definen de acuerdo con el tipo de yacimiento, consistencia de las tablas y del mineral, calidad y ley de los valores, posición de los respaldos, tipo y disponibilidad del equipo de minado que se va a usar. Una vez que el rebaje ha sido delimitado, se procede a ejecutar las obras de preparación que consisten fundamentalmente en el *cuele* de una rampa ascendente o descendente que estará dando acceso al mismo, el *cuele* de uno o más contrapozos a partir del nivel de preparación hasta el nivel superior, cuya función será la de ventilación, camino de acceso y *tepetateros* del material de relleno que proviene de fuera del rebaje, ya sea de rezaga

de los desarrollos y/o de lugares designados para ello. Una vez concluidas las obras de preparación, se inician los trabajos de explotación propiamente dichos, para lo cual se harán cortes ascendentes a todo lo largo y ancho del rebaje, iniciando a partir de los contrapozos extremos o intermedios. Si se requiere que alguno de los contrapozos colados de nivel a nivel permanezca abierto durante todo el tiempo de la explotación del rebaje, se deberá proteger aquel dejando pilares de *costilla* en toda su extensión; en caso contrario, el contrapozo (usualmente empleado como *ventilación*) se irá perdiendo en su porción inferior, conforme ascienden los cortes de cabeza, la extracción se procede a efectuar cuando se termina el primer corte, una vez vacío se pasa a la siguiente etapa que es el relleno, esta maniobra se efectúa a través de los contrapozos que previamente se colaron cerca del rebaje, relleno una vez más se inicia el siguiente corte y así sucesivamente. Este método se efectúa en las secciones más anchas de la estructura, y donde por la inclinación menor de 55° la carga no se desplazaría a través del rebaje, en esta categoría entra la veta **San Miguel** que es una veta con inclinación que ronda entre los 30° y 40°, solo apta para este tipo de minado, en este sistema el costo es más alto ya que requiere más cantidad de obras adicionales; rampas, crucero de acceso los cuales se estarán pivoteando en cada corte, así como contrapozos tepetateros. El método se compone de 3 etapas que son; barrenación y tumba, rezagado de mineral y relleno de tepetate, el mineral es tumbado en capas horizontales empezando por la parte inferior del rebaje o bloque mineralizado hacia arriba, la barrenación se llevará a cabo con Jumbo electrohidráulico, el mineral tumbado es rezagado y cargado a camión por medio de Scoop Tram, posteriormente el hueco creado es relleno con tepetate sirviendo este relleno como soporte de las tablas y como piso para comenzar otro nuevo corte. Finalmente, se busca siempre tener ciclados los rebajes de tal manera de siempre tener carga disponible mientras un rebaje este en producción de mineral, se tendrá otro en proceso de relleno, el tepetate puede ser mineral de poco interés económico, o bien de las obras de preparación, siendo el caso del desarrollo de rampas, contra frentes, cruceros etc.

**c). Tumba por subniveles.** El método de tumba por subniveles propuesto se aplica a la explotación de vetas (anchas y angostas) con buzamiento muy pronunciado, el espesor del depósito puede ser variable, pero la ley del mineral debe ser bastante uniforme, dado que la mecánica de explotación no permite la selectividad del mineral. El material rocoso del *alto* y del *bajo*, así como el propio mineral debe ser relativamente competente; esto es, del tipo de material mecánicamente equivalente a aquel aplicable los métodos de rebajes abiertos. En el método de tumba por subniveles el mineral es tumbado a partir de los subniveles (colados previamente como obras de preparación), realizando cortes de piso en forma de banco de subnivel a subnivel, el mineral deberá caer o rodar por gravedad hasta los cruceros de extracción colados estratégicamente a la altura del nivel, el ancho o *claro* del rebaje estará limitado por la potencia o ancho de la veta, el rezagado se realiza en el nivel inferior por los cruceros de extracción, depositándolos en stocks de mineral.

**d). Cuartos y pilares.** Consiste en realizar excavaciones cuadradas o rectangulares denominadas salones dentro del yacimiento y dejando parte del cuerpo mineral entre los salones formando pilares. Los pilares sirven como soporte de la roca encajonante en el techo del cuerpo y son dejados en un patrón regular. El ciclo de minado incluye, barrenación y voladura, ventilación, amacice y rezagado. Por las variaciones tanto en inclinación como en espesor, se van a realizar las tres variantes de este método, para espesores menores de 5 metros, será el minado por cuartos y pilares clásico, para espesores de 5 a 12 metros, se hará por cuartos y pilares con relleno, en los bloques donde tengamos espesores mayores de 12 metros cuartos y pilares con relleno posterior. En esta última, variante los rebajes son preparados como en el método de Salones y Pilares convencional; con el cuele de frentes y cruceros en la parte inferior del cuerpo mineral, se dejan los pilares verticales en un patrón regular, la variación se encuentra en que posterior a realizar el primer corte el rebaje es relleno, dando así piso de trabajo para realizar el segundo corte en la parte superior, los pilares deben mantener la continuidad hasta llegar al alto del yacimiento, es decir, los pilares de los cortes superiores deben coincidir con los pilares inferiores, mantener la verticalidad de los pilares permite que las cargas de esfuerzos se apliquen efectivamente en los pilares. Por parámetros establecidos en base a los estudios de mecánica de rocas realizados, se determinó el desarrollo sobre el cuerpo de mineral de frentes de 4.7 metros de ancho x 4.7 metros de altura como máximo, cortando pilares de 4.7 x 4.7 metros, en este sistema al igual que en el Corte y Relleno todos los trabajos son mecanizados, barrenación con equipo electrohidráulico, rezagado y cargado con Scoop Tram y acarreo con camión.

El programa de minado y/o explotación del mineral durante la etapa de operación - mantenimiento (25 años) será de **6,426,779 toneladas** y el volumen anual se distribuye como se ilustra en la gráfica siguiente.

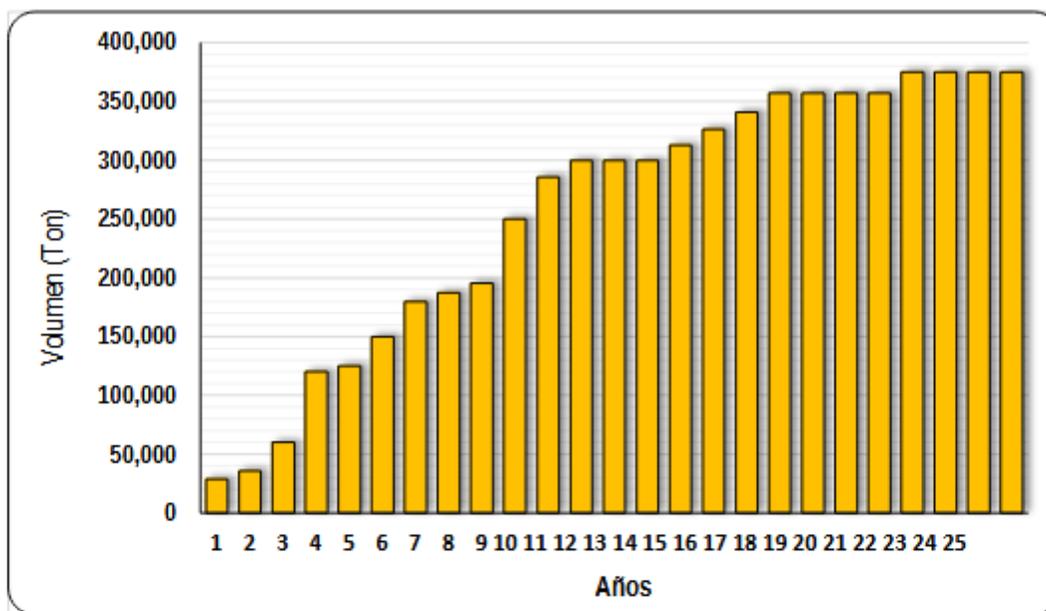


Figura II-4. Programa de explotación del mineral.

### II.2.4.3. Acarreo de mineral

Los camiones de tipo volteo serán empleados para el transporte del mineral, ya que su desempeño es el más adecuado dadas las condiciones del terreno. El material extraído de las vetas será trasladado inicialmente a una metalera en superficie y, posteriormente, enviado a plantas de beneficio que cuenten con maquinaria especializada para el procesamiento del mineral, incluyendo trituradoras, molinos y sistemas de separación por flotación o lixiviación, según corresponda. Para garantizar un flujo eficiente, se llevará un registro detallado del volumen explotado mediante una bitácora, permitiendo la sincronización de los tiempos de transporte y evitando obstrucciones en las maniobras o circulación fuera de las rutas establecidas. Asimismo, los vehículos recibirán mantenimiento preventivo de manera periódica para minimizar el riesgo de fugas de aceites y grasas en el sitio.

### II.2.4.4. Mantenimiento de la maquinaria y equipo

El sistema de mantenimiento adoptado será de tipo preventivo y correctivo, abarcando actividades como el cambio de aceites, filtros, válvulas, y reparaciones menores tanto mecánicas como eléctricas para los equipos de perforación, maquinaria y vehículos de transporte. Dada la naturaleza del trabajo en el interior de la mina, los mantenimientos preventivos se realizarán cada 200 horas de operación para la maquinaria de minado. Además, según las necesidades de los equipos, se llevará a cabo al menos un mantenimiento mensual. Las reparaciones mayores de equipo o maquinaria se gestionarán en la ciudad de Tepehuanes. En cuanto al mantenimiento del sistema de ventilación, se efectuará según se vayan presentando necesidades, pero se realizarán inspecciones semanales o mensuales para verificar su funcionamiento. Si se detectan fallas, se procederá con las reparaciones de forma inmediata para evitar demoras e incidentes que pudieran afectar la productividad en los frentes de trabajo.

### II.2.4.5. Tipo de servicio que se brindará en las instalaciones

Los servicios que proporcionan las instalaciones industriales al desarrollo de las obras mineras y minado de las vetas es el siguiente.

- a) **Infraestructura minera (instalaciones auxiliares).** Las instalaciones auxiliares, que incluyen oficina, almacén, taller, subestación eléctrica y cuarto de compresores, cumplirán una función clave en la provisión de recursos y medios necesarios para el desarrollo de las obras mineras. Estas instalaciones facilitarán la planificación logística, el almacenamiento de materiales y la administración tanto de insumos como de recursos humanos, apoyando así

el acceso y la explotación de las vetas. Asimismo, los patios de maniobras y servicios estarán destinados a almacenar los minerales extraídos y a suministrar la energía requerida para los equipos de perforación y ventilación.

- b) **Polvorines.** El almacenamiento de los explosivos que se emplearán en las actividades mineras se realizará cumpliendo con los estrictos requisitos de seguridad establecidos por la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos. Este proceso garantizará que se mantengan las condiciones necesarias para prevenir accidentes y asegurar el manejo adecuado de estos materiales peligrosos, en conformidad con las normativas legales correspondientes.
- c) **Robbins.** El sistema de ventilación en el interior de la mina se implementará con el fin de garantizar condiciones óptimas para la seguridad de los trabajadores, proporcionando un flujo de aire adecuado que mantenga niveles controlados de temperatura, humedad y concentración de gases, asegurando un ambiente seguro y saludable durante las actividades mineras.
- d) **Obras mineras.** Las obras mineras permitirán acceder a los frentes de minado de las vetas, facilitando las labores de explotación del mineral, que luego será transportado hasta la planta de procesamiento (metalera) en la superficie.

Es necesario que para la operación de los trabajos de la mina se lleven todas las medidas de seguridad de los trabajadores. Para este caso se implementará un programa de seguridad y mantenimiento de las instalaciones subterráneas.

#### **II.2.4.6. Tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos**

Durante las fases de construcción y operación, se generarán diversos tipos de residuos y emisiones, tales como sólidos, líquidos, gases y ruido en el sitio. Para mitigar estos impactos, se emplearán tecnologías y medidas de control, principalmente a través de los vehículos motorizados y las instalaciones auxiliares (taller). El manejo de estos residuos y emisiones se detalla a continuación:

**Emisiones a la atmósfera:** Los gases generados por los vehículos y maquinaria en las actividades de preparación del sitio, construcción y mantenimiento de la infraestructura se mantendrán dentro de los límites permitidos por la normatividad ambiental. Esto se logrará a través del mantenimiento preventivo regular de los vehículos. Los polvos generados, especialmente en los caminos de acceso y frentes de minado durante la barrenación, se controlarán mediante el rociado y humedecimiento de estas áreas.

**Descargas de aguas residuales:** El campamento generará aguas residuales, las cuales serán tratadas mediante el uso de biodigestores. Por otro lado, el agua proveniente de las excavaciones durante la construcción de los Robbins será recuperada a través de cárcamos de recuperación. Este sistema de tratamiento incluirá un cárcamo de lodos, un cárcamo espumante y un cárcamo de retorno, lo que permitirá almacenar el agua tratada para su posible reutilización en el proceso. Además, se dispondrán baños portátiles para el personal, los cuales serán gestionados por una empresa especializada y autorizada para el manejo de residuos sanitarios.

**Residuos sólidos generados:** Aunque se instruirá al personal a evitar la acumulación de residuos en las áreas de trabajo, es posible que se generen algunos envases rotos, bolsas de plástico u otros desechos. Estos serán recolectados y depositados en contenedores dispuestos en las áreas de trabajo, donde también se fomentará el reciclaje de los mismos.

**Emisiones de ruido:** Los ruidos generados por vehículos, maquinaria y herramientas se cuantificarán al inicio de las actividades. Para minimizar su impacto, se mantendrán todos los equipos en condiciones óptimas mediante mantenimiento preventivo. Además, el personal será provisto de equipo de protección auditiva para mitigar la exposición al ruido.

#### **II.2.4.7. Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, etc.**

Los sistemas y equipos utilizados en la explotación de los recursos minerales de las vetas subterráneas serán

trasladados al exterior de la mina para su reparación. En caso de fallas graves, estos equipos serán enviados a talleres especializados en la ciudad de Tepehuanes. Por lo tanto, no será necesario instalar un taller dentro de la mina para realizar reparaciones. Las actividades de mantenimiento preventivo, como el cambio de aceites, válvulas, filtros, conexiones, entre otros, se llevarán a cabo en el taller exterior, el cual estará equipado con un piso de concreto y cárcamos destinados a la recuperación de posibles derrames.

### **II.2.5. Abandono de sitio**

#### **II.2.5.1. Retiro de la infraestructura**

El proceso de desmantelamiento de la infraestructura minera implicará la remoción de equipos fijos y móviles que estuvieron relacionados con la operación, tales como tanques, generadores, polvorines, subestaciones, edificaciones, entre otros. Para ello, es esencial llevar a cabo un desmontaje minucioso que permita que los materiales que se encuentren en buen estado sean reciclados o reutilizados. Este procedimiento se aplicará a todos los equipos y estructuras localizadas en el almacén, oficina, taller, subestación eléctrica, compresores, metaleras y polvorín. Durante este proceso se deberán considerar las acciones siguientes:

1. Desmontaje de las estructuras metálicas, incluyendo rampas, escaleras, tanques y silos.
2. Retiro de las líneas eléctricas, tuberías, rieles, entre otros componentes.
3. Almacenaje temporal de los materiales que puedan ser reciclados o reutilizados.
4. Traslado de los equipos y materiales a sus respectivos lugares de confinamiento final.

Una vez que se haya completado el desmantelamiento y retiro de la infraestructura minera, se procederá a la demolición de las edificaciones, tanto de estructuras metálicas como de concreto. Al finalizar este proceso, no deben quedar residuos orgánicos ni inorgánicos que puedan impactar negativamente a las especies de fauna silvestre. En este punto, se determinarán las acciones a seguir para la disposición final de los residuos generados durante la demolición, como, por ejemplo, el uso de fragmentos de concreto en obras de retención del suelo.

Las principales actividades durante la demolición incluirán:

1. Desmontaje de estructuras metálicas mediante cortes realizados con soldadura.
2. Demolición de estructuras de concreto utilizando maquinaria pesada equipada con martillo demoledor.
3. Reciclaje de los residuos metálicos generados.
4. Apilamiento de los residuos de concreto en patios destinados a tal fin.

Este proceso de demolición se llevará a cabo de manera tal que se facilite la rehabilitación del área, buscando una topografía que se asemeje lo más posible al relieve original. En este sentido, las estructuras de concreto, como cimentaciones, plataformas u otras, deberán ser demolidas o fracturadas en bloques, preferentemente de un tamaño no mayor a 0.25 m<sup>3</sup>. Durante la demolición, se utilizará maquinaria que minimice los impactos ambientales, como el ruido y la generación de polvo.

#### **II.2.5.2. Cierre de las obras mineras subterráneas**

En el cierre definitivo de las minas subterráneas, las obras se ejecutarán de manera progresiva una vez que ya no sean necesarias para la explotación del mineral. Las actividades involucradas incluyen:

1. Cierre de accesos a la bocamina, ductos de ventilación y otros puntos de entrada, que se realizará mediante el uso de cimentaciones de concreto y puertas de acero reforzado. Esta medida tiene como objetivo evitar el acceso tanto de personas como de fauna doméstica y silvestre a las instalaciones mineras.
2. Desmontaje y retiro de equipos e instalaciones, incluyendo todas las instalaciones eléctricas fijas y móviles, así como los sistemas de conducción de aire y agua (mangueras y ductos). Además, se desmantelarán las estructuras metálicas, como edificaciones, tanques y silos.
3. Desmontaje y retiro de todos los equipos fijos y móviles, la instrumentación, los rieles, los sistemas de anclaje subterráneo, las tuberías y las válvulas.

4. Identificación y estabilización de posibles derrumbes en áreas críticas, como contrapozos, rampas y socavones. Estas áreas serán rellenadas con material estéril (tepetate) para garantizar su estabilidad y evitar futuros problemas estructurales.
5. Las obras mineras, como los cruceros, rampas, frentes, contrapozos y rebajes, serán cerradas de forma progresiva durante la etapa de operación, asegurando que no queden zonas de explotación activa al finalizar la vida útil de la mina.

En total, se contempla el cierre de 1 bocaminas y 2 contrapozos (Robbins). Este proceso garantizará la correcta rehabilitación del sitio, minimizando los riesgos ambientales y asegurando la estabilidad del terreno, contribuyendo a la protección de la fauna local y el entorno circundante.

### **II.2.5.3. Destino de las áreas ocupadas**

Una vez concluida la vida útil de las actividades mineras, la superficie ocupada por la infraestructura y metaleras será destinada al uso forestal. El objetivo será restaurar el área para que funcione como hábitat natural, favoreciendo la recuperación de las especies típicas de selva baja caducifolia. De esta manera, se garantizará que el uso del suelo se ajuste a su condición original, antes de ser alterado por la actividad minera.

### **II.2.5.4. Programa de restauración**

El objetivo principal durante la etapa de post-operación es la conservación del suelo desnudo en las áreas ocupadas por la infraestructura minera. Sin embargo, factores como las precipitaciones máximas extraordinarias pueden provocar el arrastre de partículas de suelo, lo que hace necesario implementar medidas que controlen los sedimentos, como las presas de gaviones. Estas estructuras, que se colocan transversalmente al flujo de escorrentía, están diseñadas para controlar la erosión hídrica y prevenir la formación de cárcavas o canalillos. Existen diversos tipos de presas, y la elección de la más adecuada dependerá de las características específicas de las cárcavas, el costo de construcción y los materiales disponibles en el sitio o región.

Con base en lo anterior, se ha diseñado un programa de control de azolves tanto en los sitios ocupados como en los cauces aguas abajo. Este programa tiene como objetivos principales:

1. Reducir la velocidad del escurrimiento y su capacidad erosiva sobre los suelos desnudos.
2. Minimizar la erosión hídrica.
3. Retener azolves y sedimentos.
4. Estabilizar el fondo de las cárcavas, evitando que se incrementen en profundidad o anchura.
5. Evitar el azolvamiento de cuerpos de agua, canales y otras infraestructuras hidráulicas situadas aguas abajo.
6. Fomentar la retención e infiltración de agua, favoreciendo la recarga de los acuíferos.

Considerando las condiciones específicas del sitio (pendientes, topografía, exposición y tipo de suelo), así como las características meteorológicas, se ha determinado que las obras más adecuadas para el control de los azolves son las presas de gaviones construidas con piedra. Estas estructuras se colocarán de manera estratégica en las laterales de los canales de concentración de aguas pluviales, con el fin de reducir la velocidad de escurrimiento y evitar que las aguas arrastren sedimentos hacia las zonas bajas.

Las presas de gaviones serán estructuras permanentes formadas por piedras de entre 20 y 40 centímetros de diámetro, dispuestas de forma que permitan el paso del agua (permeables), dentro de una malla de alambre galvanizado. Las dimensiones de las presas variarán según las características del sitio. El programa de restauración incluye la ubicación precisa de estas obras, sus dimensiones y las metas esperadas, y se detallará más a fondo en los apartados siguientes del plan de medidas de mitigación de los impactos ambientales.

### **II.2.5.5. Programa de reforestación**

La restauración de la vegetación en áreas impactadas es una de las principales acciones para asegurar la recuperación de la calidad del suelo y el equilibrio ecológico. La vegetación no solo contribuye a la incorporación de materia orgánica en los suelos desnudos, sino que también favorece la filtración de agua hacia el subsuelo, lo que ayuda a estabilizar la estructura física del terreno y mejora su capacidad de retención hídrica. Además, la reforestación con especies nativas tiene una importancia crítica, ya que permite la rápida estabilización del sitio, reduce los efectos visuales negativos del impacto y contribuye a la recuperación de la biodiversidad local.

Por lo tanto, la implementación de un programa de reforestación en las áreas afectadas es fundamental para restaurar los ecosistemas de manera sostenible y mitigar los impactos ambientales. Las actividades propuestas para este programa se detallan a continuación:

1. Cercado de las áreas de plantación: Para proteger las áreas a reforestar de disturbios como el pisoteo y ramoneo de ganado, se propone colocar cercas con alambre de púas alrededor del perímetro de cada polígono de reforestación. Esta medida garantiza que las plantas jóvenes puedan crecer sin ser dañadas por animales, favoreciendo su desarrollo.
2. Fomentar la revegetación herbácea y de pastos: Para mejorar la calidad del suelo y facilitar la regeneración de la vegetación, se promoverá la revegetación de especies herbáceas y pastos. Esta acción se apoyará con riegos esporádicos para asegurar el establecimiento inicial de las plantas, y el uso de suelo enriquecido con materia orgánica para mejorar las condiciones de crecimiento.
3. Colocación de rocas en curvas de nivel: Para prevenir la erosión del suelo y el arrastre de partículas por escurrimientos superficiales, se colocarán rocas de mayor tamaño a lo largo de las curvas de nivel del terreno. Esto contribuirá a reducir la velocidad del agua de escorrentía, favoreciendo la estabilidad del suelo.
4. Plantación de especies nativas: Se plantarán árboles originarios del tipo de vegetación característica del sitio, utilizando especies nativas que estén adaptadas a las condiciones locales. Estas especies no solo serán más resistentes a las condiciones del lugar, sino que también facilitarán la restauración de los ecosistemas naturales, favoreciendo la fauna local.
5. Meta de reforestación: La meta del programa de reforestación es cubrir un área de 1 ha como parte de las medidas de compensación ecológica. Esta meta tiene como objetivo mitigar los efectos negativos del CUSTF sobre el medio ambiente, especialmente en términos de emisión de CO<sub>2</sub>, contribuyendo a la captura de carbono y mejorando la calidad del aire.

El programa de reforestación se detallará en los apartados subsecuentes del plan de mitigación y restauración, donde se especificarán las especies seleccionadas, los plazos, los métodos de plantación, y las actividades de monitoreo y mantenimiento necesarias para garantizar el éxito a largo plazo de la restauración.

#### **II.2.5.6. Programa de abandono definitivo del sitio (monitoreo)**

##### **II.2.5.6.1. Objetivos**

A partir de la evaluación de los impactos ambientales adversos derivados de las actividades mineras propuestas, se han identificado y analizado las medidas necesarias para prevenir, mitigar y restaurar los posibles daños en la etapa de abandono del sitio. Este apartado propone un conjunto de acciones que proporcionan los elementos de control y seguimiento requeridos para garantizar la compatibilidad del sitio con el medio ambiente una vez concluida su vida útil.

En términos generales, los objetivos del programa de abandono definitivo del sitio son los siguientes:

1. Prevenir la ocurrencia de impactos adversos: La principal meta es evitar el deterioro ambiental que podría derivarse de las actividades de abandono. Esto implica implementar medidas preventivas que minimicen la posibilidad de daños al medio ambiente durante la fase de cierre y después de ella.
2. Atenuar los efectos negativos: En aquellos casos donde las medidas preventivas no sean viables, ya sea por limitaciones técnicas o económicas, se buscará mitigar los efectos negativos mediante soluciones alternativas que minimicen el impacto residual.

3. Promover la continuidad de los procesos naturales: Se pretende favorecer la restauración y la continuidad de los procesos ecológicos en el sitio, asegurando que, a largo plazo, el área se recupere de manera natural y sea capaz de integrar los procesos biológicos y físicos del entorno regional.
4. Integración armónica en el desarrollo regional: Es esencial que el cierre del sitio minero no sea un obstáculo para el desarrollo sostenible de la región. Las acciones de abandono deberán favorecer la integración del área al contexto regional, respetando los principios de sustentabilidad ambiental, social y económica. Esto incluye la restauración del paisaje y el uso de la tierra para fines compatibles con el desarrollo local.
5. Estas medidas tienen como fin asegurar un abandono responsable y adecuado del sitio, contribuyendo a la restauración ecológica, la seguridad ambiental y el bienestar de las comunidades circundantes.

#### **II.2.5.6.2. Actividades de rehabilitación, compensación y restitución**

Para lograr la integración de las áreas ocupadas por la infraestructura se tendrá un programa de actividades de rehabilitación, compensación y restitución después de concluir la vida útil, siendo las siguientes.

**Cuadro II-13. Programa de actividades durante el abandono del sitio.**

No.	Actividad	Componente por proteger	Período de ejecución	Meta
1	Retiro de la infraestructura auxiliar	Fauna	Anual	Total
2	Programa de reforestación	Flora	Anual	<b>1 ha</b>
3	Mantenimiento de la reforestación	Agua	Anual	Varios
4	Programa de control de azolves	Agua	Anual	Adim
5	Mantenimiento al programa de control de azolves	Flora y aire	Permanente	Adim
6	Limpieza y desazolve de las obras mineras clausuradas	Paisaje	Permanente	Adim
7	Realizar campañas de prevención de incendios forestales	Flora y fauna	Anual	1
8	Colocar letreros alusivos de protección de la fauna silvestre	Suelo y agua	Anual	2
9	Monitoreo	Agua	Anual	1 informe

#### **II.2.6. Utilización de explosivos**

En la fase de minado y construcción de las obras mineras, se emplearán explosivos en diversas cantidades para la extracción del mineral y la realización de las obras de preparación de la mina. Para este propósito, se utilizarán barrenos de 1 7/8" de diámetro, en los cuales se colocarán los explosivos necesarios. Para minimizar las vibraciones, se implementará el sistema de retardo NONEL, una tecnología avanzada en el mercado de explosivos que permite reducir significativamente las vibraciones y el ruido durante las voladuras. Este sistema optimiza la detonación controlada de cada barreno, evitando la acumulación de vibraciones y ruido generados durante las explosiones.

Como se mencionó previamente, el sistema de minado será subterráneo, por lo que será imprescindible realizar perforaciones mediante un equipo de barrenación (Jumbo) con un diámetro de 1 7/8" y una profundidad de 3 metros. Cada barreno se cargará con un cebo de alto explosivo, un iniciador Nonel y explosivos de baja densidad, como mexamón o un material similar. Los explosivos se almacenarán en los polvorines, y serán utilizados de acuerdo con el programa de minado para garantizar la seguridad y la eficiencia del proceso de extracción.

El uso de esta tecnología busca garantizar que las voladuras sean lo más controladas posible, minimizando impactos negativos en las estructuras cercanas, en el ambiente y en la salud de los trabajadores, a la vez que se optimiza la eficiencia en la extracción del mineral.

#### **II.2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera**

A lo largo de todas las etapas, se generarán residuos sólidos, líquidos y emisiones atmosféricas. Sin embargo, su volumen será mínimo debido a que la maquinaria utilizada será de carácter temporal y subterráneo. Se tomará especial cuidado en la recolección y disposición adecuada de los residuos, asegurando su confinamiento en los sitios habilitados para tal fin, en cumplimiento con las normativas ambientales.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se utilizará maquinaria para la edificación de instalaciones auxiliares, así como para el despalme, transporte de materiales e insumos. Además, se emplearán máquinas tipo

Robbins para la construcción de los pozos de ventilación. En la etapa de operación, las emisiones principales serán los gases y polvos derivados del minado y las actividades relacionadas con la explotación de las vetas. Sin embargo, se implementarán controles para asegurar que las emisiones permanezcan dentro de los límites establecidos, mediante un adecuado mantenimiento de los equipos y maquinaria, lo que permitirá mantener los niveles de emisiones en los valores permitidos.

La gestión apropiada de los residuos y la implementación de medidas de control para las emisiones garantizarán que las actividades se desarrollen de manera eficiente conforme a las normativas ambientales, minimizando los impactos ambientales.

### II.2.7.1. Residuos no peligrosos

#### ➤ Residuos sólidos

Los principales residuos sólidos por generar son; el suelo mineral y los residuos o restos vegetales producto del desmonte. El material vegetal será utilizado para proteger de la erosión del suelo acomodándolos de forma horizontal en las pendientes siguiendo el contorno de las curvas de nivel. Otros residuos que se considera se generarán en el transcurso de la obra son: papel, cartón, residuos orgánicos, latas y vidrio. En la etapa de preparación del sitio, construcción y operación - mantenimiento se tendrá mayor concentración de personas y por lo tanto mayor será la generación de estos residuos. El volumen estimado se presenta en el cuadro siguiente.

**Cuadro II-14. Residuos sólidos y de manejo especial generados.**

Etapa	Servicio asistencial		Comedor		Consumo instantáneo			Sanitarios		
	Bolsas de plástico	Papel	Botella de plástico	Bote de aluminio	Residuos de comida	Envoltura de productos (varios)	Utensilios de unicel	Utensilios de plástico	Botella de vidrio	Papel higiénico
	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año
	1.095	0.73	1.825	0.73	7.3	4.38	1.46	4.38	7.3	14.6
Preparación del sitio	24.64	16.43	41.0625	16.425	164.25	98.55	32.85	98.55	164.25	328.5
Construcción										
Operación-mantenimiento	49.28	32.85	82.125	32.85	328.5	197.1	65.7	197.1	328.5	657
Abandono	24.64	16.43	41.0625	16.425	164.25	98.55	32.85	98.55	164.25	328.5

#### ➤ Residuos líquidos

Para el desarrollo de las obras y actividades no se requerirán grandes cantidades de agua, solo la necesaria para la elaboración de mezclas de concreto para la construcción de las planchas y cuartos de material, la cual se transportará en camiones cisterna desde los poblados más cercanos. Las aguas residuales generadas en el campamento serán tratadas en un biodigestor, asegurando que las descargas cumplan con los niveles aceptables establecidos por la normativa.

Además, se instalarán cárcamos de almacenamiento para el agua que pueda generarse durante las perforaciones en la construcción de los pozos Robbins. Se dispondrá de un cárcamo para agua recuperada y uno para lodos. También se instalarán cárcamos adicionales para agua fresca, un cárcamo espumante y un cárcamo de retorno, donde se almacenará agua para su uso en la perforación. En cuanto a las aguas residuales provenientes de las letrinas portátiles, estas serán descargadas en los biodigestores del campamento. Si fuera necesario, se contratará una empresa especializada para el tratamiento final de las aguas residuales.

#### ➤ Emisiones a la atmósfera

Los caminos de acceso a las bocaminas o socavones generarán polvo el cual será minimizado con el rocío y humedecimiento del cuerpo carretero de una a dos veces por día mediante un camión cisterna de 5 mil litros de agua.

El uso de maquinaria, equipo y vehículos que utilizan combustibles fósiles provoca también emisiones a la atmósfera provenientes de la combustión de los automotores; éstas son poco representativas ya que se considera una rápida dispersión e integración a las zonas con vegetación en el área de influencia ambiental.

En la etapa de operación-mantenimiento se generarán emisiones a la atmósfera, producidas por los equipos y vehículos automotores. La composición de los contaminantes: Monóxido de Carbono, Hidrocarburos, Óxido de Nitrógeno, serán evaluados en el apartado de la evaluación ambiental de manera que se establecerán diversas medidas de prevención para reducir las emisiones a la atmósfera.

Para la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del uso de vehículos y maquinaria en el sitio, se empleó una metodología basada en el consumo de combustible y factores de emisión reconocidos. El procedimiento consistió en:

- i. **Identificación de vehículos y maquinaria:** Se determinaron los equipos a utilizar, su cantidad y el kilometraje anual estimado con base en las necesidades de operación.
- ii. **Cálculo del consumo de combustible:** Se aplicaron valores de rendimiento específicos para cada tipo de equipo, obtenidos de fuentes técnicas y fabricantes, considerando condiciones óptimas de operación.
- iii. **Determinación de emisiones de CO<sub>2</sub>:** Se utilizó un factor de emisión de 2.64 kg CO<sub>2</sub>/litro de diésel, conforme a la metodología del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2006) y la Environmental Protection Agency (EPA, 2022), lo que permite calcular las emisiones totales en toneladas anuales para maquinaria pesada y de 0.528 kg CO<sub>2</sub>/litro de gasolina para vehículos ligeros, mientras que para los demás equipos se emplearon factores de acuerdo con su huella.

**Cuadro II-15. Estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> por año.**

Vehículo / Maquinaria	Cantidad	kilómetros / año	Huella (CO <sub>2</sub> / km)	Emisiones CO <sub>2</sub> (Ton)
Jumbo	2	25	2.64	0.132
Pick UP	2	50	0.528	0.053
Scoop Tram	2	10	2.64	0.053
Camión volteo	2	23000	1.32	60.72
Compresores	2	8	1.76	0.028
Moto conformadora	1	100	1.76	0.176
<b>Total</b>				<b>61.16</b>

➤ **Emisiones de ruido**

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

**Cuadro II-16. Límites máximos permisibles en decibeles para vehículos y maquinaria.**

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

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

La principal fuente de emisiones de ruido a la atmósfera será la maquinaria utilizada en el minado y transporte del mineral, para su estimación se consideró una jornada de trabajo de 8 horas de exposición por persona, con protección auditiva y solo en la etapa de operación. La relación de áreas y niveles de ruido se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro II-17. Relación de áreas y ruidos.**

FUENTE	Etapa	SIN PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)	REDUCCIÓN CON EQUIPO DE PROTECCIÓN (Db)	CON PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)
Minado	Operación	85	17.7	67.3

Transporte	Operación	88	14.0	74.0
Compresores	Operación	85	6.0	79.0

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

#### b) Fuentes principales emisoras de ruido

Las principales fuentes emisoras de ruido serán las siguientes:

- Maquinaria pesada. Cuenta con silenciadores de fábrica.
- Camiones de volteo. Cuenta con silenciadores de fábrica.
- Camionetas tipo Pick Up. Cuenta con silenciadores de fábrica.
- Compresores. Operan en turnos de 8 a 10 horas, los obreros cuentan con equipo de protección auditiva.
- Minado de las vetas. Operan en turnos de 8 horas y, los obreros cuentan con equipo de protección auditiva.

Finalmente, es necesario mencionar que el sitio se localiza en las afueras del pueblo y, por tanto, los impactos por la generación de ruido a la población local serán nulos. Sin embargo, el transitar de los camiones puede ocasionar ruido que puede llegar a perturbar a la gente, por lo que será obligatorio el uso de silenciador de ruido y solo se les permitirá transitar en horarios de trabajo.

#### II.2.7.2. Residuos peligrosos

En la etapa de construcción - operación se genera la mayor cantidad de residuos peligrosos debido al desgaste y mantenimiento de la maquinaria utilizada. La recolección principalmente será en el almacén habilitado para este tipo de residuos y posteriormente ser trasladados hasta la ciudad de Tepehuanes (cambio de refracciones y mantenimiento menor). El manejo y disposición será a través de contenedores metálicos de 200 litros de capacidad y transportados al almacén hasta el momento de su transporte para su confinamiento final. Durante todas las etapas se evitará que los residuos entren en contacto directo con el suelo, por lo que durante el mantenimiento del equipo y maquinaria se utilizarán lonas o trapos absorbentes, con lo que se evita que estos residuos sean filtrados al suelo y contaminen el agua subterránea, en caso de que se presentes derrames, se removerá el suelo contaminado y se resguardará en el almacén de residuos peligrosos para enviarlo a una empresa especializada y autorizada para su tratamiento o confinamiento final. La cantidad para cada tipo de residuo fue estimada considerando la maquinaria que se utilizará como se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro II-18. Residuos peligrosos generados en las etapas de construcción y operación.**

Descripción del residuo	Código de peligrosidad						Cantidad mensual	Unidad
	C	R	E	T	I	B		
Aceites gastados (lubricantes)				x	x		150	Litros
Aceites gastados (hidráulicos)				x	x		70	Litros
Acumuladores usados	x			x			5	Unidades
Materiales sólidos impregnados con hidrocarburos:								
Filtros de aceite, trapos y estopas				x	x		13	Kg
Hules, mangueras, tapas, plásticos y cubetas				x	x		26	Kg
Envases vacíos de anticongelante y aceite de frenos	x			x	x		21	Kg
Cartón, papel, bolsas, polietileno				x	x		34	Kg
Lodos aceitosos				x	x		44	Kg
Contenedores metálicos vacíos impregnados con hidrocarburos				x	x		111	Kg

#### II.2.8. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

##### II.2.8.1. Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos generados en el área serán recolectados y transportados de manera continua hacia la cabecera municipal de Tepehuanes. Una vez en la cabecera, los residuos serán enviados al relleno sanitario ubicado en esta ciudad, el cual cumple con las normativas ambientales para su disposición final. Para optimizar el proceso de manejo de residuos y facilitar su tratamiento adecuado, se implementará un sistema de separación de acuerdo con sus características. Este sistema consistirá en la instalación de contenedores para la clasificación de residuos orgánicos e inorgánicos, que serán ubicados en puntos estratégicos de los frentes de trabajo. Los contenedores estarán claramente identificados y cumplirán con las especificaciones técnicas necesarias para garantizar su funcionalidad y durabilidad.



Figura II-5. Ejemplo de contenedores para los residuos sólidos generados.

### II.2.8.2. Residuos peligrosos

Todos los residuos peligrosos generados en el sitio serán gestionados de acuerdo con las normativas ambientales y de seguridad correspondientes. Estos residuos serán recolectados de forma segura en recipientes adecuados, que cumplirán con las especificaciones técnicas necesarias para evitar cualquier tipo de fuga, filtración o exposición. Una vez almacenados temporalmente en el sitio, los residuos serán transportados bajo estrictas condiciones de seguridad hacia almacenes de residuos peligrosos debidamente autorizados en la ciudad de Tepehuanes. Durante todo el proceso, se llevará un registro exhaustivo mediante bitácoras de control, que permitirá hacer un seguimiento detallado de la cantidad, tipo y manejo de dichos residuos. Posteriormente, los residuos serán entregados a las empresas debidamente autorizadas para su transporte y confinamiento final en instalaciones especializadas, las cuales cuentan con la infraestructura necesaria para garantizar su disposición segura y el cumplimiento de las regulaciones ambientales.

### II.2.8.3. Residuos de manejo especial

Los residuos de manejo especial, tales como pedazos de madera, piezas de acero, concreto, cables, llantas usadas, entre otros, generados como resultado de las actividades mineras, serán gestionados siguiendo procedimientos ambientales responsables. Estos residuos serán recolectados de manera periódica, con una frecuencia mensual, para asegurar una correcta disposición y evitar su acumulación en el sitio. Una vez recolectados, serán transportados de manera trimestral a los centros de acopio ubicados en la ciudad de Tepehuanes, donde serán clasificados y preparados para su posterior reciclaje o reutilización, dependiendo de las características específicas de cada tipo de residuo.

El transporte y manejo de estos residuos estarán a cargo de prestadores de servicios especializados, debidamente autorizados por la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SRNyMA) del gobierno del estado de Durango. Estos prestadores de servicios garantizarán que el proceso cumpla con todas las normativas ambientales vigentes, minimizando riesgos para la salud humana y el entorno natural. Además, se llevará un registro detallado de la cantidad y tipo de residuos generados, así como de las fechas y condiciones del transporte, con el fin de asegurar el seguimiento adecuado del manejo de los residuos a lo largo de todo el proceso.

### II.2.8.4. Aguas residuales

La mayor parte de los residuos generados durante las actividades mineras provendrán del campamento destinado al alojamiento del personal que trabajará en la obra. En este campamento, se dispondrán fosas sépticas para el tratamiento de las aguas residuales generadas por las actividades cotidianas del personal. El servicio sanitario para este campamento, ya establecido, contará con un sistema de tratamiento de aguas negras basado en el BIO-REACTOR ANAERÓBIO INTEGRADO, diseñado para optimizar la descomposición de la materia orgánica de manera eficiente y ambientalmente responsable.

Este sistema de tratamiento opera en dos fases principales. Inicialmente, el proceso es aeróbico, lo que significa que las bacterias descomponen rápidamente la materia orgánica utilizando el oxígeno disponible en la cámara. Este proceso acaba con el oxígeno contenido en la cámara y en el agua de arrastre, lo que prepara el ambiente para la fase anaeróbica. En esta segunda fase, las bacterias anaeróbicas inician el ciclo de putrefacción, donde los componentes orgánicos se disgregan en elementos simples, principalmente minerales, mientras que se generan gases como amoníaco, dióxido de carbono y metano. Los minerales resultantes se sedimentan, mientras que algunos de estos permanecen en suspensión, lo que permite una purificación continua del agua.

Además de la infraestructura del campamento, en los frentes de trabajo se instalarán sanitarios portátiles para garantizar la comodidad y la higiene del personal que labora en la zona. Estos sanitarios portátiles estarán sujetos a un servicio de recolección y tratamiento por parte de empresas debidamente registradas y autorizadas por las autoridades ambientales del estado de Durango. Estas empresas garantizarán que el tratamiento de las aguas residuales y la disposición final de los residuos cumplan con las normativas ambientales vigentes, minimizando cualquier impacto negativo en el entorno y contribuyendo al manejo responsable de los desechos.

### **II.2.9. Otras fuentes de daño**

Considerando las obras y actividades contempladas en el programa de trabajo, no se ha identificado ningún riesgo significativo de contaminación térmica, radiactiva o lumínica al ambiente, dado que no se utilizarán equipos, herramientas ni aparatos que puedan generar estos tipos de contaminación. Las obras y actividades se llevarán a cabo siguiendo las mejores prácticas y medidas de seguridad para minimizar cualquier posible impacto negativo en los ecosistemas circundantes.

En cuanto a los posibles accidentes, uno de los escenarios contemplados es la explosión del polvorín. Sin embargo, este riesgo ha sido evaluado y se ha tomado en cuenta su ubicación estratégica fuera del área de impacto tanto para los trabajadores de la mina como para la población en general, a una distancia superior a los 500 metros. El polvorín estará construido con materiales resistentes y reforzados, como concreto de alta resistencia, lo que contribuirá a garantizar su estabilidad estructural y reducir cualquier riesgo de fuga o explosión. Además, se implementarán medidas de seguridad adicionales, como la instalación de un sistema de candados en la puerta de acceso, para restringir el ingreso de personal no autorizado y minimizar el riesgo de accidentes.

Para reforzar la seguridad, los polvorines estarán protegidos por una barda perimetral de seguridad que impedirá el acceso no solo de personas no autorizadas, sino también de animales o fauna silvestre local, lo que contribuirá a reducir aún más el riesgo de accidentes o situaciones de peligro.

## **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y USO DEL SUELO**

### **🚩 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030**

#### **1. Desarrollo y expansión de infraestructura civil:**

Las obras y actividades contribuirán directamente a la expansión de la infraestructura civil en las zonas de intervención, mejorando significativamente las condiciones de vida de los estados y municipios involucrados. Dentro de los objetivos del PND, se establece la necesidad de modernizar y ampliar la infraestructura básica, como el transporte, el abastecimiento de agua potable, el manejo de residuos, y la energía, aspectos que estarán estrechamente relacionados con las actividades mineras propuestas.

#### **2. Promoción y desarrollo de actividades productivas:**

El PND subraya la importancia de fortalecer las actividades productivas, especialmente en las zonas rurales y marginadas, con el objetivo de crear fuentes de empleo y generar un crecimiento económico que beneficie a las comunidades locales. Las actividades mineras propuestas se vinculan directamente con este objetivo, ya que promoverán la creación de empleos directos e indirectos, tanto en la fase de construcción como en la operación de las actividades mineras. Además, se impulsarán iniciativas para el desarrollo de cadenas productivas regionales, como el suministro de materiales locales, lo que permitirá generar ingresos adicionales a las comunidades cercanas. La promoción de actividades productivas sustentables es una prioridad que está alineada con las políticas públicas del PND, que buscan diversificar las fuentes de empleo y fortalecer la capacidad productiva de los estados con mayor rezago económico.

### *3. Modernización y fortalecimiento de las instituciones locales:*

Una de las principales estrategias del PND es la modernización de las instituciones locales para mejorar la gobernanza, la gestión pública y la implementación de políticas públicas. En este sentido, también contribuirá al fortalecimiento de las capacidades de las instituciones locales en materia de gestión ambiental, seguridad industrial y regulación minera. A través de la implementación de programas de capacitación y el cumplimiento de normativas estrictas, se proporcionará a las autoridades locales herramientas y conocimientos para gestionar eficazmente los recursos naturales y fomentar una explotación minera responsable. Además, el fortalecimiento de las instituciones locales permitirá mejorar los mecanismos de participación ciudadana, asegurando que las comunidades puedan expresar sus inquietudes y colaborar en la toma de decisiones relacionadas con el programa de trabajo.

### *4. Ampliación de la Base Tecnológica de la Región:*

El PND destaca la importancia de la innovación tecnológica para el desarrollo económico y la competitividad. Las obras y actividades facilitarán la incorporación de tecnologías avanzadas en el proceso de extracción y procesamiento de minerales, lo que permitirá no solo mejorar la eficiencia operativa, sino también reducir el impacto ambiental asociado a las actividades mineras. La utilización de tecnologías más limpias y eficientes, como los sistemas de tratamiento de aguas residuales y la gestión responsable de residuos sólidos, será una parte integral del plan de manejo ambiental, lo que contribuirá a la ampliación de la base tecnológica en la región. Además, se fomentará la transferencia de tecnología a las comunidades locales, promoviendo el desarrollo de habilidades en áreas técnicas que aumenten las capacidades productivas y laborales de los habitantes de las zonas de influencia.

### *5. Crecimiento económico sostenido y sustentable:*

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 hace hincapié en la necesidad de un crecimiento económico que no solo sea sostenido, sino también sustentable, teniendo en cuenta la preservación de los recursos naturales y la mitigación de los impactos ambientales. Las actividades propuestas estarán diseñadas para garantizar un equilibrio entre el desarrollo económico y la protección del medio ambiente. Se implementarán prácticas de manejo responsable de los recursos naturales, como la minimización del consumo de agua y energía, así como la restauración de los sitios explotados una vez que la mina entre en su fase de cierre. Además, se tomará en cuenta la biodiversidad local, implementando medidas para mitigar cualquier impacto negativo sobre los ecosistemas circundantes.

### *6. Preservación del medio ambiente y los recursos naturales:*

Dentro de la estrategia del PND, la preservación ambiental es un pilar fundamental. El plan de manejo ambiental se compromete a seguir estrictas regulaciones ambientales para minimizar la huella ecológica. Las actividades mineras propuestas se llevarán a cabo de acuerdo con las mejores prácticas nacionales e internacionales en términos de gestión ambiental. El monitoreo continuo de la calidad del aire, agua y suelo, así como la implementación de planes de manejo ambiental, serán prioritarios para garantizar que la explotación minera no degrade el entorno natural. Asimismo, se contempla la restauración de los ecosistemas afectados durante el ciclo de vida de la mina, contribuyendo a la recuperación de la biodiversidad y la rehabilitación de áreas degradadas. Con la implementación de medidas de mitigación, compensación y restauración se busca minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente y los recursos naturales.

## Programa Forestal y de suelos del estado de Durango

De acuerdo con los objetivos establecidos en el Programa Forestal y de Suelos del Estado de Durango, en particular en lo que respecta a la creación de infraestructura para el desarrollo e integración territorial, se destaca que el progreso de las comunidades requiere de una modernización integral de la infraestructura, que permita no solo el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, sino también la creación de condiciones para el desarrollo económico y social. Este enfoque está alineado con la necesidad de transformar las estructuras productivas locales, promoviendo el uso eficiente y responsable de los recursos naturales, como los bosques, suelos y aguas, mediante prácticas que no solo impulsen la productividad, sino que también aseguren la conservación y restauración de los ecosistemas.

En este contexto, las obras y actividades responden a los principios de este programa al integrar la infraestructura necesaria para un desarrollo territorial equilibrado, que favorezca tanto a las comunidades rurales como urbanas de Durango. El establecimiento de fuentes de empleo sostenibles es uno de los pilares de este programa, y la minería, cuando se lleva a cabo de manera responsable y planificada, puede generar una significativa cantidad de puestos de trabajo directos e indirectos, impulsando la economía local y mejorando las condiciones de vida de los habitantes.

Además, el programa reconoce que la modernización de la infraestructura no solo se refiere a la construcción de obras civiles, sino también a la implementación de tecnologías limpias y sostenibles, que permitan un uso más eficiente de los recursos naturales. En este sentido, las actividades se alinearán con las estrategias de manejo forestal sustentable y protección del suelo, asegurando que se utilicen prácticas de restauración ecológica en las áreas afectadas por las operaciones mineras. Esto contribuirá a la recuperación de los ecosistemas, al mismo tiempo que se mantiene el desarrollo de la región.

Asimismo, al fomentar la creación de empleos, se tiene el potencial de generar beneficios directos a las comunidades marginadas, especialmente aquellas ubicadas en zonas serranas o rurales, contribuyendo a la reducción de la pobreza y la marginación social. Se impulsará la capacitación de la mano de obra local, lo que incrementará las capacidades productivas y el capital humano de la región, con la posibilidad de aplicar estos conocimientos en otras áreas del desarrollo regional, fortaleciendo la integración económica y social de las comunidades más aisladas.

En resumen, las obras y actividades se articulan con los objetivos del Programa Forestal y de Suelos del Estado de Durango, ya que no solo busca la modernización de la infraestructura para mejorar las condiciones de vida, sino también garantizar que el uso de los recursos naturales se realice de manera sustentable, con el fin de promover un desarrollo económico y social integral, especialmente en las comunidades más necesitadas.

#### **Áreas Naturales Protegidas y Plan Estatal de Desarrollo**

En cuanto a las áreas naturales protegidas (ANP) establecidas en el estado de Durango, es importante destacar que las actividades propuestas no interfieren con los planes de manejo ni con las políticas de conservación de dichas áreas. El sitio ha sido cuidadosamente seleccionado, asegurando que se mantenga una distancia prudente y que las actividades mineras no afecten los ecosistemas sensibles ni las zonas con alta biodiversidad protegida por la normativa ambiental vigente. Esto garantiza que no se vulneren los objetivos de conservación ni se alteren los procesos naturales dentro de estas áreas.

Respecto a la regulación sobre el uso del suelo, se llevaron a cabo las consultas pertinentes a los planes de ordenamiento ecológico estatal, donde se verificó que las obras y actividades propuestas no están sujetas a restricciones en el sitio. Los resultados de estas consultas aseguran que no existen limitaciones normativas que impidan el desarrollo de las actividades mineras, siempre y cuando se cumpla con los requisitos establecidos en las leyes y regulaciones ambientales del estado de Durango. Esto refuerza la viabilidad legal y su compatibilidad con los instrumentos de planificación territorial del estado.

En el marco del Plan Estatal de Desarrollo de Durango, uno de los principales objetivos es impulsar actividades productivas sustentables en las comunidades alejadas de los centros urbanos, especialmente aquellas que enfrentan altos niveles de marginación y pobreza extrema. Las obras y actividades se enmarcan dentro de este objetivo, pues tiene el potencial de generar empleo local, mejorar las infraestructuras regionales, y fomentar el desarrollo económico en áreas rurales. Además, el enfoque sustentable que se aplicará durante las operaciones asegura que la explotación de los recursos naturales se realice de manera responsable, promoviendo tanto el crecimiento económico como la

conservación ambiental a largo plazo. Por lo tanto, las obras y actividades propuestas están en completa concordancia con los instrumentos normativos establecidos tanto a nivel estatal como federal.

La planificación y ejecución del programa de actividades se alinean con las políticas de desarrollo territorial y de uso sustentable de los recursos naturales, lo que favorece su integración en el marco de desarrollo regional establecido por las autoridades competentes. Este enfoque garantiza que las actividades mineras contribuirán al mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de las comunidades rurales, sin comprometer el bienestar ambiental ni cultural de la región.

### III.1. Programa de desarrollo municipal de Tepehuanes

El **Plan de Desarrollo Municipal de Tepehuanes 2022-2025** establece una serie de objetivos estratégicos enfocados en el desarrollo económico, la sostenibilidad ambiental y el bienestar social de la población, especialmente en las áreas rurales y marginadas. En este sentido, el proyecto minero propuesto se alinea perfectamente con los objetivos específicos del plan, contribuyendo de manera significativa al cumplimiento de estos. A continuación, se detallan los objetivos específicos vinculados con el proyecto:

#### 1. Fortalecimiento de la infraestructura básica en el municipio:

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto minero contribuirá al desarrollo de infraestructura vial y la mejora de la conectividad en Tepehuanes, facilitando no solo las operaciones mineras, sino también el acceso a comunidades rurales y marginadas, lo que mejorará el transporte de productos y el acceso a servicios básicos. Esta mejora en la infraestructura es fundamental para el crecimiento económico y social del municipio.

#### 2. Generación de empleo local y mejora de las condiciones laborales en comunidades rurales:

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto tiene como objetivo crear empleos directos e indirectos, especialmente en las comunidades cercanas a las actividades mineras. Esto está alineado con el objetivo del plan de reducir la marginación y pobreza en las zonas rurales de Tepehuanes, ofreciendo oportunidades laborales estables y capacitación técnica en minería y desarrollo sostenible.

#### 3. Promoción del aprovechamiento responsable y sustentable de los recursos naturales:

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto minero se llevará a cabo bajo estrictas normas ambientales, siguiendo las políticas de manejo sostenible de recursos naturales del plan municipal. Las actividades mineras se ejecutarán con prácticas que minimicen los impactos ecológicos, como el control de la contaminación, la rehabilitación de los ecosistemas afectados y la protección de fuentes de agua, garantizando que el aprovechamiento de los recursos no comprometa el equilibrio ecológico de la región.

#### 4. Fomento al desarrollo de actividades productivas sustentables en comunidades alejadas de los centros urbanos:

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto minero está diseñado para impulsar el desarrollo económico de las comunidades más alejadas de Tepehuanes, alineándose con el objetivo de promover actividades productivas sustentables que ayuden a reducir los niveles de pobreza extrema. La minería responsable contribuirá a la diversificación económica, lo que permitirá a las comunidades locales acceder a nuevas oportunidades de ingresos y mejorar su calidad de vida.

#### 5. Mejora de la infraestructura educativa y sanitaria en las zonas de influencia del proyecto:

**Vinculación con el proyecto:** En el marco del proyecto minero, se destinarán recursos para la mejora de servicios básicos, particularmente en el área sanitaria al gestionar de manera adecuado los desechos. Este compromiso con el bienestar de la población local contribuirá a cumplir con los objetivos del Plan Municipal de mejorar el acceso a servicios esenciales en las zonas rurales, fortaleciendo la infraestructura sanitaria.

#### 6. Desarrollo de capacidades humanas y fortalecimiento del capital social local:

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto minero tiene un enfoque de capacitación constante de la mano de obra local, mejorando las habilidades y competencias de los trabajadores en áreas relacionadas con la minería, la gestión ambiental y la sostenibilidad. Esto está alineado con el objetivo del plan de fortalecer el capital humano y fomentar el

desarrollo de habilidades técnicas que permitan a la población local participar activamente en las actividades productivas del municipio.

*7. Conservación de áreas naturales y protección del patrimonio cultural:*

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto respeta y cumple con las políticas de conservación del patrimonio natural y cultural del municipio. Durante la ejecución de los trabajos, se ha garantizado que las actividades mineras no interfieran con las áreas naturales protegidas ni con los sitios arqueológicos identificados en la región, cumpliendo con las normativas y regulaciones de protección del medio ambiente y el patrimonio cultural, tal como lo establece el Plan Municipal.

### III.2. Plan estatal de desarrollo

El Plan de Desarrollo Estatal de Durango (2023-2029), en su **Eje 2: Durango Competitivo, Próspero y de Oportunidades**, establece una visión clara para el impulso de la inversión pública y privada, la infraestructura estratégica y la productividad regional, buscando generar empleos y mayores oportunidades de crecimiento económico. El **objetivo 2.1** del plan, enfocado en potenciar el crecimiento sostenido y la creación de empleos, destaca la necesidad de identificar y aprovechar las ventajas competitivas regionales. A través de un análisis profundo de las propuestas recabadas, el gobierno estatal ha determinado las temáticas prioritarias que guiarán el diseño e implementación de políticas públicas para mejorar la educación, el empleo, los recursos naturales, el turismo, la infraestructura, la salud y el arte y cultura en el estado.

En el contexto del aprovechamiento de los recursos naturales, el **objetivo 2.10** se orienta hacia promover la minería metálica y no metálica como un detonante económico clave para las regiones del estado, mediante un enfoque integral que combine el potencial minero con políticas públicas sostenibles. Este objetivo pone énfasis en la creación de empleos y la generación de valor agregado, mientras se asegura la protección de los recursos naturales y la biodiversidad. Además, se destaca el apoyo a pequeños y medianos empresarios del sector minero, promoviendo prácticas responsables y sustentables.

A continuación, se detallan las estrategias y líneas de acción del Plan Estatal vinculables con las obras y actividades del proyecto minero propuesto, que no solo contribuirán a la competitividad y prosperidad de la región, sino también a la sostenibilidad económica y ambiental:

#### **Estrategias y Líneas de Acción Vinculables:**

*1. Impulsar inversiones que consoliden el desarrollo sostenido del sector minero:*

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto minero propuesto es un motor de inversión para la región, alineado con el impulso estatal para atraer inversión pública y privada, lo que generará un crecimiento económico sostenible en el municipio de Tepehuanes y áreas circundantes. La consolidación del sector minero contribuirá a fortalecer la infraestructura local y las oportunidades de empleo.

*2. Apoyar a la pequeña minería para la identificación de lotes viables de exploración y la cubicación de reservas explotables:*

**Vinculación con el proyecto:** Se contemplan programas de identificación de reservas explotables dentro del proyecto, lo que contribuirá al desarrollo de la pequeña minería en el estado. A través de esta acción, se promoverá el aprovechamiento eficiente de los recursos minerales de la región, optimizando su extracción de manera responsable.

*3. Generar programas de capacitación a favor de la pequeña y gran minería:*

**Vinculación con el proyecto:** En el marco del proyecto, se implementarán programas de capacitación técnica para los trabajadores locales, enfocados tanto en pequeña como en gran minería, lo que fortalecerá el capital humano de la región y aumentará la productividad del sector minero. Esto contribuirá al cumplimiento de estándares técnicos y a la mejora de las condiciones laborales.

*4. Brindar acompañamiento a las empresas mineras y comunidades para el cumplimiento de normas y regulaciones en la materia:*

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto se desarrollará en cumplimiento con las normas ambientales y de seguridad que regulan las actividades mineras. Se establecerá un sistema de acompañamiento y asesoría tanto a las empresas mineras como a las comunidades locales, para asegurar que las actividades se realicen de manera responsable y respetuosa con el medio ambiente.

5. *Establecer una vinculación permanente con las autoridades competentes para la exploración y explotación de la minería metálica y no metálica:*

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto minero buscará establecer una vinculación constante con las autoridades competentes (tanto federales como locales) para la correcta exploración y explotación de los recursos minerales. Esta coordinación garantizará que las actividades se realicen conforme a las regulaciones legales y ambientales vigentes, promoviendo la sostenibilidad del proyecto.

6. *Crear programas para la generación de valor agregado en el sector:*

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto impulsará la generación de valor agregado al promover procesos de transformación de los minerales extraídos, buscando alternativas para su reutilización y reciclaje en la cadena productiva local. Esto diversificará las fuentes de ingresos y fomentará el desarrollo económico sostenible.

7. *Generar alianzas con las empresas para fortalecer el desarrollo de las comunidades mineras:*

**Vinculación con el proyecto:** Se impulsarán alianzas estratégicas entre las empresas mineras y las comunidades locales, para fortalecer el desarrollo social y económico en las áreas rurales del municipio de Tepehuanes. El proyecto buscará, en todo momento, generar beneficios mutuos que fortalezcan la infraestructura local, el empleo y las capacidades productivas de la comunidad.

### III.3. Plan nacional de desarrollo

El desarrollo sustentable debe ser la piedra angular de todas las actividades emprendidas por la administración pública federal. Por ello, las estrategias y programas de las diversas dependencias y organismos se diseñan bajo el principio de integrar tres componentes fundamentales: beneficio social, desarrollo económico y protección del medio ambiente y los recursos naturales. Esta visión integral busca garantizar un crecimiento equilibrado que atienda tanto las necesidades de las comunidades como la preservación de los ecosistemas a largo plazo, asegurando así un desarrollo que no comprometa las generaciones futuras.

En este contexto, las obras y actividades propuestas están completamente alineadas con los objetivos del **Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030**, que promueve el desarrollo regional de las zonas rurales, focalizando esfuerzos en integrar las actividades económicas dentro de un marco de sustentabilidad. Esto implica no solo la promoción y desarrollo del campo mexicano, sino también el fortalecimiento de las instituciones locales y la ampliación de la base tecnológica en las regiones rurales. La estrategia busca fomentar un crecimiento económico sostenible mediante la creación de empleos locales y la preservación de los recursos naturales.

Una de las prioridades del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 es la reactivación económica, con un enfoque claro en el fortalecimiento del mercado interno y la creación de empleos productivos, estables y bien remunerados. Este objetivo se complementa con una política de recuperación salarial que impulse el poder adquisitivo de la población. En este sentido, el proyecto propuesto contribuye directamente a estos objetivos nacionales, ya que no solo reactiva la economía de la región, sino que también genera empleos bien remunerados y permanentes, promoviendo el desarrollo regional y mejorando las condiciones de vida de los habitantes de las áreas rurales, en particular de las zonas serranas como Tepehuanes.

La creación de empleos directos e indirectos en las actividades de exploración, explotación minera y desarrollo de infraestructura vinculadas a este proyecto representa una oportunidad para mejorar la calidad de vida en las comunidades cercanas, al proporcionar fuentes de ingresos estables que contribuyan a la reducción de la pobreza y a la igualdad de oportunidades. Adicionalmente, el enfoque sustentable del proyecto asegura que estos beneficios se

alcancen sin comprometer el entorno natural, respetando las normativas ambientales y promoviendo la restauración de los ecosistemas impactados.

➤ **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) vinculados al proyecto:**

**ODS 8** (Trabajo decente y crecimiento económico): La generación de empleos en el proyecto contribuirá a la mejora de las condiciones laborales y el crecimiento económico local.

**ODS 12** (Producción y consumo responsables): El enfoque del proyecto en la sostenibilidad de los recursos naturales y el cumplimiento con las regulaciones ambientales asegura una explotación responsable y un manejo eficiente de los recursos.

**ODS 13** (Acción por el clima): Las estrategias para minimizar las emisiones y proteger los ecosistemas naturales contribuyen a la mitigación del cambio climático en la región.

**ODS 15** (Vida de ecosistemas terrestres): A través de la implementación de estrategias de restauración ecológica, el proyecto contribuirá a la preservación y restauración de la biodiversidad local.

En resumen, las obras y actividades propuestas no solo están alineadas con los objetivos del **Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030**, sino que también refuerzan los principios del desarrollo sustentable y contribuyen al cumplimiento de los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**. A través de un enfoque integral que combina crecimiento económico, bienestar social y protección ambiental, el proyecto constituye una oportunidad estratégica para impulsar el desarrollo sostenido en las zonas rurales de Durango, al tiempo que genera empleos de calidad y contribuye a la reactivación económica del estado.

### **III.4. Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales**

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

### **III.5. Análisis de los instrumentos normativos**

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

#### **III.5.1. Leyes**

#### **Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)**

Las obras y actividades propuestas están vinculadas al cumplimiento con lo establecido en el artículo 28, *fracción III* de la LGEEPA, respecto a la explotación de recursos minerales, por lo tanto, se requiere de la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental en cumplimiento con el artículo 30 de la misma ley, esta manifestación 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.

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

(...)

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

### **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)**

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

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

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

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

### **Ley General de la Vida Silvestre**

El **artículo 60** menciona que la Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de actividades de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados.

Se han establecido actividades para rescate de especies de fauna silvestre para asegurar su supervivencia en cumplimiento de esta ley, las actividades de rescate se realizarán en caso de encontrar algún espécimen lo cual resulta poco probable, debido a las condiciones del sitio, el cual ya sufrió cambios por actividades antrópicas. Además, dentro del monitoreo se establecerán estrategias para cuantificar la abundancia y diversidad de la fauna silvestre local.

### **Ley de Aguas Nacionales**

Las obras y actividades no consideran el aprovechamiento de los cuerpos de agua existentes. Es aplicable el Título Séptimo Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental; Capítulo I Prevención y Control de la Contaminación del Agua, que señala que las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de ley de implementar las medidas prioritarias siguientes:

- Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y
- Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.

### **Ley Minera**

Las obras mineras propuestas se refieren únicamente a la **explotación** de minerales, como lo indica el **artículo 3 fracción II** de la Ley Minera que a la letra dice: *Las obras y trabajos destinados a la preparación y desarrollo del área que comprende el depósito mineral, así como los encaminados a desprender y extraer los productos minerales o sustancias existentes en el mismo.*

Se da cumplimiento con las obras y actividades propuestas al segundo párrafo del **artículo 20 de la Ley de Minería** que a la letra dice; *Quedan prohibidas las obras y trabajos de exploración, explotación y beneficio minero dentro de las áreas naturales protegidas, en cauces o vasos de aguas nacionales y sus zonas federales, en los zócalos submarinos de islas, cayos y arrecifes, el lecho marino, el subsuelo de la zona económica exclusiva, en la zona federal marítimo terrestre y en los terrenos ganados al mar.*

Además, las obras de restauración y mitigación de impactos ambientales son vinculantes con el **artículo 39** de esta Ley que a la letra dice; *En las actividades de exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de minerales o sustancias, las personas concesionarias o asignatarias deben preservar, restaurar y mejorar el ambiente, prevenir y controlar la contaminación del aire, agua, suelo y subsuelo, y respetar los derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas, de conformidad con las disposiciones aplicables a la materia.*

### **III.5.2. Reglamentos**

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

Las obras y actividades están vinculadas a lo establecido al reglamento de la LGEEPA, en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en su **Capítulo II**, Artículo 5, inciso L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN:

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

Por lo antes expuesto, la explotación de los minerales de interés y la construcción de la infraestructura de apoyo es vinculante con el reglamento de la LGEEPA con el objetivo de establecer medidas tendientes a proteger, mitigar y conservar los recursos naturales del área de influencia ambiental.

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

*II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más de veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas.*

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

### Reglamento de la LGDFS

Específicamente las obras y actividades estarán vinculadas con el reglamento de la LGDFS en caso de que se requiera Cambio de Uso de Suelo para establecer o desarrollar infraestructura en sitios que sustentan vegetación forestal y cumplir con el artículo 120 que a la letra dice: *Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:*

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;*
- II. Lugar y fecha;*
- III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y*
- IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.*

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

### Reglamento de la LGPGIR

Las obras y actividades se vinculan directamente con el reglamento de LGPGIR en la generación, manejo y disposición de residuos **peligrosos** (aceites, grasas, hidrocarburos, etc.), de **manejo especial** (mangueras, conexiones, metales, maderas, etc.) y **sólidos urbanos**. El artículo 16 del reglamento de la LGPGIR establece las modalidades y tipo de **planes de manejo** de los residuos con el objetivo de coordinarse con las autoridades municipales y estatales en la competencia de sus atribuciones para su registro y formulación.

#### III.5.3. Normas oficiales aplicables

La vinculación de las obras y actividades con las NOM aplicables se describe en el cuadro siguiente.

**Cuadro III-1. Vinculación de las obras y actividades con las NOM aplicables.**

NOM	Contenido	Cumplimiento
<b>Para la emisión de gases contaminantes producidos por vehículos automotores y fuentes fija</b>		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Se deberá realizar un mantenimiento periódico de la vehículos, maquinaria y equipo a emplear. También se deberán vigilar los niveles de emisiones por la maquinaria empleada, así como las plantas de energía que empleen gasolina como combustible durante todas las etapas.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	
NOM-085-SEMARNAT-2005	Contaminación atmosférica-fuentes fijas. Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los	La utilización de sistemas de generación de energía eléctrica que funcionan como motores de combustión interna, y por tanto se producirán emisiones a la atmósfera. La observación a esta norma se realizará mediante la certificación de los equipos utilizados, en los momentos siguientes: previamente a su puesta en marcha y verificación de su estado mínimo cada 6

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

<b>NOM</b>	<b>Contenido</b>	<b>Cumplimiento</b>
	equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.	meses a partir de su operación hasta que el equipo sea dado de baja.
NOM-086-SEMARNAT-2005	Contaminación atmosférica. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles.	Se utilizará, maquinaria y vehículos de combustión interna a base de combustibles fósiles, se deberán tener un programa de mantenimiento preventivo.
<b>Para la emisión de ruido por vehículos y fuentes fijas</b>		
NOM-011-STPS-2001	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Se trabajará con maquinaria pesada, la cual emite niveles sonoros, estos deben estar determinados a lo que establece la norma, para preservar la salud contra el daño auditivo del trabajador.
NOM-080-STPS-1993	Higiene industrial-Medio ambiente laboral. Determina el nivel sonoro continuo equivalente al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo.	Se trabajará con maquinaria pesada, la cual emite niveles sonoros, estos deben estar determinados por la norma, para preservar la salud contra el daño auditivo del trabajador.
NOM-080-ECOL-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes de los escapes de los vehículos automotores motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Se dará mantenimiento periódico de la maquinaria y el equipo utilizados, así como dotar al personal que labore, de equipo de protección contra el ruido.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	
<b>Para la protección del personal</b>		
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipos que se utilicen en los centros de trabajo.	Los trabajadores deberán usar el equipo necesario para proteger y prevenir riesgos de trabajo.
NOM-006-STPS-2000	Manejo y almacenamiento de materiales, condiciones y procedimientos de seguridad.	Se deberán identificar los riesgos potenciales de sustancias químicas peligrosas presentes en la obra. Se deberá proceder un manual para el manejo, transporte y almacenamiento seguro de sustancias químicas peligrosas, en las cuales se debe incluir la identificación de recipientes.
NOM-017-STPS-2001	Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de manejo.	Los trabajadores deberán usar el equipo necesario para proteger y prevenir riesgos en los centros de trabajo
NOM-019-STPS-1993	Constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.	Se deberá tener brigadas de atención a emergencias, por parte de la Promovente y la Contratista.
NOM-021-STPS-1994	Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.	Incluir en las bitácoras de control del personal lo relativo a los riesgos de trabajo.
NOM-025-STPS-1999	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	Se deberán establecer los requerimientos de iluminación en las áreas y centros de trabajo, para proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas de los trabajadores.
NOM-026-STPS-1998	Colores y señales de seguridad, higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	Se deberán ubicar señalamientos adecuados de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observados e interpretados por los trabajadores.
NOM-027-STPS-2000	Soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene.	Al trabajar con maquinaria pesada se podría fracturar algún metal constituyente de la máquina, el cual pudiera ser pegado por medio de la soldadura, el mantenimiento debe darse en lugares expreso.
NOM-100-STPS-1994	Seguridad-extintores contra incendios a base de polvo químico seco con presión contenida.	Al manejar gasolina y diésel, el primero que es de alta volatilidad se pudiera generar un incendio, por lo que se deberá considerar la seguridad de los extintores a base de polvo químico. Se deberá garantizarse el mantenimiento adecuado a los extintores y su facilitar su disposición.
NOM-102-STPS-1994	Seguridad-extintores contra incendios a base de bióxido de carbono.	
NOM-103-STPS-1994	Seguridad-extintores contra incendios a base de agua con presión contenida.	
NOM-113-STPS-1994	Calzado de protección.	El personal deberá contar con el calzado adecuado para las actividades que realice.

NOM	Contenido	Cumplimiento
<b>Para el control, manejo y transporte de residuos peligrosos generados</b>		
NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hace a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Los vehículos y maquinarias a utilizarse pueden generar residuos peligrosos derivados del aceites, grasas, gasolina y diésel, por lo que deberá caracterizarse los residuos peligrosos a generarse.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.	El manejo de los residuos peligrosos deberá estar basado en la incompatibilidad de éstos, para evitar reacciones no deseadas o contaminación al ambiente.
<b>Protección a la flora y a la fauna</b>		
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.	No se deberá permitir la remoción o captura, cacería o comercialización de especies de flora y fauna de la zona. Se establecerá un programa de rescate y reforestación de especies de flora.

### III.6. Programa de ordenamiento ecológico general del territorio

De conformidad con la [Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente \(LGEEPA\)](#), el ordenamiento ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

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

La planeación ambiental en México se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la [LGEEPA](#) y su **Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE)**

El ROE establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover 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); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

Asimismo, las estrategias y lineamientos que contiene este Programa, se fundamentan en los [artículos 4o., 25, 27, y 73 fracción XXIX, inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos](#); el [artículo 5o., fracciones I, II, IX y XI, 19 bis, fracción I, 20 y 20 bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente](#); [9, 26, 27, 29 y 32 de la Ley de Planeación](#); [1o., fracciones I, VI, VIII y XI, 4o., fracciones II y III, 7o., y 19 al 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico](#), y [27, 32, 32 Bis, 33, 34, 35, 36, 41, 42 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal](#).

La ubicación del sitio respecto a POEGT se puede definir como se muestra en el cuadro siguiente:

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE	POLITICA AMBIENTAL	RECTORES DE DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO
9.19	93	CAÑONES DURANGUENSES NORTE	Aprovechamiento sustentable	Forestal, minería	Preservación de flora y fauna	Agricultura, ganadería, poblacional

Las estrategias de la UAB se describen y vinculan con las actividades propuestas en el cuadro siguiente:

**Cuadro III-2. Estrategias y lineamientos del UAB**

Dirección	Estrategia	Vinculación con el CUSTF
<b>Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio</b>		
Preservación	<p><b>Estrategia 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.</b></p> <p><b>Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo.</b></p> <p><b>Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</b></p>	<p>Se incluye un programa de rescate para especies de fauna en el AI, así mismo, se hace un análisis de la biodiversidad.</p> <p>No se compromete los servicios ambientales de la SA.</p> <p>Se plantea realizar una reforestación con especies nativas de la región.</p>
Aprovechamiento Sustentable	<p><b>Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.</b></p> <p><b>Estrategia 7: Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales</b></p>	No se llevará a cabo aprovechamiento forestal
Protección de los recursos naturales	<p><b>Estrategia 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.</b></p> <p><b>Estrategia 12: Protección de los ecosistemas.</b></p> <p><b>Estrategia 14: Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.</b></p>	No se realizará explotación de aguas subterráneas ni la comercialización de flora. Se implementará un programa de abandono de sitio que implique reforestación.
Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p><b>Estrategia 15: Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</b></p> <p><b>Estrategia 15 BIS: Coordinación entre los sectores minero y ambiental.</b></p> <p><b>Estrategia 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.</b></p> <p><b>Estrategia 20. Mitigar el incremento en las emisiones de gases efecto invernadero y reducir los efectos del cambio climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.</b></p>	Se cumple con la normatividad en materia de impacto ambiental. Los vehículos utilizados en el sitio tendrán un mantenimiento preventivo, que reduzca la emisión de gases contaminantes.
<b>Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>		
Suelo urbano y vivienda	<b>Estrategia 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</b>	Las obras y actividades detonan un desarrollo socioeconómico en la región (creación de empleos que mejoren la calidad de vida de los habitantes).
Zonas de riesgo y prevención de contingencias	<p><b>Estrategia 25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.</b></p> <p><b>Estrategia 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.</b></p>	La zona no es susceptible de riesgos, terremotos, inundaciones.
Agua y saneamiento	<p><b>Estrategia 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.</b></p> <p><b>Estrategia 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.</b></p> <p><b>Estrategia 29: Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.</b></p>	No aplica a la naturaleza del proyecto.
Desarrollo social	<b>Estrategia 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</b>	Se crean nuevos empleos para las comunidades locales.

	<p><b>públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.</b></p> <p><b>Estrategia 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.</b></p> <p><b>Estrategia 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.</b></p> <p><b>Estrategia 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.</b></p> <p><b>Estrategia 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</b></p> <p><b>Estrategia 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.</b></p> <p><b>Estrategia 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.</b></p> <p><b>Estrategia 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</b></p>	<p><b>Se promueve una derrama económica regional por la adquisición de insumos, servicios y empleos indirectos. No hay presencia de comunidades indígenas en la zona.</b></p>
	<b>Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.</b>	
<b>Marco jurídico</b>	<b>Estrategia 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</b>	<b>Se respeta la propiedad rural, el terreno cuenta con la legal titularidad para los usos destinados.</b>
<b>Planeación del ordenamiento territorial</b>	<p><b>Estrategia 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</b></p> <p><b>Estrategia 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</b></p>	<b>No hay problemas de litigio o linderos entre las propiedades locales.</b>

### III.7. Programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango

El ordenamiento ecológico se define jurídicamente como; *un instrumento técnico y legal que regula los usos del suelo, el manejo de los recursos naturales y las actividades humanas*. Busca lograr un balance entre las actividades productivas y la protección de la naturaleza. Se concibe como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región. De acuerdo con la LGEEPA se define como; *el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir de los análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismo (artículo 3 Fracción XXIII)*. Por su parte, la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, en sus *artículos 25, 26 y 27*, establece los principios de planeación y ordenamiento de los recursos naturales con el fin de impulsar y fomentar el desarrollo productivo con la consigna de proteger y conservar el medio ambiente. En ellos se establece la participación de los diversos sectores de la sociedad y la incorporación de sus demandas en el plan y los programas de desarrollo.

La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones constitucionales en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable. El *artículo 1, 2 y 3 de la LGEEPA* definen y establecen las bases para la formulación del ordenamiento ecológico considerándolo de interés y utilidad pública y social. Por lo antes mencionado, la LGEEPA establece claramente el vínculo jurídico entre el ordenamiento ecológico y la planeación nacional, pues su artículo 17 indica la obligatoriedad de la observancia de este instrumento en el esquema de planeación nacional para el desarrollo sustentable.

La LGEEPA define cuatro modalidades de ordenamiento ecológico, considerando la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación: General (país), Marino, Regional (1 o más de 2 estados) y Local (municipal). Según la actualización del MOEE para Durango publicada en el Diario Oficial del estado el 08 de septiembre de 2016.

- El modelo de ocupación territorial es el principal producto del Ordenamiento Estatal. El modelo representa una propuesta para la asignación de usos o actividades a cada una de las unidades de gestión ambiental, siguiendo criterios que permitan distribuir las actividades económicas y de conservación de forma balanceada, sin favorecer o afectar a un sector en particular. Debe entenderse como una herramienta para **orientar los programas y planes de la administración pública, para fomentar cada uno de los sectores que participan en el proceso. No debe entenderse como un medio para prohibir o permitir las actividades de los sectores participantes.**
- El MOEE considera para la delimitación de sus UGAs: **i) la geomorfología, ii) el uso de suelo y vegetación y ii) las aptitudes sectoriales.** Sin embargo, dados los objetivos de este, la delimitación está orientada a la dirección del uso, manejo y potencialidad de los recursos naturales.

De acuerdo con el MOEE-2016, el sitio se encuentra en la UGAS 92 "Sierra alta con cañones 11", la cual tienen los lineamientos siguientes:

UGA: Sierra alta con cañones 11

Política ambiental: Conservación

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

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

Criterios de regulación ecológica: FNM01; FNM02; FMN03; FMN04; FMN05; FMN07; BIO01; GAN01; GAN02; GAN05; GAN06; GAN07; GAN08; GAN09; MIN01; MIN02; MIN03; MIN04; URB09.

La vinculación de las actividades de acuerdo con los criterios de regulación para las UGAS Estatales correspondientes, se detallan a continuación:

**Cuadro III-3. Vinculación con la UGA Lomerío con mesetas 1**

Clave	Criterio de regulación
FNM01	Los aprovechamientos forestales deberán buscar la permanencia de corredores faunísticos.
FNM02	Se deberán fomentar viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.
FNM03	Para el óptimo desarrollo de aprovechamientos forestales es necesario prevenir los incendios mediante la apertura de guardarrayas entre predios colindantes, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventiva
FNM04	En las zonas sujetas a aprovechamiento forestal se promoverá realizar labores de conservación de suelos.
FNM05	En la apertura de caminos, durante los aprovechamientos forestales es necesario evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales.
FNM06	En áreas con aptitud para recursos forestales y ganadería extensiva se deben establecer sistemas silvopastoriles (SSP), disminuyendo la carga animal para favorecer la regeneración y mantenimiento de la vegetación natural
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.
GAN01	Se deberá evitar el pastoreo en áreas que hayan estado sujetas a aprovechamiento forestal y que se encuentren en regeneración de acuerdo con el programa de manejo autorizado.
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua.
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas <i>Eragrostis curvula</i> , <i>E. lehmanniana</i> , <i>E. superba</i> , <i>Melinum repens</i> y <i>Panicum coloratum</i> ).

**Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.**

GAN06	La ganadería extensiva realizada en áreas forestales compatibles con la conservación o el mantenimiento de los servicios ambientales deberá implementar sistemas de manejo holístico o pastoreo con rotación de potreros y periodos de descanso que permitan el mantenimiento y recuperación de la estructura natural de la vegetación.
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.
GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera en bebederos o comederos de plástico con pequeñas aperturas según el tamaño del ganado y subir el nivel altura de acuerdo al tamaño del ganado pastando).
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir el libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior.
MIN01	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad ambiente.
MIN02	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores en circulación que usen gas licuado del petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.
MIN03	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.
MIN04	En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
URB09	Las poblaciones con menos de 1000 habitantes deberán contar, al menos, con sistemas de fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales y/o letrinas para el manejo de excretas.

En conclusión, los criterios de regulación de las UGAs no limitan las actividades propuestas, por el contrario, ayudan a impulsar los usos de suelo generando fuentes de empleo en el municipio, mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes contribuyendo a mitigar la pobreza en la región que es una prioridad del gobierno local, estatal y federal.

### **III.8. Ubicación del sitio en las regiones prioritarias para la conservación**

#### **III.8.1. Áreas naturales protegidas (ANP)**

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

**Cuadro III-4. Áreas Naturales Protegidas de competencia federal en el estado de Durango.**

NOMBRE	CATEGORÍA	FECHA DE DECRETO	SUPERFICIE (ha)	UBICACIÓN
Mapimí	Reserva de la biósfera	27-11-00	342,388	Durango, Chihuahua y Coahuila
La Michilla	Reserva de la biósfera	18-07-79	9,325	Durango
Cuenca Alimentadora Distrito Nacional de Riego 043	Área de protección de recursos naturales	03 de agosto de 1949, recategorización 07 de noviembre de 2002.	2,329,026.76	Aguascalientes, Durango, Jalisco, Nayarit y Zacatecas
Ríos y montañas de la comarca lagunera	Área de protección de recursos naturales	08-01-2024	199,387.67	Durango

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

En cuanto a las ANP de competencia estatal, para el estado de Durango se tiene decretadas dos ANP, con las características siguientes.

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

NOMBRE	CATEGORÍA	MUNICIPIO	COORDENADAS EXTREMAS	UBICACIÓN	DISTANCIA (KM)
Quebrada de Santa Bárbara	Área de protección de recursos naturales	Pueblo Nuevo	464000 E y 2160000 N 466000 E y 2618000 N	Localizada al suroeste de El Salto en el municipio de Pueblo Nuevo, Dgo.	6
El Tecuán	Parque estatal	Durango	600636 E y 2644370 N 496666 E y 2640610 N	Área desincorporada del régimen de dominio público de la Federación y donada al gobierno del Estado para establecer un área natural protegida.	40

El sitio no afectará las características estructurales de los ecosistemas de las ANP de competencia estatal, dado que no coincide dentro de los polígonos asignados.

### III.8.2. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

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

El proyecto en cuestión, que involucra actividades de desarrollo minero en la región, se ha diseñado para cumplir con los lineamientos establecidos por la AICA (Área Importante para la Conservación de las Aves) en la parte **alta del río Humaya**, dentro de los criterios ecológicos y de protección de la biodiversidad que la zona exige. Esta área ha sido identificada como un sitio crucial para la conservación de especies de aves y otros componentes de la fauna local, especialmente en términos de su función como hábitat natural.

**Ubicación estratégica:** El área de intervención del proyecto no se encuentra dentro de las zonas de mayor concentración de avifauna identificadas por los estudios realizados en la AICA parte alta del río Humaya. A través de recorridos previos, se verificó que la actividad minera se desarrollará fuera de las áreas críticas de anidación y migración de las aves.

**Control de impacto ambiental:** En el diseño de las obras y actividades, se implementarán medidas preventivas de control para evitar la alteración directa de hábitats clave para las aves. Se ha previsto el establecimiento de zonas de exclusión y se llevará a cabo un monitoreo periódico de la fauna durante la fase de construcción y explotación, con especial atención a las especies de aves.

**Preservación de Hábitats:** Las zonas de intervención directa del proyecto se ubican en áreas que presentan una menor diversidad de aves en comparación con las zonas cercanas a los cuerpos de agua y vegetación densa que constituyen el hábitat primordial para las especies más vulnerables. Asimismo, se compromete a restaurar y reforestar áreas de impacto después de la intervención minera, lo que contribuirá a la recuperación de los ecosistemas locales.

**Regulaciones y compromisos legales:** El proyecto cumple con las normativas ambientales federales y locales, incluyendo aquellas relacionadas con la protección de áreas de importancia ecológica como la AICA del río Humaya. **No** se realizarán actividades que generen perturbaciones significativas a las poblaciones de aves, como ruido excesivo o contaminación del aire o agua, que puedan afectar sus ciclos reproductivos y de alimentación.

**Monitoreo ambiental:** Se implementará un plan de monitoreo ambiental que incluye la observación y registro de la presencia de especies de aves. Esto permitirá ajustar las actividades en tiempo real para minimizar cualquier impacto potencial sobre la avifauna.

**Restauración ecológica post-explotación:** Una vez que se termine la explotación minera, se llevará a cabo un plan de restauración ecológica que involucra la plantación de especies nativas, el manejo de los suelos y el control de la erosión, favoreciendo la recuperación de la biodiversidad en el área y favoreciendo la restauración de hábitats para la fauna local, incluyendo las aves.

En el **anexo 3.4 (b)** se muestra la localización del proyecto respecto a las AICAS

### **III.8.3.Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)**

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la CONABIO inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. El sitio se localiza dentro de la RHP cuenca alta de los ríos Culiacán y Humaya. La Localización del sitio respecto a las RHP se muestra en plano del **Anexo 3.5**.

**Ubicación de las actividades:** El área de intervención del proyecto se encuentra alejada de las principales corrientes de agua y cuerpos acuáticos de la cuenca alta de los ríos Culiacán y Humaya. Tras una revisión detallada del plan de trabajo, se confirma que las actividades mineras se desarrollarán en terrenos que no afectan directamente a las fuentes de agua o las zonas de recarga hídrica. Además, se evitará la alteración de los ecosistemas ribereños y zonas húmedas cercanas a los ríos.

**Gestión de recursos hídricos:** Se adoptarán medidas estrictas para la protección del recurso hídrico. El proyecto incluirá sistemas de gestión de aguas pluviales y efluentes para evitar cualquier tipo de contaminación o alteración en la calidad del agua de la cuenca. Los efluentes generados por las actividades mineras serán tratados adecuadamente, siguiendo las normativas nacionales para garantizar que no haya impactos negativos en los cuerpos de agua cercanos.

**Impacto en la fauna y flora local:** Las actividades propuestas no afectarán las especies de flora y fauna que dependen de los ecosistemas acuáticos y terrestres de la cuenca alta. El proyecto tomará en cuenta las características ecológicas de la región, y se implementarán medidas de mitigación para evitar la alteración de hábitats clave, especialmente aquellos utilizados por especies acuáticas, aves migratorias y otras especies de alto valor ecológico.

**Conservación de los servicios ecosistémicos:** La cuenca alta de los ríos Culiacán y Humaya juega un papel esencial en la provisión de servicios ecosistémicos como la regulación del caudal de los ríos, la protección contra inundaciones y la conservación de la biodiversidad. A través de prácticas de manejo responsable y restauración de las áreas afectadas por el proyecto, se busca mantener la integridad ecológica de la cuenca, priorizando la conservación de sus servicios naturales.

**Monitoreo y vigilancia ambiental:** Se implementará un sistema de monitoreo ambiental específico, con especial atención a los parámetros de calidad del agua y la biodiversidad en la zona. Este sistema permitirá detectar cualquier alteración en tiempo real y tomar medidas correctivas para minimizar impactos, garantizando el cumplimiento de las regulaciones en todo momento.

**Plan de restauración y recuperación de ecosistemas:** Una vez concluidas las actividades mineras, se llevará a cabo un plan de restauración ecológica para la recuperación de las áreas intervenidas. Este plan incluirá la reforestación de áreas afectadas, la restauración de suelos y la mejora de las condiciones hídricas, contribuyendo así a la recuperación de los ecosistemas de la cuenca.

### **III.8.4.Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)**

Las RTP tienen como objetivo la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. En este contexto, el programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. El sitio **NO** se

encuentra dentro de alguna RTP localizada en el estado de Durango y su ubicación respecto a las RTP se muestra en el **Anexo 3.6**.

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

##### **IV.1. Delimitación del área de estudio**

##### **IV.1.1. Delimitación del área de influencia y su justificación**

El criterio fundamental para delimitar el área de influencia (**AI**) de un conjunto de obras y actividades que requieren ser evaluadas en materia de impacto ambiental, es la identificación de los componentes ambientales y sociales que pueden resultar afectados significativamente, así como la identificación de los impactos relevantes que se generen de manera anticipada. En general, la determinación del **AI** directa e indirecta consideró los aspectos siguientes:

- Identificar la ubicación de las diferentes obras a desarrollar (dimensiones físicas).
- Identificar la totalidad de los componentes ambientales y sociales que podrían ser afectados por las obras y actividades.
- Identificación y evaluación de manera preliminar de los impactos ambientales (rango de manifestación y alcance de los impactos significativos).
- Vincular las obras y actividades con los instrumentos normativos y de **ordenamiento ecológico del territorio**.

Con el propósito de identificar de manera más específica los efectos (positivos y negativos) que se esperan con el desarrollo de las obras y actividades, se delimitó el **AI** de manera físico - geográfica, puesto que dentro de este espacio se pueden apreciar de manera directa e indirecta las interacciones de las obras y actividades con los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (acción del ambiente). Una superficie mayor no evidencia esta relación de forma tan estrecha y evidente, por lo que se considera que el **AI** será la unidad adecuada para definir los impactos que se verán reflejados tanto a nivel regional como a nivel local (**sitio**), puesto que, es dentro de esta área donde ocurren interacciones individuales entre los aspectos sociales, económicos y ambientales. En general la justificación técnica que define el **área de influencia** se fundamentó en los criterios siguientes.

- Regional** también referido como el Sistema Ambiental (SA) y Área de Influencia (AI).
- Puntual** (local) o sitio donde se ubican físicamente las obras (instalaciones) y se desarrollan las actividades del programa de trabajo.

##### **IV.1.2. Delimitación a nivel regional**

El sitio se ubica dentro de las **UGA** estatal **92 "Sierra alta con cañones 11"**, con políticas ambientales de **conservación**, y los lineamientos ambientales son: se mantiene el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal no maderable sustentable, manteniendo la cubierta de vegetación natural descrita en la UGA. Otro aspecto que se consideró en la delimitación del **SA** fueron los elementos tales como; el *clima, geología, suelo, fisiografía, hidrología superficial y subterránea*, así como las actividades socioeconómicas de la región, pero sin llegar a establecer límites, simplemente la predominancia de los ecosistemas vegetales en la región. A nivel UGA se pudieron identificar diferentes tipos de ecosistemas, los cuales van desde agroecosistemas, bosques de pino, encino, pino-encino, encino-pino, selva baja caducifolia y vegetaciones secundarias de pino, encino y selva baja. El uso de suelo prevaeciente corresponde a **selva baja caducifolia**.

Con estas descripciones fue posible analizar los impactos que se pueden generar durante las diferentes etapas a los elementos bióticos y abióticos que se encuentran en el **AI**, como un espacio donde interactúan los recursos agua, suelo, flora, fauna y paisaje. Los criterios técnicos que se usaron para definir el **AI** fueron los siguientes.

- Se generó un modelo digital de elevación para identificar los escurrimientos superficiales y las cotas de elevación (relieve). Con esta información se pudo apreciar que las obras y actividades van a generar impactos significativos (relevantes) y se ubican en la parte baja del vaso de escurrimientos superficiales.

- ii. Con el uso de herramientas de aplicaciones SIG se pudo establecer que la red de flujo está compuesta por cauces intermitentes, quedando una superficie de amortiguamiento suficiente aguas arriba y aguas abajo del vaso de escurrimiento. No se identificaron cuerpos de aguas superficiales importantes dentro del AI.

Las representaciones gráficas del área de influencia regional se pueden observar en los planos anexos sobre la descripción de las características físicas y bióticas.

#### **IV.1.3. Delimitación a nivel sitio (puntual o local)**

Una de las necesidades primordiales para continuar con el desarrollo socioeconómico en cualquier región es el impulso para mejorar la **calidad de vida de sus habitantes** para ello es necesario la creación de más y mejores empleos, por tanto, para la delimitación local se consideró la superficie que tendrá mayor interacción ambiental y socioeconómica con las obras y actividades a desarrollar en las etapas de *operación – mantenimiento*. En este espacio geográfico se describen con mayor detalle los tipos de vegetación, suelo, relieve, agua y fauna. La representación gráfica del sitio se puede observar en los planos de los **Anexo 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4** (ubicación estatal, predial, física e infraestructura y croquis de localización, respectivamente) y la justificación para la delimitación a nivel puntual se fundamentó en los criterios siguientes:

##### **a) Dimensiones**

La dimensión de la infraestructura a desarrollar fue el resultado de las necesidades de servicio de las obras mineras subterráneas, por tanto, para su delimitación física se tomó en cuenta lo siguiente; la maquinaria y equipo requerido, el volumen de mineral a explotar (programa de explotación), cantidad de materiales e insumos y el número de obreros y trabajadores.

##### **b) Distribución espacial de las obras**

La infraestructura que se desarrollará no constituye una barrera física que impida el desplazamiento de la fauna silvestre y doméstica a los ecosistemas regionales. La infraestructura se ubicará dentro del área solicitada para el CUSTF y por sus dimensiones no delimitarán ecosistemas o hábitat para algunas especies de fauna de lento desplazamiento, estos se encuentran distribuidos en una zona forestal que no obstruyen el flujo o interacciones en los componentes bióticos y abióticos.

Por su parte el sitio se localiza apartado de los centros de población más importantes del municipio, en una zona considerada como rural, pues los poblados más cercanos no rebasan los mil habitantes, por lo anterior, las obras y actividades no interfieren en las actividades productivas, usos y costumbres de los habitantes de los poblados más cercanos, además, cabe destacar que toda la infraestructura se encuentra dentro de un radio no mayor a los 1000 metros. En los planos anexos se puede observar su distribución respecto a los rasgos fisiográficos más sobresalientes en la región.

##### **c) Ubicación y características de obras y actividades a desarrollar**

Las principales obras mineras por desarrollar son subterráneas y son consideradas como permanentes, y las obras superficiales se refieren a edificaciones (infraestructura) que en su mayoría serán tipo temporal (se removerán una vez concluida la etapa de operación). De acuerdo a la ubicación de esta infraestructura se delimitó el área de estudio de tal manera que las interacciones que se darán entre las actividades y los componentes ambientales más importantes sea a nivel puntual que incluye sólo a la superficie que tendrá mayor presencia con las actividades antropogénicas en la etapa de operación, en donde, se describen básicamente las características taxonómicas y dasométricas de la vegetación regional y los posibles impactos que pudiesen presentarse al suelo, agua, vegetación y fauna.

##### **d) Radios de afectación**

Los impactos ambientales relevantes ocurrirán en un radio de afectación muy localizado (puntual), principalmente en la zona donde se construirá la infraestructura minera, probablemente a mediano plazo se tenga alguna pérdida de suelo por el tráfico de vehículos en los caminos de acceso, lo cual afectaría a los cauces intermitentes de la zona y tal vez llegue hasta los afluentes permanentes más cercanos. El radio estimado de afectación por los posibles accidentes y/o actividades a desarrollar será no mayor a los 1,000 metros.

**e) Ubicación y características de obras y actividades complementarias**

Las obras complementarias consideradas se refieren a la infraestructura auxiliar para la explotación del mineral en las vetas subterráneas, que consisten en; un taller, oficina, almacén, cuarto de compresores, patio de metal, subestación eléctrica, los polvorines y los Robbins. Esta infraestructura se describe con detalle en el **capítulo II** donde se indica la superficie y las características de los materiales a usar. No se requiere de otro tipo de servicios para la etapa de operación tales como; servicios de transporte de personal, hotelería, etc. El campamento solo requiere de algunos cambios en la remodelación y rehabilitación.

**f) Factores sociales (poblados cercanos)**

Los poblados cercanos que se verán beneficiados en la etapa de construcción y operación son principalmente Capulín de Metates, El Tarahumar y Acapulco, pues habrá oportunidades de empleo y relaciones comerciales entre los habitantes y la empresa por los servicios de alimentación y suministro de refracciones, alimentos, etc.

**IV.2. Caracterización del sistema ambiental**

**IV.2.1. Aspectos abióticos**

**IV.2.1.1. Clima**

Por las condiciones fisiográficas el SA presenta distintos tipos climáticos; en su mayoría prevalece el clima semicálido que se distribuye en la parte alta. Los tipos de clima en el SA de acuerdo con la clasificación de Köppen modificado por García (2004) se presentan en el cuadro siguiente (INEGI, 2010).

**Cuadro IV-1. Tipos de clima a nivel Sistema Ambiental.**

Clave	Tipo-subtipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
C(E)(w2)	Semifrío subhúmedo	1358.7	1.0
Aw0	Cálido subhúmedo	7191.3	5.1
C(w2)(x)	Templado subhúmedo	30708.5	21.8
C(w1)	Templado subhúmedo	23169.9	16.4
(A)C(w0)	Templado subhúmedo	16650.6	11.8
(A)C(w1)	Templado subhúmedo	48094.1	34.1
Aw1	Cálido subhúmedo	13111.8	9.3
(A)C(w2)	Templado subhúmedo	763.6	0.5
<b>Total</b>		<b>141048.48</b>	

FUENTE: DICCIONARIO DE DATOS CLIMÁTICOS, ESCALAS 1: 250 000 (INEGI, 2000).

En cuanto al clima del área de influencia se presentan 4 tipos los cuales se presentan en el cuadro siguiente.

**Cuadro IV-2. Tipos de clima a nivel área de influencia.**

Clave	Tipo-subtipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
C(w2)(x)	Templado subhúmedo	564.2	21.5
C(w1)	Templado subhúmedo	441.3	16.8
(A)C(w0)	Templado subhúmedo	740.2	28.3
(A)C(w1)	Templado subhúmedo	874.2	33.4
<b>Total</b>		<b>2619.9</b>	

En lo que respecta al sitio, este se localiza en dos tipos de clima con claves (A)C(w0) y (A)C(w1) de tipo templado subhúmedo. La descripción gráfica de la distribución de los climas a los diferentes niveles se presenta en el **anexo 3.8** y la descripción de los climas a nivel sitio es la siguiente.

**Cuadro IV-3. Tipos de clima a nivel sitio.**

Características	Clima (A)C(w0)	Clima (A)C(w1)
Temperatura	Alta durante todo el año, media mensual superior a 18°C	Alta durante todo el año, media mensual superior a 18°C
Precipitaciones	Estación lluviosa bien definida, moderada en cantidad	Estación lluviosa bien definida, moderada en cantidad
Duración de la estación seca	Estación seca <b>corta</b> , pocos meses	Estación seca <b>prolongada</b> , varios meses
Cantidad de precipitación anual	Moderada, concentrada en la temporada de lluvias	Moderada, distribuidas de manera más equitativa a lo largo del año
Estación seca	Baja cantidad de lluvia durante la estación seca	Escasas o nulas precipitaciones en la estación seca
Vegetación	Bosques tropicales o sabanas tropicales, dependiendo de la precipitación anual	Bosques tropicales secos o vegetación más esparza, puede ser sabana o matorral dependiendo de la severidad de la estación seca
Distribución de la lluvia	Precipitaciones concentradas en pocos meses del año	Precipitaciones distribuidas más equitativamente a lo largo del año
Ecosistemas predominantes	Bosques densos o sabanas tropicales	Bosques secos, sabanas o matorrales

#### IV.2.1.2. Normales climatológicas

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

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

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

**Cuadro IV-4. Estaciones climatológicas con influencia en el SA.**

Clave	Nombre	Coordenadas (UTM)		Altitud (msnm)
		X	Y	
25041	Guatimapé	275187	2805620	290
10082	Tamazula de Victoria	299729	2762762	1580
10003	Canelas	340311	2778844	1360
10087	Vascogil	358741	2773103	1220
10029	Guanaceví (SMN)	402771	2817015	2230
10026	El Tarahumar	364418	2835809	2560
10037	La Huerta	328874	2804831	1600

##### IV.2.1.2.1. Temperatura

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

**Cuadro IV-5. Registros de temperatura de las estaciones climatológicas del SA.**

TEMPERATURA NORMAL													
CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
25041	21.4	22.9	24.9	27.4	30	31.7	29	28.5	28.4	27.5	24.4	21.4	26.5
10082	19.3	20.5	21.8	24.2	27.1	30.1	28.8	28.1	27.9	26.5	22.7	20.2	24.8
10003	5.9	16.2	17.5	19.8	21.8	22.8	22.2	22	21.9	21.1	19.2	16.8	19.8
10087	6.5	6.9	8.5	10.8	13.7	16.8	16.7	16.4	15.7	12.8	9.5	7.2	11.8
10029	7.1	9.9	12.5	15	17.9	20.4	19.4	18.9	17.2	14.7	11.6	7.4	14.3
10026	5	5.8	7.2	9.8	11.9	14.3	14.5	14.4	13.9	10.4	7.3	5.2	10
10037	18.8	20.5	23.1	26.3	29.2	30.2	27.6	27.3	27.2	26.3	23.2	19.6	24.9

TEMPERATURA MÍNIMA													
CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
25041	11.6	12.7	14.1	16.6	19.8	23.5	22.4	22.2	22	19.1	14.9	12.1	17.6
10082	9.8	10.3	11.4	13.7	17.4	22.7	23	22.6	22.3	19.3	14	11.3	16.5
10003	8.6	8.8	9.9	12	14.1	15.7	16.3	16.2	16.1	14.6	12.3	9.6	12.8
10087	-1.9	-1.8	-1.1	1	3.6	7.8	9.8	9.6	8.8	4.6	0.3	-1.1	3.3
10029	-2.8	0	2.1	4.3	7.1	10	10.4	10	8.6	5.4	1.7	-2.4	4.5
10026	-4.3	-3.4	-2.9	0.3	1.8	5.6	7.6	7.4	6.6	0.7	-3.2	-4.8	0.9
10037	11.7	13.1	15.2	18.5	21.7	23.7	22.3	21.8	21.6	19.7	16	12.7	18.2

TEMPERATURA MÁXIMA													
CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
25041	31.2	33.2	35.6	38.2	40.2	39.8	35.7	34.9	34.7	35.9	33.8	30.8	35.3
10082	28.9	30.6	32.2	34.7	36.9	37.6	34.7	33.6	33.5	33.7	31.5	29.1	33.1
10003	23.2	23.7	25.2	27.6	29.6	29.8	28.1	27.8	27.8	27.6	26.2	24.1	26.7
10087	14.9	15.6	18.1	20.5	23.8	25.8	23.6	23.2	22.6	21	18.6	15.6	20.3
10029	17	19.8	22.9	25.6	28.7	30.8	28.4	27.9	25.8	24.1	21.4	17.1	24.1
10026	14.4	15.1	17.2	19.4	22	23	21.4	21.5	21.2	20.1	17.8	15.3	19
10037	26	27.9	31.1	34	36.7	36.6	33	32.8	32.7	33	30.5	26.5	31.7

La temperatura media del SA fue estimada mediante el método de los polígonos de Thiessen en el software libre QGIS (Quantum GIS Team Development, 2024) con la herramienta [Vector/Geometry tools/Create Voronoi Polygon]. Los resultados se resumen en el cuadro siguiente.

**Cuadro IV-6. Temperaturas ponderadas anuales del SA.**

Clave	Nombre	Superficie (ha)	Temperatura mínima anual (°C)	Temperatura media anual (°C)	Temperatura máxima anual (°C)
25041	Guatimapé	8504.6	17.6	26.5	35.3
10082	Tamazula De Victoria	27912.5	16.5	24.8	33.1
10003	Canelas	6401.5	12.8	19.8	26.7
10087	Vascogil	26218.8	3.3	11.8	20.3
10029	Guanaceví (SMN)	13306.4	4.5	14.3	24.1
10026	El Tarahumar	3090.4	0.9	10.0	19
10037	La Huerta	55519.2	18.2	24.9	31.7
<b>Promedio ponderado</b>		<b>141048.5</b>	<b>13.1</b>	<b>21.0</b>	<b>28.9</b>

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

#### IV.2.1.2.2. Precipitación

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

temperatura son utilizados para caracterizar el clima local. La precipitación máxima, mínima y promedio de las estaciones climatológicas que tienen influencia en el SA presenta registros de más de 20 años y los valores se resumen en el cuadro siguiente.

**Cuadro IV-7. Registros de precipitación de las estaciones climatológicas del SA.**

PRECIPITACIÓN NORMAL													
Clave	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
25041	20.6	15.2	6.4	4.4	3.6	115.3	294.9	234	181.5	43.4	40.8	27.6	987.7
10082	29	15.7	4.9	5.4	4	74.4	295.6	268.7	168.6	75.7	34.2	39	1015.2
10003	64	30	25.8	10.2	19.2	157.8	344.6	301.2	221.4	108.5	36.4	84.2	1403.3
10087	99.6	52.8	29.6	31.7	27	156.2	298.7	256.8	210.4	77.3	78.8	127.9	1446.8
10029	12.6	8.3	13.1	1.8	11.5	75	195.6	168.2	138.3	38.5	26.6	15.3	704.8
10026	58.6	28.5	20.8	12.2	15.8	108.5	200.7	186.4	131.2	54.4	51.5	69.3	937.9
10037	66	34.9	12.3	11.5	6.4	73.8	164.4	132.1	129.1	54.5	51.9	73.8	810.7

PRECIPITACIÓN MÍNIMA													
Clave	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
25041	0	0	0	0	0	0	131.4	99.3	39.01	0	0	0	0
10082	0	0	0	0	0	0	129.6	87.7	63.5	0	0	0	14.5
10003	0	0	0	0	0	8.6	235.9	80.9	65.31	0	0	0	20.31
10087	0	0	0	0	0	27.1	191.1	128.05	4	0	0	0	0
10029	0	0	0	0	0	0	33.39	25.83	0	0	0	0	0
10026	0	0	0	0	0	1	99.5	44	28	0	0	0	5
10037	0	0	0	0	0	0	0	30.9	17.1	0	0	0	0

PRECIPITACIÓN MÁXIMA													
Clave	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
25041	203.31	105.8	195.1	99.0	141.0	328.8	503.2	441.01	466.0	265.2	165.81	178.82	1672.3
10082	276.06	140.1	69.6	91.8	75.12	327.63	627.2	538.8	428.13	323.4	231.13	256.82	1493.0
10003	225.1	189.5	183.1	94.51	109.0	532.5	559.3	570.7	686.0	476.0	365.31	259.9	2727.5
10087	427.0	223.6	171.5	327.0	124.83	321.8	439.7	349.0	351.4	323.3	376.6	488.4	1995.02
10029	139.52	71.12	124.1	49.02	124.1	451.3	634.0	533.0	262.55	199.0	169.57	134.2	1786.7
10026	201.0	189.5	114.5	92.0	145.6	266.2	443.0	413.5	315.0	205.0	138.0	293.0	1,641.50
10037	337.6	164.7	116.9	91.6	52.3	182.2	299.01	290.0	240.0	249.5	272.51	285.6	1678.08

La precipitación media del SA fue estimada mediante el método de los polígonos de Thiessen con la herramienta [Vector/Geometry tools/Create Voronoi Polygons] de en el software libre QGIS (Quantum GIS Team Development, 2024). Los resultados se resumen en el cuadro siguiente.

**Cuadro IV-8. Precipitación ponderada anual del SA.**

Clave	Nombre	Superficie (ha)	Precipitación media anual (mm)	Precipitación máxima anual (mm)	Precipitación mínima anual (mm)
25041	Guatimapé	8504.6	987.7	1672.3	0.0
10082	Tamazula De Victoria	27912.5	1015.2	1493.0	14.5
10003	Canelas	6401.5	1403.3	2727.5	20.3
10087	Vascogil	26218.8	1446.8	1995.0	0.0
10029	Guanaceví (SMN)	13306.4	704.8	1786.7	0.0
10026	El Tarahumar	3090.4	937.9	1641.5	5.0
10037	La Huerta	55519.2	810.7	1678.1	0.0
<b>Promedio ponderado</b>		<b>141048.5</b>	<b>999.9</b>	<b>1757.1</b>	<b>3.9</b>

Finalmente, para representar la temperatura y precipitación media anual en el SA se generaron dos ráster con la ayuda de la herramienta [Processing Toolbox/Interpolation/IDW interpolation] de ArcGIS. Entonces, estas variables climáticas se distribuyen en el SA como se ilustra a continuación.

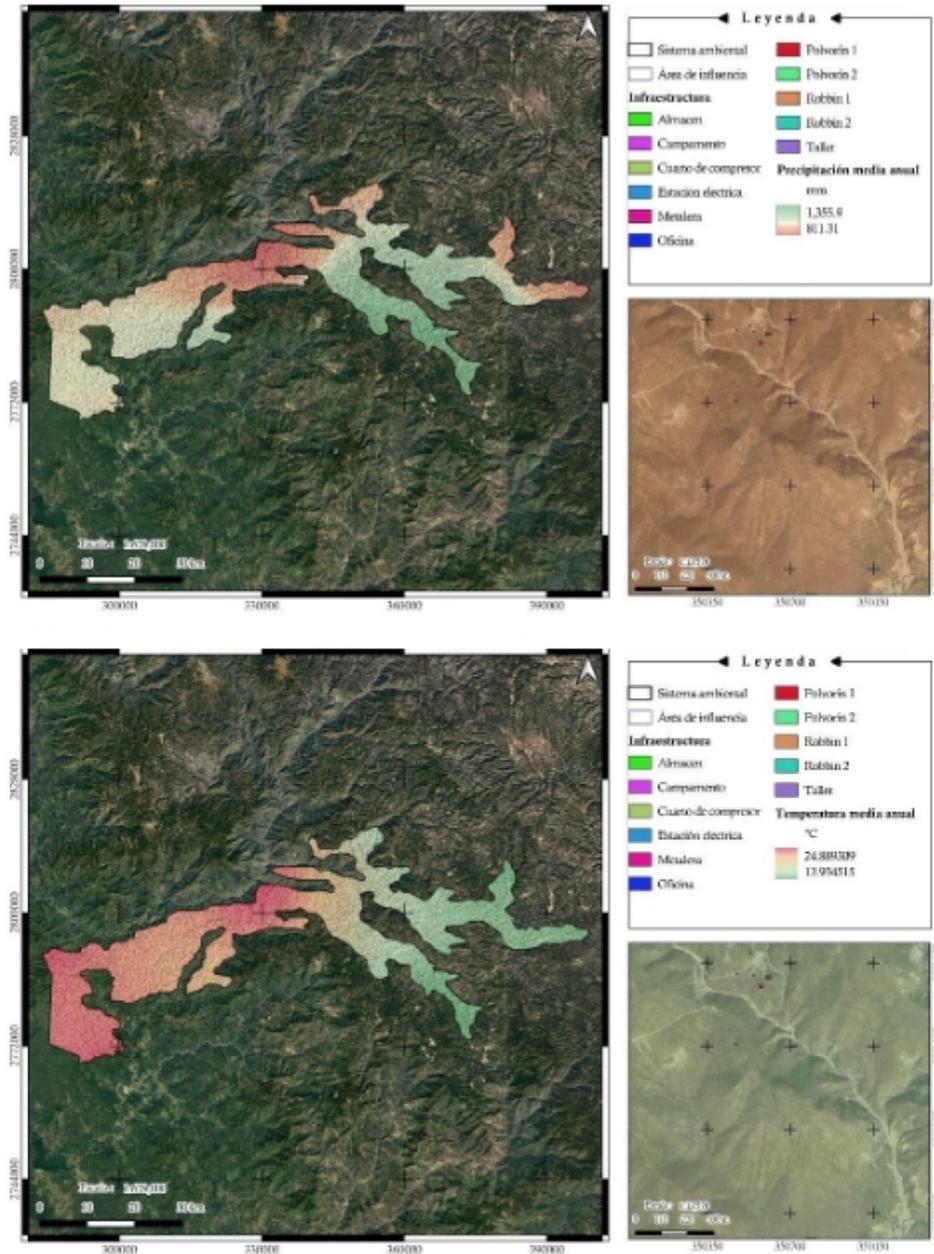


Figura IV-1. Representación de la precipitación y temperatura media anual en el SA.

#### IV.2.1.3. Intemperismos severos

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

- **Precipitación:** La temporada de lluvias en la región ocurre principalmente entre los meses de junio y septiembre, con acumulados que pueden superar los 600 mm anuales. Estas precipitaciones son resultado de la influencia del monzón de Norteamérica y sistemas convectivos de verano. Las lluvias suelen presentarse en forma de chubascos fuertes con actividad eléctrica, lo que favorece el escurrimiento superficial y la recarga

de acuíferos. Sin embargo, la intensidad de las precipitaciones puede ocasionar erosión en suelos de textura fina, desprendimientos de material y afectaciones en caminos rurales.

- **Granizo:** Los eventos de granizo en la zona son esporádicos y ocurren principalmente en verano, asociados con tormentas de rápida evolución y corrientes ascendentes intensas. La severidad del granizo varía, pudiendo ir desde partículas pequeñas que se disuelven rápidamente hasta granizadas más intensas que afectan la vegetación, los cultivos, la infraestructura y el suelo, incrementando la susceptibilidad a procesos erosivos.
- **Tormentas eléctricas:** Las tormentas eléctricas son comunes durante la temporada de lluvias y pueden presentarse con alta frecuencia entre junio y septiembre. Estas tormentas suelen estar acompañadas de descargas eléctricas, vientos fuertes y lluvias torrenciales en cortos periodos. El impacto de estas tormentas puede incluir incendios forestales por rayos, interrupciones en la red eléctrica, incremento de la erosión hídrica y riesgo para la población y la fauna local.
- **Niebla:** La niebla en la región se manifiesta principalmente en los meses más fríos del año, de noviembre a febrero, cuando las temperaturas disminuyen y la humedad relativa se incrementa, favoreciendo la condensación del aire. Este fenómeno es más frecuente en las zonas altas y en valles donde la humedad queda atrapada. La niebla reduce la visibilidad, afectando el tránsito y las actividades al aire libre, además de contribuir a la acumulación de humedad en la vegetación y el suelo, lo que puede influir en los ciclos de evaporación y precipitación.

#### **IV.2.1.4. Geología**

La geología tiene principalmente una relevancia indirecta dentro de la caracterización y manejo de la cuenca, primero a través de sus efectos como material parental del suelo y, segundo a través de su influencia sobre la hidrología subterránea. De acuerdo con las cartas temáticas escala 1: 250 000 la geología regional y local se describe de la manera siguiente.

##### **IV.2.1.4.1. Geología regional**

La geología de Durango se caracteriza por la presencia de rocas ígneas y sedimentarias Mesozoicas plegadas, que descansan sobre un basamento Paleozoico. Grandes periodos de emersión y fallamiento fueron ocurridos durante el Triásico y Jurásico: en el Triásico existió una tectónica distensiva; en el Jurásico Superior se presentó la transgresión marina por la apertura del Golfo de México y se crearon depósitos de mar abierto invadiendo la parte este y noreste del Estado, propiciando el depósito de sedimentos calcáreos, esta transgresión continuó hasta el Cretácico Inferior este evento permitió un lineamiento arrecifal que corre de Laredo a Monterrey y de éste se prolonga a Torreón penetrando hacia el Estado de Durango y prolongándose hasta Chihuahua.

Durante el periodo Terciario, a partir del Eoceno Superior al Oligoceno, iniciaron los primeros episodios volcánicos que constituyeron la base de la Sierra Madre Occidental a la que se le denomina Serie Volcánica Inferior constituida principalmente de una serie andesítica, la cual está deformada, afallada y alterada. A finales del Oligoceno apareció una actividad volcánica ignimbrítica que sepultó las andesitas mencionadas y cubrió toda la porción occidental de esta entidad dando paso a la culminación y formación de la Sierra Madre Occidental. La culminación de toda esta actividad volcánica se cerró hasta el Cuaternario en la época del Pleistoceno en donde se presentaron coladas de basalto e iniciaron las concentraciones de conglomerados, gravas, arena y limos.

##### **IV.2.1.4.2. Geología local**

Geológicamente, la región está dominada por rocas de origen volcánico, principalmente ignimbritas y tobas riolíticas, que forman parte de la Sierra Madre Occidental. Estas formaciones volcánicas se depositaron durante el Cenozoico, específicamente en el periodo Terciario. Además, en las zonas más bajas y cercanas a la costa, se encuentran depósitos aluviales recientes constituidos por arenas, limos y gravas, resultado de la erosión y sedimentación fluvial.

La estructura geológica presenta una serie de fallas y fracturas que afectan las rocas volcánicas, facilitando la infiltración y el almacenamiento de agua subterránea. Estas discontinuidades estructurales, junto con la porosidad de los depósitos aluviales, determinan la capacidad de recarga y la dinámica del acuífero. La interacción entre las formaciones volcánicas y los sedimentos aluviales influye en la calidad y disponibilidad del recurso hídrico en la región.

En general la conformación de la geología del SA se encuentra compuesta por los tipos de rocas siguientes:

**Cuadro IV-9. Clase de rocas a nivel SA y AL.**

Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema
Ts(Igea)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	Cenozoico	Neógeno
K(Igia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Mesozoico	Cretácico
Ti(Igei)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Cenozoico	Paleógeno

A nivel sitio, el tipo de geología presente corresponde a **Ígnea extrusiva intermedia**.

**Cuadro IV-10. Superficies de las clases de rocas en el SA y en el AL.**

Clave	Superficie SA (ha)	Superficie SA (%)	Superficie AL (ha)	Superficie AL (%)
Ts(Igea)	102,957.1	73.0	602.6	22.9
K(Igia)	4,299.7	3.0		
Ti(Igei)	33,791.7	24.0	2024.4	77.1
<b>Total</b>	<b>141048.5</b>	<b>100</b>	<b>2627.0</b>	<b>100.0</b>

Las rocas **ígneas extrusivas intermedias** se originan por el enfriamiento rápido del magma en la superficie terrestre, formando una textura afanítica con cristales de tamaño pequeño. Su composición química es intermedia entre las rocas félsicas y máficas, con minerales como plagioclasa, anfíboles, biotita y, en menor medida, piroxenos y cuarzo. Presentan colores grises, verdes o marrón claro y una densidad moderada. Ejemplos representativos son la andesita y la dacita, comunes en zonas de subducción y arcos volcánicos. Su presencia indica actividad volcánica pasada y se utilizan en construcción como agregados y revestimientos.

#### **IV.2.1.4.3. Geología del subsuelo**

El SA se encuentra inmerso en su totalidad en la zona de captación del acuífero **Río Culiacán (2504)**. De manera general esta geología está conformada por una secuencia de depósitos aluviales de origen fluvial y materiales volcánicos de diversa composición. En los niveles más superficiales predominan gravas, arenas y limos, los cuales presentan alta porosidad y permiten la infiltración y almacenamiento del agua subterránea. A mayor profundidad, se encuentran capas de origen volcánico, principalmente andesitas, basaltos y tobas, que presentan variaciones en su grado de fracturamiento y compactación, lo que influye en la capacidad de almacenamiento y transmisión del agua. La presencia de fracturas y discontinuidades estructurales en estos materiales favorece la formación de unidades acuíferas locales dentro de la matriz rocosa, permitiendo el movimiento del agua a través de zonas de mayor permeabilidad.

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

#### **IV.2.1.4.4. Geología estructural**

La geología estructural del acuífero **2504 Río Culiacán** está influenciada por una serie de procesos tectónicos que han dado lugar a diversas deformaciones en las unidades litoestratigráficas que lo componen. La región presenta un sistema de fallas y fracturas asociadas a eventos de extensión y compresión que han ocurrido a lo largo del tiempo geológico, generando estructuras como bloques basculados, fracturas y pliegues que condicionan el almacenamiento y flujo del agua subterránea. Estas discontinuidades estructurales desempeñan un papel fundamental en la hidrogeología del área, ya que pueden actuar como conductos para el movimiento del agua o, en algunos casos, como barreras que restringen su flujo.

La presencia de estructuras relacionadas con la tectónica extensional, como fallas normales, está asociada al desarrollo de bloques hundidos y elevados, lo que ha influido en la configuración del relieve y en la disposición de los materiales geológicos. Además, la interacción entre las rocas ígneas y sedimentarias, junto con la acción de la erosión

diferencial, ha dado lugar a la formación de depresiones y zonas de recarga donde el agua se infiltra hacia el subsuelo. En algunos sectores, se han identificado fallas con orientación predominante noroeste-sureste y fracturas secundarias que pueden estar relacionadas con eventos tectónicos más recientes.

La actividad volcánica pasada también ha contribuido a la estructuración del área, con la presencia de intrusivos y derrames de lava que han intercalado capas de origen piroclástico y sedimentario. Estas unidades pueden presentar zonas de mayor permeabilidad en los contactos entre diferentes tipos de roca, favoreciendo el flujo subterráneo. En conjunto, la geología estructural del acuífero no solo condiciona la distribución de los materiales geológicos, sino que también regula el comportamiento hidrogeológico del sistema, influenciando la recarga, almacenamiento y transmisión del agua subterránea en la región.

De acuerdo con la carta conjunto de datos vectoriales geológicos "fallas y fracturas", escala 1: 1 000 000 editada por INEGI (2002), en el SA se tienen 4 fracturas con las características siguientes.

**Cuadro IV-11. Características geológicas de las fallas y fracturas del SA**

Entidad	Tipo	Dirección	Buzamiento	Representa	Longitud
Fractura	N/A	Norte-Sur	N/A	Definida	2.880301
Fractura	N/A	Norte-Sur	N/A	Definida	10.854968
Fractura	N/A	Norte-Sur	N/A	Definida	2.333109
Fractura	N/A	Noroeste-Sureste	N/A	Definida	0.465091

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

## SISMICIDAD

En las múltiples investigaciones que se han desarrollado sobre la actividad sísmica, se ha logrado localizar con precisión las zonas donde se han originado los últimos temblores destructivos ocurridos en este siglo. Se ha observado que, en la gran mayoría, su origen se localiza en el fondo del mar, en una franja paralela a la costa del Océano Pacífico a todo lo largo del país, aunque también se han localizado algunos dentro del territorio. Con base en extensos estudios se han podido definir zonas o regiones del país, en las cuales es probable que ocurran temblores de cierta magnitud. Aunque, en algunos lugares, nunca se hayan registrado temblores, o no exista memoria de ellos, existe una probabilidad mínima de que ocurran, por lo que prácticamente todo el territorio nacional está dividido en cuatro regiones sísmicas:

**Sismicidad muy alta (D).** La ocurrencia de temblores es muy frecuente por estar cerca de su origen, los sismos son intensos. Es necesario tener una buena calidad en los materiales y en la construcción, así como planear la distribución arquitectónica de la vivienda de forma tal que la cantidad de muros y la longitud total resistan sismos de gran magnitud.

**Sismicidad alta (C).** Por su cercanía con las zonas donde se originan la mayoría de los temblores, sus características son muy similares a las de la zona de sismicidad muy alta, con la diferencia de que la intensidad de los temblores es menor. Se recomienda que el material de construcción, la cantidad y el tipo de los muros a utilizar sean los mismos que para la zona de sismicidad muy alta.

**Sismicidad media (B).** Cubre casi la totalidad de la península de Baja California, la zona costera de los estados del noroeste, y casi la totalidad de los estados del centro del país. La intensidad de los sismos que ocurren en la costa del Pacífico es menor en esta zona, a excepción de zonas donde se presentan amplificaciones locales.

**Sismicidad baja (A).** En la gran mayoría de los lugares de esta zona nunca se ha registrado un sismo; sin embargo, hay probabilidades mínimas de que algún día se presente. Puede emplearse en los muros cualquier tipo de material de construcción, aunque los más recomendables siguen siendo los semi-industrializados debido al control de calidad. (Fuente: Manual de autoconstrucción, manos a la obra de IMCYC).

El SA, AI y el sitio se encuentran dentro de la **Zona B**, la actividad sísmica en esta zona está relacionada con la tectónica regional, influenciada por el Sistema de Fallas de San Andrés, la subducción de la Placa de Cocos bajo la Placa de Norteamérica y la presencia de fallas locales de tipo normal y de desgarre. Aunque los sismos en esta región no suelen ser de gran magnitud, pueden ocurrir movimientos telúricos moderados debido a la reactivación de estructuras geológicas preexistentes. En términos de riesgo, la sismicidad media implica la posibilidad de afectaciones en

infraestructura, pero con menor frecuencia e intensidad en comparación con zonas de alta sismicidad, como la región del Pacífico mexicano (CENAPRED, 2001).

### ZONAS POTENCIALES DE DESLIZAMIENTO

El SA, Al y sitio se ubican dentro de las zonas potencialmente predisuestas a presentar deslizamientos (CENAPRED, 2012).

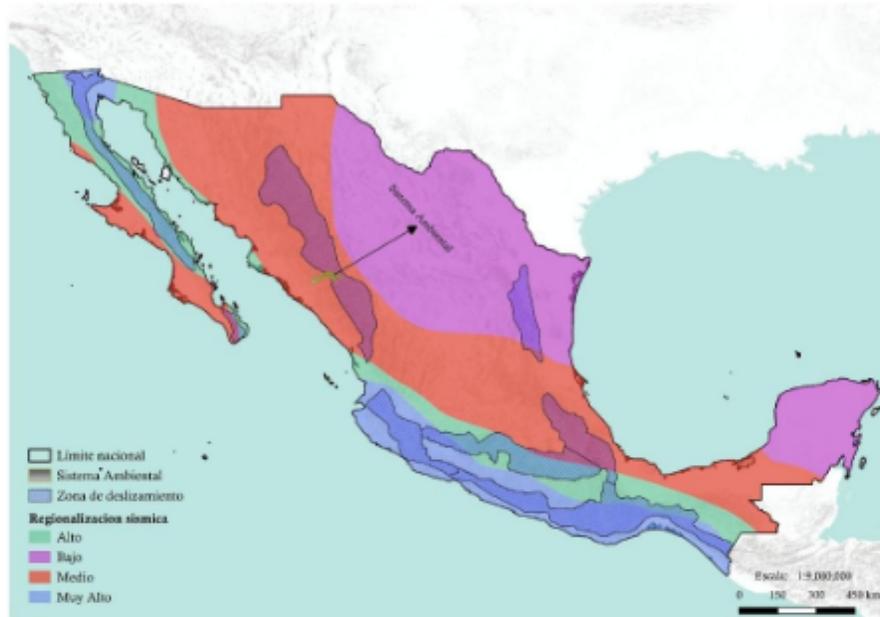


Figura IV-2. Ubicación del SA respecto a la Regionalización Sísmica.

#### IV.2.1.5. Fisiografía

Fisiográficamente, el estado de Durango ha sido dividido en cuatro grandes provincias; Mesa Central, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y Sierras y Llanuras del Norte, el SA se encuentra inmerso en su totalidad en la Sierra Madre Occidental.

**La Sierra Madre Occidental** es una de las principales provincias fisiográficas de México y la cadena montañosa más extensa del país, abarcando aproximadamente 1,500 km desde el suroeste de Estados Unidos hasta el centro-occidente de México. Su topografía accidentada está caracterizada por mesetas elevadas, profundos cañones y una red hidrográfica que da origen a importantes ríos. Las altitudes oscilan entre los 2,000 y 3,000 metros sobre el nivel del mar, con picos que superan los 3,300 metros, como el Cerro Gordo en Durango.

Geológicamente, la Sierra Madre Occidental es el resultado de una intensa actividad volcánica ocurrida principalmente durante el Cenozoico, lo que originó extensas secuencias de rocas volcánicas, predominando las ignimbritas riolíticas, acompañadas de basaltos y andesitas. Estas formaciones están asociadas con uno de los eventos de vulcanismo silíceo más extensos del planeta, lo que ha dado lugar a una morfología distintiva con mesetas de ignimbritas y cañones profundos, como el Cañón del Cobre en Chihuahua.

El clima varía con la altitud y la latitud, predominando un clima templado subhúmedo en las partes altas, con inviernos fríos y nevadas ocasionales, mientras que en las zonas bajas y cañones se presentan condiciones más cálidas y secas. La vegetación está dominada por bosques templados de pino-encino en las altitudes medias y altas, con transiciones hacia matorrales xerófilos y selvas bajas en las zonas más bajas.

Hidrológicamente, la Sierra Madre Occidental actúa como una importante divisoria de aguas, con sistemas fluviales que drenan tanto hacia el océano Pacífico como hacia el interior del altiplano mexicano. Su importancia ecológica y

económica es notable, ya que alberga una gran biodiversidad, sirve como zona de captación de agua y es el hogar de numerosas comunidades indígenas, como los rarámuris en Chihuahua y los huicholes en Nayarit.

Estos elementos son de gran importancia ya que representa la visión general de las formas del relieve, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica, para formar unidades relativamente homogéneas, representado las diferentes provincias y subprovincias en las que se ha dividido al país, de acuerdo con su geología y topografía.

#### IV.2.1.5.1. Clasificación de acuerdo con el INEGI

El estado de Durango está compuesto por 4 provincias fisiográficas (INEGI, 2017);

<b>Sierra Madre Occidental (71.3%)</b>	Sierra Madre Oriental (5.24%)
Sierras y Llanuras del Norte (15.10%)	Mesa del Centro (8.36%)

A su vez estas provincias fisiográficas se encuentran dividida en nueve subprovincias:

Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses (2.98%)	Sierra de la Paila (1.25%)
Sierras y Llanuras de Durango (24.18%)	Sierras Transversales (3.99%)
<b>Gran Meseta y Cañones Duranguenses (33.93%)</b>	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande (3.79%)
Mesetas y Cañadas del Sur (10.24%)	Sierras y Llanuras del Norte (4.54%)
Del Bolsón de Mapimí (15.1%)	

Al mismo tiempo estas subprovincias están divididas por siete clases de topoformas:

Bajada (8.49%)	<b>Meseta (29.35%)</b>
Cañón (2.5%)	<b>Sierra (23.77%)</b>
Llanura (39.97%)	Valle (4.48%)
Lomerío (0.36%)	

De acuerdo con la clasificación anterior, el SA se ubica en las provincias fisiográficas **Sierra Madre Occidental**, subprovincias fisiográficas **Gran Meseta y Cañones Duranguenses** y en el sistema de topoformas presenta 2 clases: **sierra alta con cañones (99.12)** y **superficie de gran meseta con cañadas (0.88)**

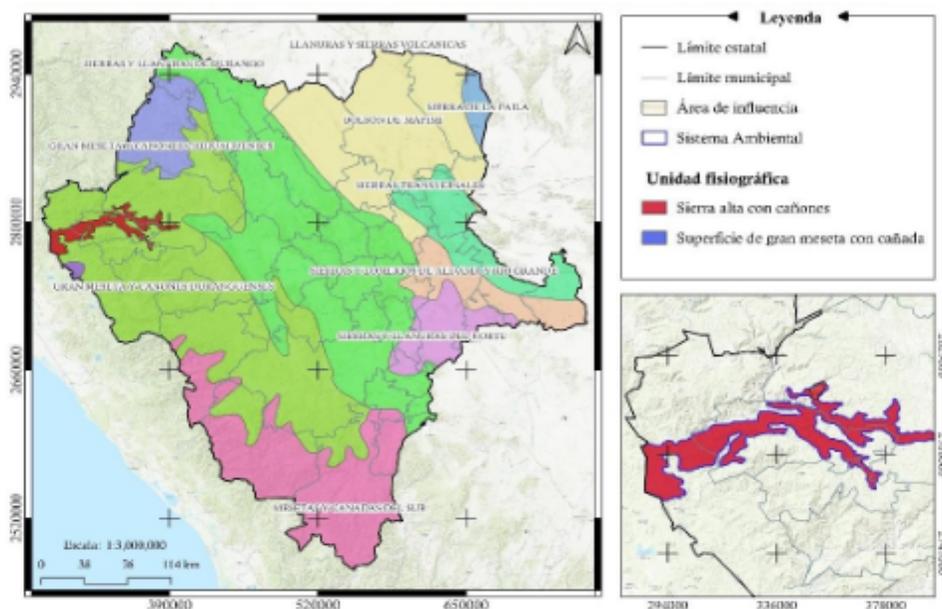
Para tener un panorama descriptivo de cada una de las unidades fisiográficas se detallan sus componentes más sobresalientes en el cuadro siguiente:

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

Provincia	
Sierra Madre Occidental	Este es el más largo y el más continuo de los sistemas montañosos de México. Corre más o menos paralelo a la costa del Pacífico desde un poco más al sur de la frontera con Estados Unidos, en los límites de Chihuahua y Sonora, hasta la altura de Nayarit y Jalisco, donde converge con el Eje Volcánico Transversal. En muchos sitios su anchura es de más de 200 km y está surcada por numerosas barrancas profundas que excavaron los ríos que fluyen hacia el Pacífico. Sus altitudes más pronunciadas pasan ligeramente de 3 000 metros, el nivel promedio de las partes altas varía entre 2 000 y 2 500 msnm. La sierra separa la Planicie Costera Noroccidental del Altiplano Mexicano (Rzedowski, 2006).
Subprovincia	
Sierras y Llanuras de Durango	Ocupa el 24.18% del territorio estatal ubicado al centro del estado en una franja que recorre el estado de noroeste a sureste. Conformado por cadenas de pequeñas sierras, mesetas y lomeríos.
Topoforma	
Sierra alta con cañones	Región montañosa caracterizada por elevadas altitudes y una topografía abrupta, donde la erosión ha dado lugar a profundos cañones y valles encajonados. Predominan pendientes pronunciadas, formaciones rocosas expuestas y una red hidrográfica que modela el relieve.

Superficie de gran meseta con cañadas	Extensa planicie elevada con ligeras ondulaciones, interrumpida por cañadas que actúan como drenajes naturales. Presenta una morfología relativamente homogénea en su parte superior, pero con zonas de disección provocadas por la acción del agua y la erosión.
---------------------------------------	---

A nivel sitio, la topografía corresponde sierra alta con cañones. Los detalles se muestran en el plano del **Anexo 3.2**.



**Figura IV-3. Fisiografía a nivel estatal y en el Sistema Ambiental**

#### IV.2.1.5.2. *Relieve*

Los MDE son ampliamente utilizados en aplicaciones relacionadas con el uso y manejo de recursos naturales, de las cuales pueden distinguirse grandes categorías de aplicaciones que utilizan los modelos como son geodesia y fotogrametría, ingeniería civil, planeación y manejo de recursos naturales, ciencias de la tierra, en aplicaciones militares, cartografía especializada, prevención y atención a desastres naturales, entre otras.

Hoy en día con los sistemas de información geográfica el modelo digital de elevación tiene un abanico de representaciones que permiten al usuario desarrollar mejores análisis del relieve ya que permiten visualizar el terreno mediante tintas hipsométricas, realizar perfiles longitudinales, obtener vistas en 3D, modelamiento dinámico en 3D, gamas tradicionales de color, intervalos de color de acuerdo a la variación y rangos de la elevación, sobreposición de datos o información en formato vectorial o ráster de diferentes ámbitos, temas y aplicaciones (INEGI, 2000). Con el MDT que proporciona el INEGI se realizó el análisis espacial del SA y AI, pudiendo determinar aspectos más particulares como elevación, pendiente y exposición de laderas.

##### a). *Altitud*

Los parámetros representativos que caracterizan el relieve del **SA** son: i) elevación mínima de 308 msnm; ii) elevación máxima de 2,792 msnm; iii) elevación media de 1,470.4 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 551. m. Las alturas máximas se encuentran en la zona central y norte, las alturas mínimas en la parte este y sureste, las alturas medias se encuentran en la parte noreste y noroeste adyacentes a las máximas.

En el **AI** los parámetros característicos son: i) elevación mínima de 905 msnm; ii) elevación máxima de 2,471 msnm; iii) elevación media de 1,470.4 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 358.3 m. Las alturas máximas se encuentran al este, mientras que las alturas mínimas en el oeste. La distribución altitudinal del SA se puede observar en el plano del **Anexo 3.3**.

En el sitio, las elevaciones mínima, media y máxima son 1,012, 1,096 y 1,278 msnm, respectivamente.

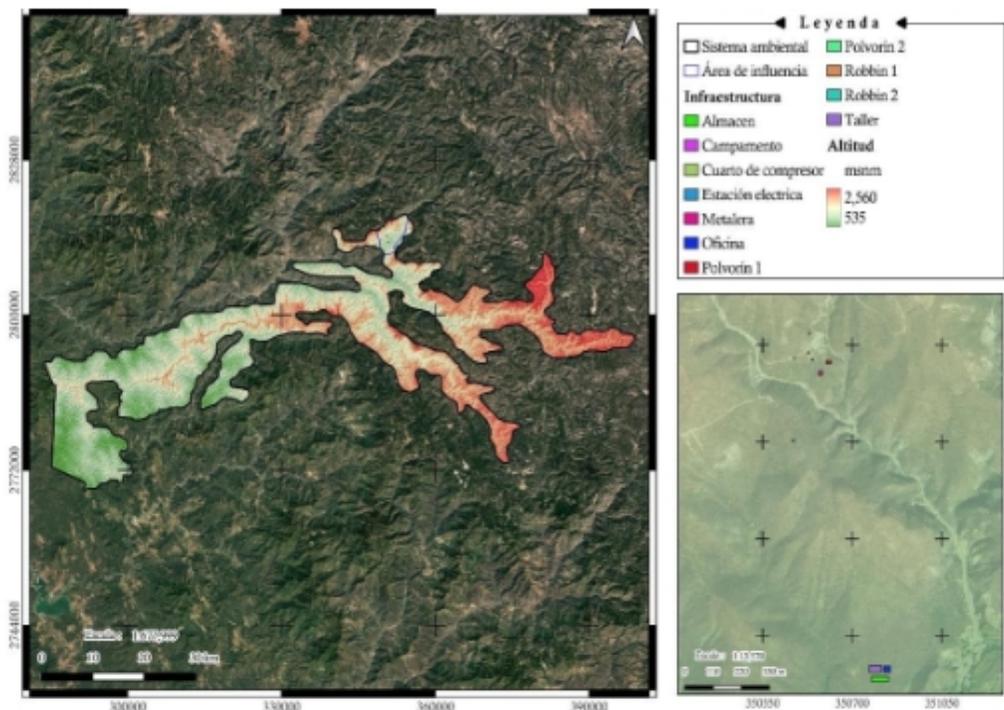


Figura IV-4. Elevaciones presentes en el Sistema Ambiental (DEM).

### b). Pendiente

Con la información contenida en el DEM del SA y con la ayuda de la herramienta [Raster/ Analysis/ Slope] de QGIS (Quantum GIS Team Development, 2024) se desarrolló el plano de pendientes (relieve). Ahora bien, considerando la clasificación propuesta por la FAO (2009) para caracterizar el relieve de una cuenca, la pendiente del DEM se reclasificó con la ayuda de la calculadora ráster en función de las categorías del cuadro siguiente.

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

Categoría	Pendiente (%)	Tipo de relieve	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	0 a 2	Plano	789.0	0.6
2	2 a 5	Ligeramente inclinado	2,841.8	2.0
3	5 a 10	Inclinado	7,344.4	5.2
4	10 a 15	Fuertemente inclinado	11,782.4	8.4
5	15 a 30	Moderadamente escarpado	58,143.3	41.2
6	30 a 60	Escarpado	59,862.8	42.4
7	> 60	Muy escarpado	284.8	0.2
<b>Total</b>			<b>141,048.4</b>	<b>100.0</b>

La pendiente que presenta un sitio en conjunto con otros factores como el tipo de suelo y cobertura vegetal, están íntimamente ligados. La pendiente media del SA corresponde a **moderadamente escarpada**, las pendientes más pronunciadas se encuentran en más del 80% del SA con manchones claramente definidos correspondientes a pendientes poco propiciadas. En el AI y sitio la pendiente corresponde a moderadamente escarpada del 30 y 16%, respectivamente, la distribución de las pendientes pronunciadas obedece al patrón altitudinal. El comportamiento de las pendientes puede observarse a detalle en el plano del Anexo 3.4.

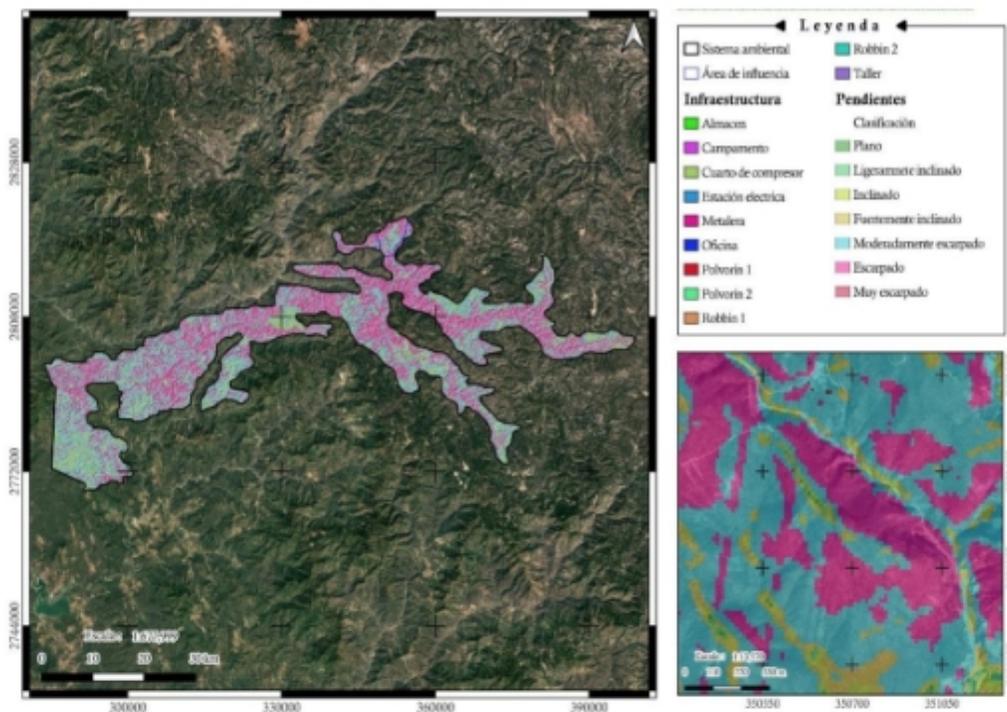


Figura IV-5. Pendiente del SA.

c). Exposición de las laderas

A partir del DEM del SA y con la ayuda de la herramienta [Processing toolbox/ SAGA/ Fill sink (Wang & Liu, 2006)] en QGIS (Quantum GIS Team Development, 2024) se desarrolló el plano de la exposición de la ladera o terreno y, posteriormente se reclasificó la exposición con la calculadora ráster en 9 categorías (como se muestra en el cuadro siguiente).

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

Categoría	Exposición	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	Plano	16,921.5	12.0
2	Norte	16,850.3	11.9
3	Noreste	14,112.6	10.0
4	Este	13,406.2	9.5
5	Sureste	14,222.5	10.1
6	Sur	18,861.3	13.4
7	Suroeste	18,077.6	12.8
8	Oeste	14,564.9	10.3
9	Noroeste	14,031.7	9.9
	<b>Total</b>	<b>141,048.5</b>	<b>100.0</b>

Existen evidencias documentadas de que la orientación de las laderas modifica las condiciones microclimáticas de los sitios; por ejemplo, en el hemisferio norte, las laderas con exposición sur reciben mayor radiación solar (casi seis veces más) que sus contrapartes con orientación norte; siendo las laderas con exposición norte más húmedas en comparación con aquellas con orientación sur. Se ha generado un plano de la exposición de las laderas del SA, donde se puede observar que las exposiciones son ligeramente más abundantes en sentido norte. A nivel AI, por lo

accidentado del relieve se tienen diferentes exposiciones, las cuales se pueden analizar a detalle en el plano del Anexo 3.5. La exposición del sitio es mayormente hacia el sureste, noreste y oeste.

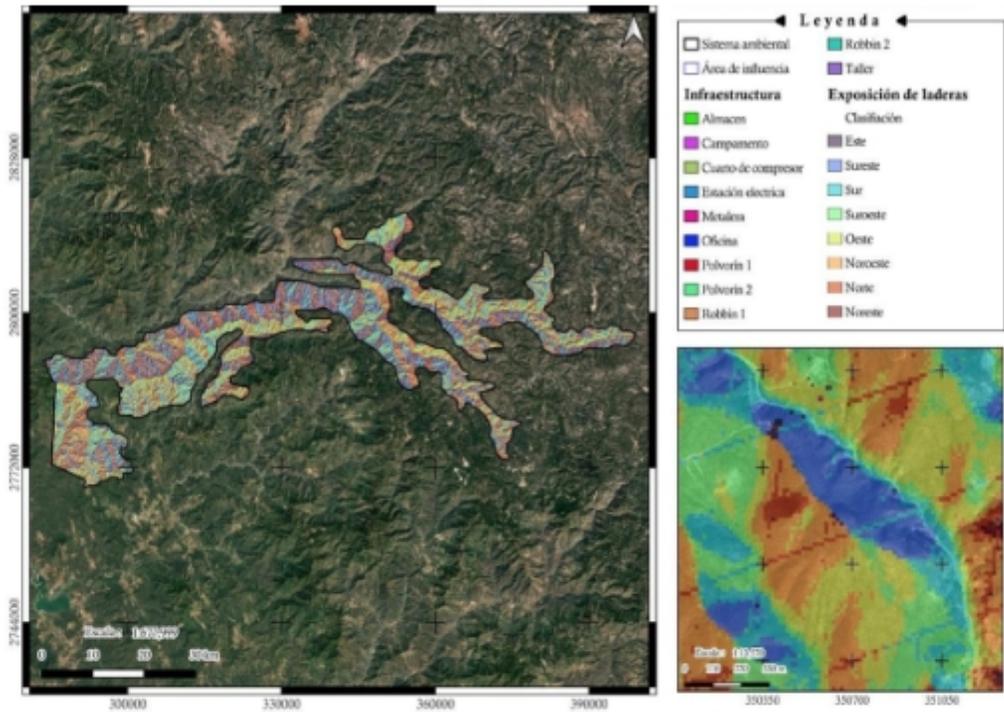


Figura IV-6. Exposición de laderas en el SA.

#### IV.2.1.6. Suelos

##### IV.2.1.6.1. Tipos de suelo

De acuerdo con la información contenida en las cartas temáticas edafológicas escala 1:25,000 de la serie III, el suelo dominante en el SA corresponde a suelos Litosol y, dominancia media Regosol, en cambio, los suelos con menos presencia son: Feozem y Cambisol. Las distribuciones de los suelos se muestran en el cuadro siguiente:

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

Suelo principal (G1)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Litosol	74,441.19168	52.8
Regosol eutrico	37,230.79894	26.4
Feozem haplico	16,430.35166	11.6
Cambisol cromico	12,946.13406	9.2
<b>Total</b>	<b>141,048.4</b>	<b>100.0</b>

A nivel AI, los suelos presentes corresponden a Litosol y Feozmen Haplico. Las distribuciones de los suelos dominantes se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-16. Principales grupos de suelo presentes en el AI.

Suelo principal (G1)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Litosol	2,438.3	92.8
Feozem haplico	188.7	7.2
<b>Total</b>	<b>2,627.0</b>	<b>100.0</b>

De los suelos identificados las características más relevantes son las siguientes

Suelo principal (G1)	Textura del suelo	Fase Física	Fase Química	Textura	Fase Física	Fase Química
----------------------	-------------------	-------------	--------------	---------	-------------	--------------

Litosol	Textura del horizonte subsuperficial (30-100 cm aproximadamente).	El suelo no presenta limitantes físicas significativas	El suelo no presenta alteraciones químicas significativas que afecten su clasificación o uso.	Media	N/D	N/D
Regosol eutrico		Presencia de afloramientos rocosos		Media	Lítica	N/D
Feozem haplico				Media	Lítica	N/D
Cambisol cromico				Media	Lítica	N/D

En el plano del **Anexo 3.7** se muestran la distribución de los tipos de suelo presentes en el **SA**. Por otro lado, el tipo de suelo presente en de tipo **litosol**

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

### DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS PRINCIPALES

**El Litosol**, conocido actualmente como **Leptosol** en la clasificación de la WRB (World Reference Base for Soil Resources), es un tipo de suelo caracterizado por su escasa profundidad y la presencia de material rocoso a pocos centímetros de la superficie. Estos suelos son jóvenes y presentan un escaso desarrollo de horizontes edáficos debido a procesos de meteorización limitados

#### Principales características

##### 1. Profundidad y desarrollo

- Tienen una profundidad menor a 10 cm antes de encontrar un lecho de roca dura continua o fragmentos líticos de gran tamaño.
- Debido a su poca profundidad, no desarrollan horizontes bien diferenciados, a diferencia de otros suelos más evolucionados.

##### 2. Textura y composición

- Su textura es variable, dependiendo del material parental, pero suele ser arenosa, franco-arenosa o franco-arcillosa.
- Generalmente presentan un alto contenido de fragmentos rocosos, lo que reduce la capacidad de retención de agua.
- Son suelos pobres en materia orgánica debido a la poca acumulación de biomasa y la alta tasa de erosión.

##### 3. Drenaje e infiltración

- Poseen drenaje rápido o excesivo, ya que la roca subyacente impide la retención de agua.
- En climas áridos y semiáridos, pueden presentar problemas de escasez de agua para la vegetación.
- En zonas de mayor precipitación, pueden favorecer la erosión hídrica superficial.

##### 4. Fertilidad y uso agrícola

- Baja fertilidad natural, debido a su limitada capacidad para almacenar nutrientes y agua.
- Su uso agrícola es muy restringido y solo es posible bajo prácticas de manejo intensivo, como el uso de enmiendas orgánicas y riego.
- Son suelos más adecuados para pastizales, reforestación o conservación ecológica, en lugar de cultivos intensivos.

##### 5. Ubicación y distribución

- Se encuentran principalmente en zonas montañosas, laderas escarpadas y terrenos de pendiente pronunciada.
- Son comunes en regiones áridas y semiáridas, pero también aparecen en climas templados y tropicales con relieve accidentado.
- Se desarrollan sobre una gran variedad de materiales parentales, incluyendo rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

## 6. Vegetación y ecosistemas asociados

- En climas áridos, soportan vegetación de matorral xerófilo y pastizales dispersos.
- En zonas templadas, pueden encontrarse en bosques de coníferas o encinos, aunque con vegetación poco densa.
- En climas húmedos, pueden estar cubiertos por selvas bajas caducifolias o formaciones de arbustos resistentes.

## 7. Importancia ambiental y manejo

- Son altamente susceptibles a la erosión, por lo que se recomienda evitar su deforestación y sobrepastoreo.
- Son fundamentales para la recarga de acuíferos en zonas montañosas, ya que favorecen la infiltración de agua.
- Su conservación es clave para la estabilidad de pendientes y ecosistemas frágiles, evitando deslizamientos de tierra y degradación del paisaje.

**El Regosol eútrico** es un tipo de suelo poco desarrollado, caracterizado por su baja evolución pedogenética, es decir, no ha desarrollado horizontes edáficos bien diferenciados. Su nombre proviene de la clasificación de la FAO-WRB, y en algunos sistemas de clasificación puede ser equivalente a suelos incipientes o poco evolucionados.

### Principales características

#### 1. Formación y desarrollo

- Se originan en materiales no consolidados con poca o nula diferenciación de horizontes edáficos.
- Son típicos de áreas donde el proceso de meteorización y formación del suelo es reciente o está en constante renovación debido a la erosión o sedimentación.

#### 2. Profundidad y estructura

- Generalmente presentan una profundidad mayor a 25 cm antes de encontrar material rocoso o parental.
- Su estructura es suelta y poco cohesionada, lo que facilita la erosión.

#### 3. Textura y composición

- Pueden presentar gran variabilidad en su textura, dependiendo del material parental.
- Suelos formados a partir de cenizas volcánicas pueden ser franco-arenosos a franco-limosos, mientras que los originados por depósitos fluviales pueden ser más heterogéneos.
- Contienen un porcentaje variable de materia orgánica, aunque en general no es muy alto.

#### 4. Fertilidad y contenido de nutrientes

- El término "eútrico" indica que estos suelos tienen una saturación de bases relativamente alta (mayor al 50%), lo que los hace moderadamente fértiles en comparación con otros suelos jóvenes.
- Pueden tener buenas condiciones para la agricultura si se manejan adecuadamente, aunque su limitada evolución puede afectar la retención de nutrientes a largo plazo.

#### 5. Drenaje e infiltración

- Poseen buen drenaje, aunque en algunos casos pueden presentar compactación en ciertos estratos.
- Su capacidad de retención de agua varía según su textura, siendo menor en suelos arenosos y mayor en los franco-limosos.

#### 6. Ubicación y distribución

- Se encuentran en terrenos de relieve moderado a fuerte, donde la erosión impide la formación de horizontes bien diferenciados.
- Son comunes en regiones montañosas, piedemontes, depósitos fluviales recientes y áreas volcánicas.

#### 7. Uso agrícola y manejo

- Su fertilidad natural permite cultivos temporales si se implementan prácticas adecuadas de manejo del suelo.
- Son susceptibles a la erosión, por lo que es recomendable el uso de prácticas de conservación de suelos, como terrazas, barreras vivas o cultivos de cobertura.

- Su manejo puede requerir mejoras en la estructura del suelo, como la incorporación de materia orgánica para aumentar su capacidad de retención de agua y nutrientes.

## 8. Importancia ambiental y ecológica

- Juegan un papel clave en la sucesión ecológica, ya que permiten la colonización de vegetación en terrenos recientemente expuestos.
- En áreas volcánicas y fluviales, ayudan a la regeneración del paisaje después de eventos de deposición de sedimentos o erupciones.
- Su conservación es fundamental para evitar procesos de degradación y pérdida de suelos en zonas con alta erosión.

El **Feozem háplico** es un suelo con una alta acumulación de materia orgánica en sus horizontes superficiales, lo que le otorga un color oscuro característico. Perteneció a la clasificación de la FAO-WRB y se encuentra principalmente en climas templados y subhúmedos, donde la vegetación natural favorece la formación de su horizonte orgánico.

### Principales características

#### 1. Formación y desarrollo

- Se desarrollan en condiciones donde la acumulación de materia orgánica es significativa, formando un horizonte superficial rico en humus.
- Se encuentran en relieves planos o ligeramente ondulados, con buena estabilidad para la acumulación de materia orgánica.

#### 2. Horizonte superficial oscuro

- La presencia de humus en cantidades significativas da como resultado un color oscuro o negro en los primeros 25 cm de profundidad.
- Este horizonte orgánico es profundo y con buena estructura, lo que mejora su capacidad de retención de agua y nutrientes.

#### 3. Fertilidad y contenido de nutrientes

- Son altamente fértiles debido a su alto contenido de materia orgánica y su elevada saturación de bases.
- Poseen buenas condiciones para la actividad microbiana, lo que favorece la descomposición de materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas.
- Tienen un pH generalmente cercano a la neutralidad, lo que optimiza la disponibilidad de nutrientes.

#### 4. Textura y estructura

- Predominan las texturas franco-arcillosas a franco-limosas, lo que les confiere una buena retención de agua sin problemas de drenaje.
- Su estructura es granular o en bloques, favoreciendo la aireación y el desarrollo radicular.

#### 5. Drenaje e infiltración

- Poseen buen drenaje, aunque pueden retener humedad suficiente para el crecimiento vegetal.
- Son menos susceptibles a la compactación que otros suelos con mayor contenido de arcilla.

#### 6. Ubicación y distribución

- Se encuentran en regiones de clima templado y subhúmedo, con una vegetación original de pastizales o bosques mixtos.
- Son comunes en valles, llanuras y colinas bajas con condiciones favorables para la acumulación de materia orgánica.

#### 7. Uso agrícola y manejo

- Son excelentes para la agricultura, especialmente para cultivos de alto rendimiento como cereales, hortalizas y frutales.
- Requieren rotación de cultivos y prácticas de conservación para evitar la degradación del horizonte orgánico.
- Pueden ser utilizados para ganadería debido a su alta productividad en pastizales.

- La erosión puede ser un problema en terrenos inclinados, por lo que se recomienda implementar prácticas de conservación de suelos, como terrazas o barreras vivas.

## 8. Importancia ambiental y ecológica

- Son suelos con una alta capacidad de secuestro de carbono, lo que los convierte en un componente clave en la mitigación del cambio climático.
- Su alto contenido de materia orgánica favorece la biodiversidad del suelo y la actividad microbiana.
- En su estado natural, sostienen ecosistemas de pastizales y bosques, los cuales desempeñan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad.

El Cambisol Crómico es un suelo con un grado de evolución intermedio, caracterizado por la presencia de un horizonte B cámbico y una tonalidad rojiza o marrón intensa debido a la acumulación de óxidos de hierro. Se encuentra en diversas condiciones climáticas y es común en paisajes montañosos y regiones con actividad erosiva.

### Principales características

#### 1. Formación y desarrollo

- Se originan a partir de materiales parentales variados, como rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas.
- Poseen un horizonte B cámbico, que indica una leve alteración mineralógica sin formación de arcillas secundarias.
- Presentan un desarrollo moderado en comparación con suelos más evolucionados como Luvisoles o Acrisoles.

#### 2. Coloración rojiza o marrón

- El término "crómico" hace referencia a su alto contenido de óxidos de hierro, que le confieren colores rojizos o marrón oscuro.
- La tonalidad rojiza es un indicador de buena aireación y drenaje, lo que permite la oxidación de minerales ferrosos.

#### 3. Textura y estructura

Poseen una textura variable, desde franca hasta arcillosa, dependiendo del material parental.

Su estructura puede ser granular o en bloques, lo que favorece una buena aireación y estabilidad del suelo.

#### 4. Drenaje e infiltración

- Buen drenaje natural, lo que reduce el riesgo de encharcamiento.
- Retienen suficiente humedad para el crecimiento vegetal, aunque pueden ser susceptibles a la erosión en pendientes pronunciadas.

#### 5. Fertilidad y contenido de nutrientes

- Su fertilidad es moderada debido a la alteración parcial de minerales primarios.
- Puede tener deficiencias de materia orgánica, por lo que requiere manejo adecuado para mantener su capacidad productiva.
- Dependiendo del material parental, pueden ser ricos en minerales como hierro, aluminio y manganeso.

#### 6. Ubicación y distribución

- Se encuentran en zonas de relieve accidentado o con procesos erosivos activos.
- Son comunes en climas tropicales, subtropicales y templados, con lluvias moderadas a altas.
- Suelen formarse sobre materiales parentales de origen volcánico o sedimentario.

#### 7. Uso agrícola y manejo

- Son utilizados para cultivos de ciclo corto, fruticultura y pastizales.
- En pendientes pronunciadas, requieren prácticas de conservación del suelo para evitar erosión, como terrazas o barreras vivas.

- Se recomienda la incorporación de materia orgánica para mejorar su fertilidad y capacidad de retención de agua.
- Su coloración rojiza es indicativa de un buen drenaje, pero también de la posibilidad de compactación en condiciones secas.

#### 8. Importancia ambiental y ecológica

- Son suelos resistentes a la degradación, aunque pueden sufrir erosión en terrenos inclinados.
- Poseen una buena capacidad de infiltración de agua, favoreciendo la recarga de acuíferos.
- En su estado natural, pueden sostener ecosistemas de bosques tropicales o templados, dependiendo de la región.

#### IV.2.2. Estado de conservación del suelo

El estado de conservación del suelo en El SA, y en función de los análisis y resultados obtenidos para este recurso se puede catalogar como un **estado de conservación "medio"**, lo anterior con fundamento en el grado de erosión eólica clasificado como **"sin erosión"**, y suelos con **muy alta** susceptibilidad a la erosión hídrica sobre todo en áreas con fuertes pendientes. Los fenómenos antropogénicos que inciden en su deterioro son los caminos de acceso entre las comunidades vecinales del municipio de Tepehuanes, se prevé un incremento de afluencia por las relaciones que se esperan al contar con el servicio de energía entre las comunidades beneficiadas, por lo que el CUSTF deberá contar con medidas de prevención y mitigación que permitan reducir los impactos a este componente.

#### IV.2.2.1. Estimación de la erosión hídrica

Dado que, las obras y actividades requieren remover vegetación forestal para la construcción de la infraestructura, es necesario conocer la cantidad de suelo que se perderá anualmente por la exposición del suelo a factores ambientales, por lo que, para conocer esta pérdida se realizó el cálculo de la pérdida de suelo media anual a largo plazo utilizando la ecuación propuesta por el Manual de Ordenamiento de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE, 1988), en el cual se utiliza el tipo de suelo, la pendiente del terreno y el tipo de vegetación con la expresión siguiente.

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

donde; *EH* = Erosión hídrica, *IALLU* = Índice de agresividad de la lluvia, *CAERO* = Coeficiente de erodabilidad, *CATEX* = Calificación de textura y fase del suelo, *CATOP* = Calificación de la topografía, *CAUSO* = Calificación por uso de suelo

Para estimar el valor de **IALLU**, es necesario conocer el número de días del año con disponibilidad de agua o período de crecimiento (**PECRE**) con la ecuación siguiente.

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

Entonces, el valor de **IALLU** se obtiene con la expresión siguiente,

$$IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875$$

Para obtener el valor de **CAERO** se hace el recorte del tipo de suelo en base a la carta de edafología serie II escala 1: 250, 000 editada por INEGI y se clasifican de acuerdo a la tabla siguiente:

**Cuadro IV-17. Valor de CAERO por unidad de suelo.**

CAERO	Unidad 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
	Yy	Yt	Zt					

Con herramientas de un SIG se realizaron operaciones algorítmicas para obtener una capa tipo vectorial con el valor de CAERO ponderado por la superficie del SA con información proveniente de la carta de edafología proporcionada por el INEGI (2011).

El valor de **CATEX** (textura y fase del suelo), también fue extraído a partir de la carta de edafología proporcionada por el INEGI (2011), con el uso de herramientas SIG del polígono Del SA. Los valores que toma CATEX por textura y fase son los siguientes.

**Cuadro IV-18. Valores de CATEX para estimar el grado de erosión hídrica del SA.**

CATEX	Textura y fase
0.2	1
0.3	2
0.1	3
0.5	Fase pedregosa y gravosa

Para estimar el valor de **CATOP** (calificación de la topografía), se realizaron operaciones algorítmicas con herramientas de SIG para reclasificar la superficie del SA por clase de pendiente considerando las categorías siguientes.

**Cuadro IV-19. Valores de CATOP para estimar el grado de erosión del SA.**

CATOP	Clase	Rango (%)
0.35	A	0 - 8
3.5	B	8 - 30
11	C	>30

Finalmente, los valores del **CAUSO** se obtienen en base al tipo de uso de suelo y vegetación, para lo cual, mediante el uso de herramientas SIG se realizaron operaciones algorítmicas a partir de la carta de uso de suelo y vegetación serie VII escala 1: 250, 000 editada por INEGI (2018) en la superficie del SA. Los valores de CAUSO resultaron de la ponderación de la capa vectorial de uso de suelo y vegetación a partir de la tabla siguiente.

**Cuadro IV-20. Valores de CAUSO por tipo de vegetación y uso de suelo.**

Uso de suelo y vegetación	Valor
Agricultura de riego, agricultura de temporal, chinampa, nopalera.	0.80
Predio baldío, sitio de extracción, terracería, zona sin vegetación aparente.	0.40
Matorral rosetófilo.	0.15
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea, zona federal CFE (derecho de vía).	0.13
Agroforestería, pastizal.	0.12
Barranca, bosque de encino perturbado, bosque de oyamel perturbado, bosque de pino perturbado, bosque inducido, bosque mixto de encino - pino (incluye pino - encino) perturbado,	0.11

bosque mixto de pino – oyamel (incluye oyamel - pino) perturbado, pastizal de alta montaña, zona mixta de pastizal y bosque de oyamel, zona mixta de pastizal y bosque de pino.	
Bosque de encino, bosque de oyamel, bosque de pino, bosque mesófilo de montaña, bosque mixto de encino - pino (incluye pino - encino), bosque mixto de pino - oyamel (incluye oyamel - pino), bosque mixto oyamel - tepozán - pino.	0.10
Zona mixta de vegetación crasicaule con encinal - pedregal, zona mixta de vegetación crasicaule con oyamel - pedregal, zona mixta de vegetación crasicaule con pinar - pedregal.	0.08
Humedal, zona inundable, zona mixta oyamel - pedregal, zona mixta pinar - encinar - pedregal, zona mixta pinar - pedregal.	0.05
Área verde urbana, asentamiento humano, ciclopista, cuerpo de agua, infraestructura, invernadero, pedregal, sitio de importancia cultural, vialidad pavimentada, zona de crecimiento urbana, zona urbana.	0.00

La metodología de cálculo de la erosión hídrica se presenta en un anexo digital en formato de Excel, y el valor estimado por tipo de textura se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro IV-21. Valor de la erosión hídrica estimada (EH) en el Sa.**

Textura	Precipitación (mm)	PECRE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	EH
Media	999.90	170.48	176.90	1.11	0.28	11.00	0.13	76.81

La erosión hídrica en el SA de acuerdo a las categorías siguientes; i) ligera ( $\leq 12$  ton/ha/año), ii) moderada (12 – 50 ton/ha/año), iii) alta (50 – 100 ton/ha/año) y, iv) muy alta ( $\geq 100$  ton/ha/año). Por lo tanto, en base a los resultados de los cálculos para la erosión hídrica dentro del SA, esta presenta una erosión **muy alta**, ya que se pueden llegar a perder hasta **76.81 ton/ha/año**.

#### IV.2.2.2. Estimación de la erosión eólica

De manera natural se presenta una erosión del suelo principalmente por la acción del viento, la cual aumenta a medida que disminuye la vegetación, por haber menor resistencia para que se inicie el movimiento. En el SA existe gran abundancia de vegetación por lo que la eliminación de la misma aumentará la erosión por este factor, por lo tanto, se realizó una estimación del grado de erosión eólica actual a partir de la expresión siguiente.

$$E_e = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

donde;  $E_e$ = Erosión eólica (ton/año),  $IAVIE$ = Índice de agresividad del viento,  $CATEX$ = Calificación de textura y fase del suelo y,  $CAUSO$ = Calificación por uso del suelo.

En primer lugar, se calculó el índice de agresividad del viento ( $IAVIE$ ) mediante la fórmula siguiente:

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

$$\text{donde; } PECRE = 0.2408 * (P) - 0.0000372 * (P)^2 - 33.1019.$$

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

**Cuadro IV-22. Valores para el cálculo de la capa de calificación de textura en suelos no calcáreos**

Valor de C	Textura* y fase de suelos no calcáreos
3.50	1
1.25	2
1.85	3
1.75	1 y fase gravosa o pedregosa
0.62	2 y fase gravosa o pedregosa
0.92	3 y fase gravosa o pedregosa

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

**Cuadro IV-23. Valores para el cálculo de la capa de calificación de textura en suelos calcáreos**

Valor de C	Textura* y fase de suelos calcáreos
------------	-------------------------------------

3.5	1
1.75	2
1.85	3
0.87	Fase pedregosa o gravosa

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

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

$$CATEX = \frac{\sum_{i=1}^n Tipo\_Suelo_i * C_i}{Sup\_total}$$

donde; Tipo\_Suelo<sub>i</sub> = superficie que cubre el i-ésimo tipo de suelo (ha) y C<sub>i</sub> = calificación asignada para el i-ésimo tipo de suelo (adimensional) y Sup\_total = superficie total de la MHF.

Como parte del procedimiento para determinar la erosión eólica, se calificó el uso de suelo y vegetación del SA a partir de la capa de uso de suelo y vegetación de INEGI para asignarle su valor de **C** correspondiente a cada tipo y uso. Entonces, para la superficie del SA se presentan diversas comunidades vegetales y usos de suelo por lo que el valor de **CAUSO** se estimó mediante un promedio ponderado por la superficie dado por:

$$CAUSO = \frac{\sum_{i=1}^n Sup\_Veg_i * C_i}{Sup\_total}$$

donde; Sup\_veg<sub>i</sub> = superficie que cubre el i-ésimo tipo de vegetación o uso de suelo (ha) y C<sub>i</sub> = calificación asignada para el i-ésimo tipo de vegetación o uso de suelo (adimensional) y Sup\_total = superficie total (ha).

Finalmente; la tasa de erosión eólica estimada para el SA resultó ser la siguiente.

**Cuadro IV-24. Tasa de erosión eólica estimada para el SA.**

Precipitación (mm)	PECRE	IAVIE	CATEX	CAUSO	Ee
999.90	170.48	30.236	1.4	0.2	9.5

Ee = erosión eólica ton ha-1 año-1

La erosión laminar eólica en el SA expresada en toneladas por hectárea por año corresponde al promedio ponderado de **9.5 ton/ha/año**, considerándose **sin erosión** de acuerdo a la clasificación del cuadro siguiente.

**Cuadro IV-25. Clase de degradación para erosión eólica (INE, 1988).**

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

#### IV.2.2.3. Hidrología

Las regiones hidrológicas que influyen en el territorio del estado de Durango son: 10 (Sinaloa), 11 (Presidio-San Pedro), 12 (Lerma – Santiago), 24 (Bravo – Conchos), 35 (Mapimí), 36 (Nazas – Aguanaval) y 37 (El Salado). De acuerdo a la clasificación hidrológica del Sistema Nacional del Información del Agua (CONAGUA, 2017), el área de influencia se ubica dentro del contexto hidrológico que se detalla en el cuadro siguiente:

**Cuadro IV-26. Ubicación del AI en el sistema hidrológico nacional.**

Región hidrológica	Sinaloa
Cuenca	Río Culiacán

Subcuencas	R. Tamazula Q. de Topia A. Palmarito	R. Humaya R. de los Lobos
Microcuenca	10-029-01-054 San José Metates Las cruces La soledad de san Isidro La graniza Altamira La huerta El dorador Las cruces de barajas Rancho de tío Juan 10-029-01-046 Ciénega de los frailes El potrero de Hernández El comedero San Jorge Sianori 10-029-03-022 El guayabito	Barajas El laurel Valle de topia 10-029-01-050 Juntas de san Ignacio San Bernabé Rincón de sianori El platanar de sianori San juan Norotal 10-029-06-001 LOS DE DIARTE Ciénega de nuestra señora de Guadalupe El ojito de camellones El salto de camellones Tamazula de victoria 10-029-05-016 El espinal de tomo

La ubicación del SA en el contexto hidrológico con mayor detalle se muestra en los planos del **Anexo 3.1 a y b**.

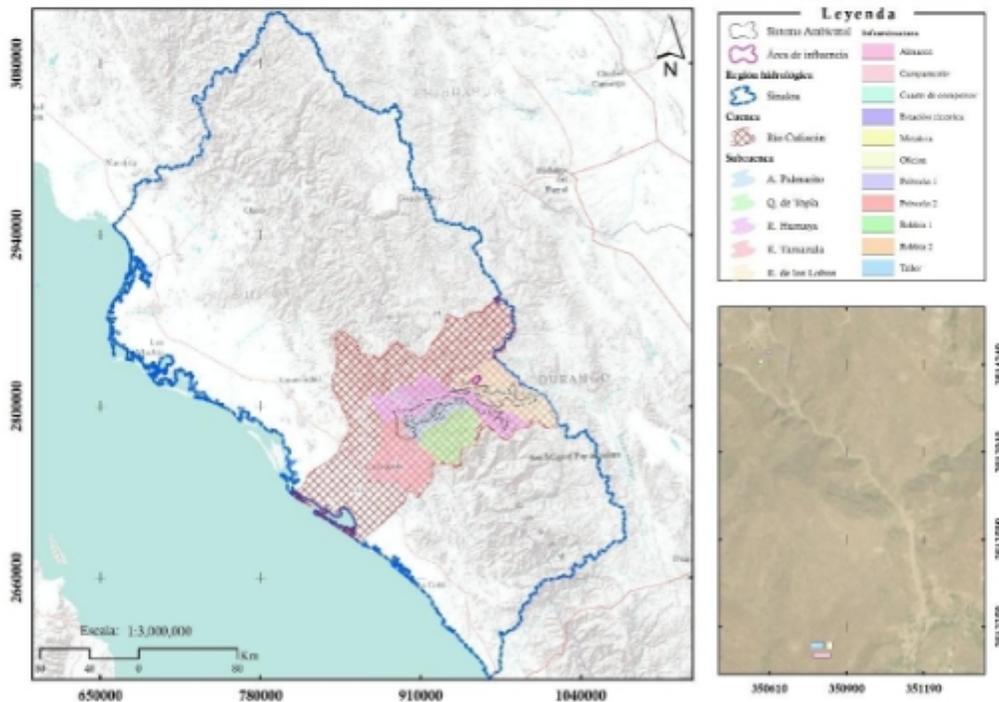


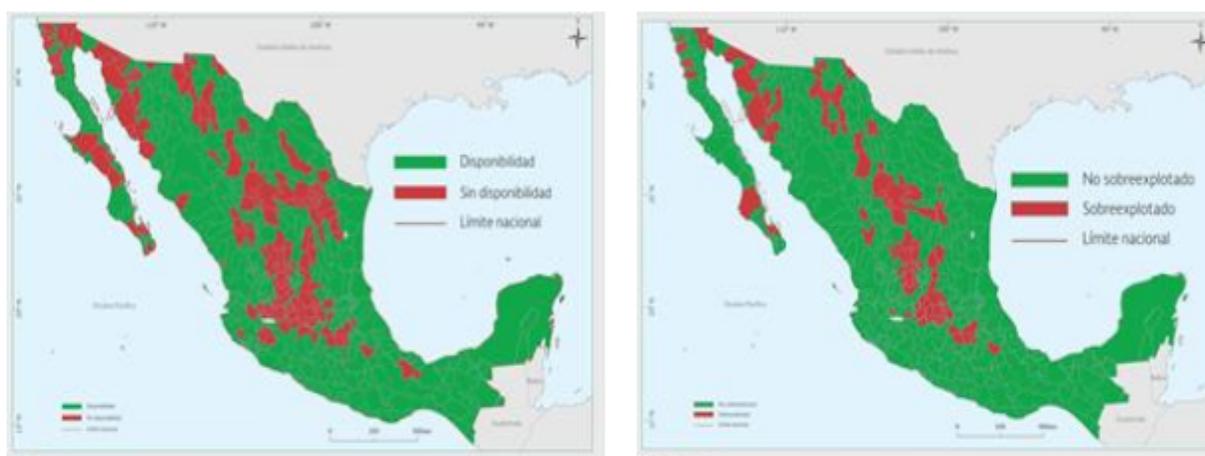
Figura IV-7. Ubicación del SA en el contexto hidrológico.

#### IV.2.2.3.1. Hidrología superficial y subterránea

La principal corriente superficial es el río San Lorenzo, que se origina en la Sierra Madre Occidental y fluye hacia el oeste hasta desembocar en el Océano Pacífico en la bahía de Quevedo, recibiendo aportaciones de arroyos como Mesillas, Tecolotes y Tabaco. La precipitación media anual en la región es de 916 milímetros, con una evaporación potencial de 1,800 milímetros. La infraestructura hidráulica incluye la presa José López Portillo (Comedero), ubicada en la cuenca alta del río San Lorenzo, y la presa Sanalona, situada en el acuífero vecino Río Culiacán. La interacción entre las aguas superficiales del río San Lorenzo y el acuífero en las proximidades del cauce permite la recarga del acuífero a partir del río. Además, la cuenca del río San Lorenzo alberga numerosos humedales de gran tamaño, resultado de la hidrogeomorfología creada por la glaciación. Estos humedales están asociados con los canales fluviales de las tierras bajas que drenan las elevaciones superiores de las montañas Adirondack.

El acuífero Río San Lorenzo está compuesto por materiales aluviales y depósitos de origen volcánico que forman el medio poroso donde se almacena el agua subterránea. La principal fuente de recarga del acuífero proviene de la infiltración de agua de lluvia en la zona serrana y de la percolación desde los cauces de los ríos y arroyos. La extracción de agua subterránea se realiza principalmente para uso agrícola, complementando el suministro de agua superficial, especialmente en periodos de bajos almacenamientos en las presas.

Según datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Río San Lorenzo es de 133.709 millones de metros cúbicos, con un volumen de extracción anual de 153.6 millones de metros cúbicos, lo que indica un déficit de 19.890 millones de metros cúbicos. Es importante destacar que, debido a la sobreexplotación del acuífero, se han implementado medidas de regulación y gestión para garantizar la sostenibilidad de los recursos hídricos en la región.



**Figura IV-8. Acuíferos con publicación de disponibilidad en el DOF, (2014); Condición de los acuíferos, (2014).**

Para fines de la administración del agua subterránea, el país se ha dividido en 653 acuíferos, cuyos nombres oficiales fueron publicados en el DOF el 5 de diciembre de 2001. A partir de esa fecha se inició un proceso de delimitación, estudio y determinación de la disponibilidad media anual de los acuíferos.

El SA, AI y el sitio se encuentran dentro de la zona de captación de los acuíferos Río Culiacán (2504), el cual NO figuran como acuíferos de condiciones de déficit.

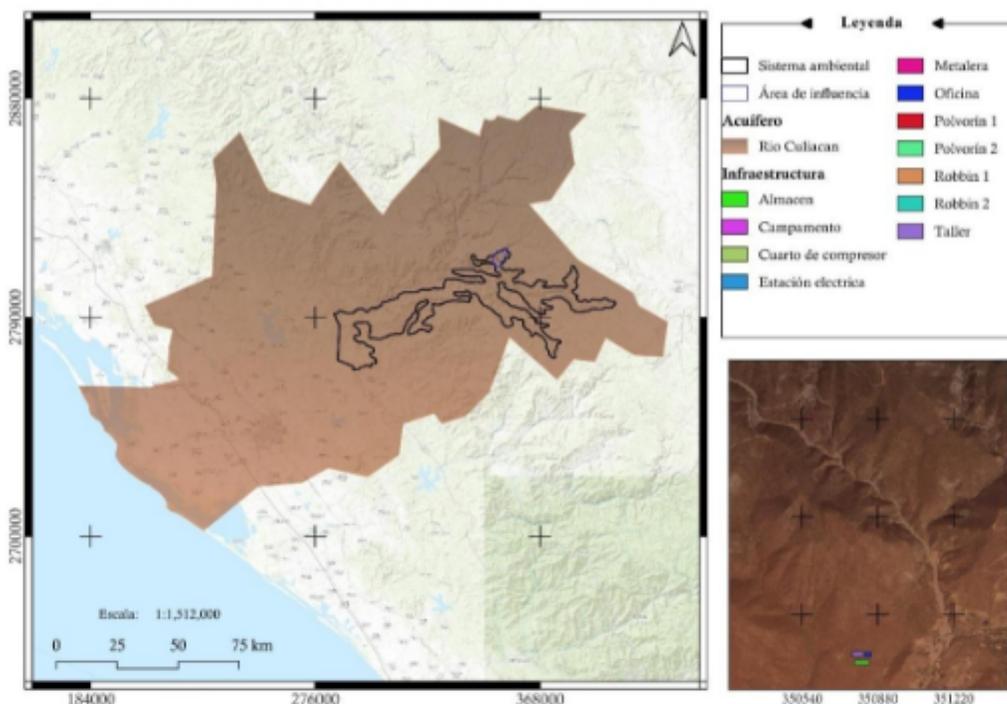


Figura IV-9. Ubicación del SA respecto a la delimitación de los acuíferos.

Otro factor importante que considerar es la sobreexplotación de acuíferos; de acuerdo con los resultados de los estudios recientes de la CONAGUA, se define si los acuíferos se consideran sobreexplotados o no, en función de la relación extracción/recarga; en este sentido, el aprovechamiento del agua se da a nivel superficial y subterráneo, por lo que se puede establecer que existe extracción que afecte directamente la recarga de los mantos acuíferos. Sin embargo, el desarrollo del proyecto no compromete la recarga del acuífero.

#### IV.2.2.3.2. Calidad del recurso hídrico

Un aumento en la **Demanda Biológica de Oxígeno (DBQ)** indica una disminución en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y se expresa en miligramos de **oxígeno** diatómico por litro ( $\text{mg O}_2/\text{l}$ ), indispensable para que se mantenga la vida en los ecosistemas acuáticos. Los valores más altos de  $\text{DBQ}_5$  se encuentran en zonas altamente pobladas. La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de  $\text{DBQ}_5$  son: excelente ( $\text{DBQ}_5 \leq 3$ ), buena calidad ( $\text{DBQ}_5 > 3 \leq 6$ ), aceptable ( $\text{DBQ}_5 > 6 \leq 30$ ), contaminada ( $\text{DBQ}_5 \geq 30 \leq 120$ ) y fuertemente contaminada ( $\text{DBQ}_5 \geq 120$ ).

En el SA no se cuenta con puntos de muestreo de la variable  $\text{DBQ}_5$  sin embargo, se consideraron los valores del punto de muestro más cercano, el cual corresponde a Cuencas Centrales del Norte cuya categoría es **excelente** con un valor de **1**.

La **demanda química de oxígeno (DQO)** es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios **químicos** que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de **oxígeno** diatómico por litro ( $\text{mg O}_2/\text{l}$ ). La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de DQO son: excelente ( $\text{DQO} \leq 10$ ), buena calidad ( $\text{DQO} > 10 \leq 20$ ), aceptable ( $\text{DQO} > 20 \leq 40$ ), contaminada ( $\text{DQO} > 40 \leq 200$ ) y fuertemente contaminada ( $\text{DQO} > 2000$ ).

En el SA no se cuenta con puntos de muestreo de la variable  $\text{DBQ}_5$  sin embargo, se consideraron los valores del punto de muestro más cercano, el cual corresponde a Cuencas Centrales del Norte cuya categoría es **excelente** con un valor de **6**.

**Sólidos suspendidos totales** o Total de sólidos en suspensión (**SST**), es la cantidad de sólidos que el agua conserva en suspensión después de 10 minutos de asentamiento. La clasificación de la CONAGUA para las diferentes

categorías de SST es: excelente ( $SST \leq 25$ ), buena calidad ( $SST > 25 \leq 75$ ), aceptable ( $SST > 75 \leq 150$ ), contaminada ( $SST > 150 \leq 400$ ) y fuertemente contaminada ( $SST > 400$ ).

En el SA no se cuenta con puntos de muestreo de la variable DBQ sin embargo, se consideraron los valores del punto de muestro más cercano, el cual corresponde a Cuencas Centrales del Norte cuya categoría es **excelente** con un valor de **20.6**.

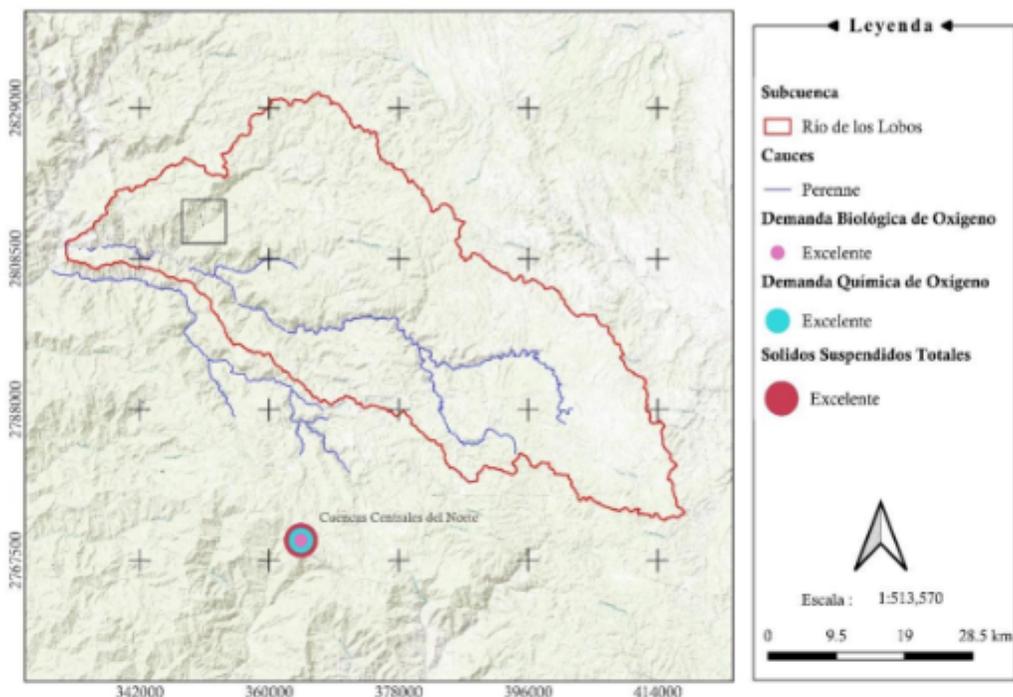


Figura IV-10. Calidad del agua en el contexto hidrológico local.

### IV.2.3. Aspectos bióticos

#### IV.2.3.1. Vegetación

##### IV.2.3.1.1. Tipos de vegetación

De acuerdo con la clasificación de la carta de uso de suelo y vegetación serie VII escala 1: 250 000 y la guía para su interpretación (INEGI, 2016), en el **Sistema Ambiental** pueden distinguirse 16 tipos de vegetación, y 3 tipos de agrosistemas, además, se tiene áreas de uso urbano construido, sin vegetación o desprovistas de vegetación y cuerpos de agua.

Cuadro IV-27. Tipos de vegetación del SA.

Clave	Tipo de vegetación / uso del suelo	Superficie (ha)	Superficie (%)
AH	Asentamientos humanos	62.90	0.04
BP	Bosque de pino	28215.93	20.00
BPQ	Bosque de pino-encino	31256.32	22.16
BQ	Bosque de encino	50979.34	36.14
BQP	Bosque de encino-pino	6577.79	4.66
PI	Pastizal inducido	1201.89	0.85
RA	Agricultura de riego anual	579.42	0.41
SBC	Selva baja caducifolia	3775.59	2.68

TA	Agricultura de temporal anual	3794.61	2.69
VSA/BP2	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	1495.86	1.06
VSA/BP	Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	7846.43	5.56
VSA/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	786.27	0.56
VSA/BPQ1	Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	800.31	0.57
VSA/BQ1	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	3342.94	2.37
VSA/BQ	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	281.97	0.20
VSA/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	50.90	0.04
<b>Total</b>		<b>141,048.4</b>	<b>100</b>

Los grupos de vegetación se distribuyen en el SA en función de la altitud, temperatura y humedad principalmente. Los bosques de pino, encino y sus asociaciones ocupan gran parte de la superficie del SA, mientras que los demás grupos de vegetación y los agrosistemas se distribuyen de manera aleatoria adyacentes a los asentamientos humanos. El tipo de vegetación en el sitio corresponde a selva baja caducifolia. La distribución de los tipos de vegetación y uso de suelo se muestra en el plano del **Anexo 4.1**.

#### **IV.2.3.1.2. Tipos de vegetación y su distribución**

**Bosque de pino:** Este ecosistema está dominado por árboles del género *Pinus*, con especies adaptadas a climas templados o fríos y suelos bien drenados. Los bosques de pino suelen encontrarse en áreas de alta elevación, como las sierras o montañas, y requieren precipitaciones moderadas a altas. Estas áreas tienen suelos pobres en nutrientes, pero ricos en materia orgánica gracias a la hojarasca que se acumula constantemente. El bosque de pino es hogar de diversas especies de fauna adaptadas a este hábitat y tiene una estructura vertical bien definida, con árboles que alcanzan grandes alturas y una densa capa de hojas caídas en el suelo.

**Bosque de pino-encino:** Esta vegetación mixta se caracteriza por la coexistencia de especies de *Pinus* y *Quercus* (encinos). Los árboles de pino dominan las áreas de mayor elevación, mientras que los encinos son más frecuentes en suelos más profundos y fértiles. En estas áreas, la diversidad florística es mayor debido a la combinación de especies adaptadas tanto a climas templados como a suelos más ricos en nutrientes. Estos bosques suelen tener una gran importancia ecológica, ya que albergan una mayor diversidad de fauna y flora en comparación con los bosques monoespecíficos.

**Bosque de encino:** El bosque de encino está dominado por especies de *Quercus*, especialmente en zonas de clima templado y subhúmedo. Los encinos son árboles de hojas caducas o semi-perennes, adaptados a suelos más ricos en materia orgánica que los bosques de pino. Estos bosques suelen encontrarse en áreas menos elevadas que los bosques de pino, y presentan una densidad arbórea menor. En el sotobosque, crecen una gran variedad de especies de plantas herbáceas, arbustivas y otras especies de árboles que favorecen la biodiversidad.

**Bosque de encino-pino:** Este tipo de vegetación es una mezcla de los bosques de pino y de encino, donde ambos tipos de árboles se distribuyen de manera más equilibrada. El bosque de encino-pino tiene una estructura más compleja y diversa, con una mayor diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. El pino suele predominar en las zonas más altas o de mayor pendiente, mientras que el encino se encuentra más en las partes más bajas o en suelos con mayor capacidad de retención de agua.

**Pastizal inducido:** Este tipo de vegetación surge debido a la intervención humana, generalmente para la actividad ganadera. Se trata de áreas donde se favorece el crecimiento de gramíneas y otras especies herbáceas, a menudo en sustitución de vegetación natural. El pastizal inducido es común en regiones semiáridas o con suelos de baja fertilidad, y puede ser muy vulnerable a la sobreexplotación si no se maneja adecuadamente. En estos ecosistemas, las especies vegetales tienden a ser de rápido crecimiento y resistentes al pastoreo.

**Agricultura de riego anual:** Este tipo de uso de la tierra se refiere a áreas que se destinan a la producción agrícola utilizando agua de riego controlado. Los cultivos se siembran anualmente, y el ciclo productivo depende de la disponibilidad de agua para mantener el rendimiento de los cultivos. Los suelos en estas áreas suelen ser alterados y

fertilizados artificialmente para mejorar la productividad. La agricultura de riego anual es muy común en regiones áridas y semiáridas, donde las lluvias no son suficientes para sustentar cultivos sin el uso de riego.

**Selva baja caducifolia:** Es un ecosistema tropical que se caracteriza por árboles de tamaño pequeño a mediano, cuyas hojas caen en la temporada seca. Este tipo de selva es común en zonas con una estación seca prolongada, donde las precipitaciones son estacionales. Las especies arbóreas dominantes de la selva baja caducifolia incluyen maderas duras, cactus y plantas herbáceas que se adaptan a la escasez de agua durante los meses secos. La flora es muy diversa, y el sotobosque está formado por plantas que resisten las altas temperaturas y la sequedad.

**Agricultura de temporal anual:** Este tipo de agricultura se basa únicamente en las lluvias estacionales, sin riego artificial. Se cultivan productos que dependen de las precipitaciones para su desarrollo, como granos y legumbres, que se siembran en función de la temporada de lluvias. Esta práctica se realiza en regiones donde el clima es variable, con lluvias concentradas en algunos meses del año. La agricultura de temporal es más vulnerable a los cambios climáticos, ya que cualquier alteración en las precipitaciones puede afectar la producción.

**Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino:** Esta vegetación se desarrolla cuando un bosque de pino ha sido perturbado (por ejemplo, por un incendio, tala o agricultura) y comienza a regenerarse. En su fase inicial, la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino está dominada por arbustos, plantas herbáceas y algunas especies pioneras que se desarrollan rápidamente. Esta fase es crucial para la restauración del ecosistema, ya que prepara el suelo para la futura recuperación del bosque.

**Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino:** Es una fase sucesional posterior a la vegetación secundaria arbustiva. En este estadio, los árboles jóvenes de pino comienzan a aparecer, y la estructura del ecosistema comienza a parecerse más al bosque original. La vegetación secundaria arbórea de bosque de pino es fundamental para la regeneración del ecosistema, ya que contribuye a restaurar la cubierta forestal original con la participación de otras especies forestales adaptadas a la sombra.

**Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino:** Este tipo de vegetación surge después de la perturbación de un bosque de pino-encino. En su etapa secundaria, se observa una predominancia de arbustos y plantas herbáceas, muchas de las cuales son especies pioneras que favorecen la recuperación del ecosistema. Esta vegetación es clave para la regeneración del bosque, proporcionando un entorno favorable para la germinación de semillas y el crecimiento de árboles jóvenes.

**Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino:** Es una fase más avanzada en la sucesión ecológica del bosque de pino-encino, donde los árboles jóvenes de pino y encino comienzan a dominar el ecosistema. Esta vegetación secundaria arbórea contribuye al restablecimiento de la estructura original del bosque, con un aumento en la diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.

**Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino:** Esta vegetación aparece cuando un bosque de encino ha sido alterado por disturbios. Inicialmente dominada por arbustos, plantas herbáceas y algunas especies de árboles pequeños, esta vegetación secundaria es una etapa crucial para la restauración del bosque. Las especies que crecen en esta fase son aquellas que pueden tolerar la alteración del suelo y crear las condiciones para la futura regeneración del ecosistema.

**Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino:** Esta fase es la continuación de la vegetación secundaria arbustiva y está dominada por árboles jóvenes de encino. El ecosistema comienza a restablecer su estructura original, con un sotobosque enriquecido y mayor diversidad de especies. Esta vegetación es clave para la restauración de los bosques de encino originales, mejorando las condiciones de hábitat para la fauna local.

**Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia:** Después de una perturbación en la selva baja caducifolia, la vegetación secundaria arbustiva es la fase temprana de regeneración. Dominada por arbustos y plantas herbáceas resistentes a la sequía, esta etapa es crucial para la recuperación del ecosistema, ya que crea las condiciones necesarias para la reaparición de árboles de mayor tamaño que formarán el bosque en su fase final.

A nivel **AI** los tipos de uso de suelo y vegetación que se presentan son los siguientes.

**Cuadro IV-28. Tipos de vegetación del AI.**

Clave	Tipo de vegetación / uso del suelo	Superficie (ha)	Superficie (%)
BP	Bosque de pino	173.3	6.6
BPQ	Bosque de pino-encino	441.0	16.8
BQ	Bosque de encino	919.6	35.1
SBC	Selva baja caducifolia	1086.0	41.5
<b>Total</b>		<b>2619.9</b>	<b>100</b>

Para mayor detalle se puede consultar el **Anexo 4.1** en donde se describen las características de la vegetación, en función del uso de suelo y vegetación para el SA y el AI.

#### IV.2.3.2. Características de la vegetación

La vegetación de la selva baja caducifolia está compuesta principalmente por árboles y arbustos caducifolios que pierden sus hojas durante la temporada seca para minimizar la transpiración y conservar agua. Los árboles de esta selva suelen ser de altura moderada, entre 5 y 15 metros, y están adaptados a suelos poco profundos y de baja humedad. Entre las especies dominantes se encuentran *Bursera simaruba* (chaca), *Acacia spp.* (acacias), *Prosopis spp.* (mezquites) y *Celtis spp.* (cedros), que poseen mecanismos como raíces profundas y sistemas de almacenamiento de agua en sus tejidos. Además, la vegetación incluye plantas herbáceas y arbustivas que emergen en la temporada de lluvias, junto con especies rosetófilas como *Agave spp.* y *Yucca spp.*, adaptadas a suelos pedregosos o calichales. La vegetación es capaz de adaptarse a la estacionalidad del clima y la escasez de agua, lo que le permite sobrevivir durante largos períodos de sequía. El componente florístico fue identificado mediante muestreos de campo y las principales especies en función de su abundancia y distribución son las siguientes.

**Cuadro IV-29. Especies identificadas en el sistema ambiental.**

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	OBSERVACIÓN
<b>Arbóreo</b>			
<i>Bursera hindsiana</i>	Palo blanco		Endémica
<i>Bursera simaruba</i>	Papelillo		Nativa
<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote		Nativa
<i>Cercidium praecox</i>	Pitallo		Nativa
<i>Dyospyros texano</i>	Chapone negro		Nativa
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Acacia de tres espinas		Nativa
<i>Pinus arizonica</i>	Pino amarillo		Nativa
<i>Pinus durangensis</i>	Pino de Durango	Pr	Endémica
<i>Pinus teocote</i>	Pino chino		Endémica
<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero		Nativa
<i>Pinus leiophylla</i>	Pino prieto		Nativa
<i>Quercus rugosa</i>	Encino negro		Nativa
<i>Quercus sideroxyla</i>	Encino rojo		Endémica
<i>Quercus durifolia</i>	Encino duranguense		Endémica
<i>Quercus eduardii</i>	Encino blanco		Endémica
<i>Juniperus deppeana</i>	Táscate o sabino		Nativa
<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño		Nativa
<i>Swietenia humilis</i>	Tapaco		Nativa
<i>Vachellia constricta</i>	Cazahuate blanco		Nativa
<i>Vachellia farnesian</i>	Huizache		Nativa
<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache		Nativa

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

<i>Lysiloma divaricatum</i>	Mauto		Nativa
<b>Arbustivo</b>			
<i>Amorpha ouachitensis</i>	Ouachita		Nativa
<i>Baccharis pteronioides</i>	Carátacua		Nativa
<i>Cephalanthus occidentalis</i>	Guayabillo		Nativa
<i>Colutea arborescens</i>	Espantalobos		Introducida
<i>Croton sonorae</i>	Vara blanca		Nativa
<i>Erythrina flabelliformis Kearney</i>	Chilicote		Nativa
<i>Erythrostemon mexicanus</i>	Comalillo		Nativa
<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita		Nativa
<i>Ceanothus coeruleus</i>	Limoncillo		Nativa
<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán		Endémica
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gavia		Nativa
<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla		Nativa
<i>Leucophyllum frutescens</i>	Cenizo		Nativa
<i>Rhus virens</i>	Zumaque		Nativa
<i>Dasyliion acrotrichum</i>	Sotol	A	Endémica
<i>Dodonaea viscosa</i>	Chaparro prieto		Nativa
<i>Hintonia latiflora</i>	Copalquín		Nativa
<i>Lippia alba</i>	Salvia Sija		Nativa
<i>Mimosa monancistra</i>	Gatuño blanco		Endémica
<i>Ziziphus lotus</i>	Azufaifo		Nativa
<i>Pisonia capitata</i>	Vainoro prieto		Nativa
<i>Senna atomaria</i>	Palo zorrillo		Nativa
<i>Stemmadenia sp</i>	Tapaco		Nativa
<i>Tabernaemontana amygdalifoli</i>	Palo lechoso		Nativa
<b>Herbácea</b>			
<i>Astragalus mollissimus</i>	Hierba loca morada		Nativa
<i>Bidens alba</i>	Aceitilla Blanca		Nativa
<i>Cereus stenogonus</i>	Ucle		Nativa
<i>Cissus verticillata</i>	Tripa de zopilote		Nativa
<i>Hechtia glomerata</i>	Guapilla		Nativa
<i>Malva parviflora L</i>	Malva		Introducida
<i>Festuca amplissima</i>	Pasto morado		Nativa
<i>Muhlenbergia rigida</i>	Zacate navajita		Nativa
<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	Cola de ardilla		Nativa
<i>Bouteloua gracilis</i>	Zacate banderita		Nativa
<i>Lupinus montanus</i>	Altramuz de montaña		Nativa
<i>Salvia microphylla</i>	Salvia de montaña		Nativa
<i>Ageratina adenophora</i>	Hierba de chiva		Nativa
<i>Verbesina encelioides</i>	Cardo amarillo		Nativa
<b>Rosetáceo</b>			
<i>Agave durangensis</i>	Maguey de Durango		Endémica
<i>Agave victoriae-reginae</i>	Maguey real	Pr	Endémica

<i>Hechtia glomerata</i>	Hechtia		Nativa
<i>Dasyliroon wheeleri</i>	Sotol del desierto		Nativa
<i>Yucca filifera</i>	Palma china		Endémica
<i>Yucca decipiens</i>	Izote		Endémica
Cactáceo			
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche		Nativa
<i>Echinocereus polyacanthus Engelm</i>	Alicoche		Endémica
<i>Euphorbia murielii</i>	Candelabro		Nativa
<i>Mammillaria senilis</i>	Biznaga cabeza de viejo	A	Endémica
<i>Opuntia durangensis</i>	Nopal de Durango		Endémica
<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón		Endémica
<i>Echinocereus reichenbachii</i>	Choyita		Nativa
<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga	Pr	Endémica
<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga gigante	Pr	Endémica
<i>Coryphantha durangensis</i>	Duranguense	Pr	Endémica
<i>Ariocarpus fissuratus</i>	Chautle		Nativa

El estado de conservación de la vegetación en la zona se considera relativamente estable en aquellas zonas donde la perturbación antropogénica es baja, lo que ha permitido el mantenimiento de su estructura y dinámica ecológica. Sin embargo, en los sectores cercanos a asentamientos humanos, esta estabilidad se ve comprometida debido a una creciente presión derivada de diversas actividades humanas. Entre los factores más relevantes se encuentran el sobrepastoreo, que reduce la capacidad de regeneración de especies clave; la expansión agrícola, que implica la conversión de áreas naturales en tierras de cultivo; y la extracción no regulada de recursos, como madera, leña y plantas con valor comercial. Estos impactos pueden alterar significativamente la diversidad florística, afectar la regeneración natural y modificar los procesos ecológicos fundamentales, como el reciclaje de nutrientes y la infiltración de agua en el suelo. En ausencia de estrategias de manejo sustentable, estas alteraciones podrían provocar la degradación progresiva del ecosistema, reduciendo su resiliencia frente a perturbaciones climáticas y limitando su capacidad para proveer servicios ambientales esenciales.

Para la caracterización de la vegetación, se consultaron las fuentes siguientes.

- Plataforma: <https://enciclovida.mx/>
- La biodiversidad en Durango: Estudio de Estado en su primera edición (2017).
- Plataforma *NaturaLista* de la CONABIO [<https://www.biodiversidad.gob.mx/cienciaciudadana/naturalista>].
- Estudio regional

Adicionalmente, se realizaron recorridos de campo y se levantó información de **10 sitios** de muestreo, permitiendo validar y reforzar la información recopilada, así como registrar aquellas especies cuyas poblaciones son reducidas en número, cobertura y distribución.

#### IV.2.3.3. Especies de importancia económica

Se consideran especies de importancia económica a las especies vegetales de las que el hombre depende para satisfacer sus diversas necesidades como son su desarrollo biológico, científico, cultural y consecuentemente económico. Las especies que presentan estas características son las siguientes.

- ***Bursera simaruba*** – Conocida como chaca o palo mulato, su madera es liviana y se usa en carpintería, fabricación de muebles rústicos y artesanías. Su corteza y resina tienen aplicaciones medicinales en el tratamiento de afecciones cutáneas y respiratorias. Además, la resina es utilizada en la producción de incienso y barnices naturales.

- ***Ceiba aesculifolia*** – Su madera es ligera y blanda, adecuada para la fabricación de embarcaciones pequeñas, embalajes y artesanías. En algunas regiones, las fibras de la ceiba se han utilizado como relleno en colchones y almohadas. Su floración es importante para la apicultura, ya que es una fuente de néctar para las abejas.
- ***Erythrina flabelliformis*** – Su madera se emplea en la fabricación de artesanías y utensilios rústicos, mientras que sus semillas, aunque tóxicas en grandes cantidades, contienen alcaloides con propiedades farmacológicas. En la medicina tradicional, se usa como sedante y relajante muscular.
- ***Gleditsia triacanthos*** – Produce vainas ricas en azúcares y proteínas que se utilizan como suplemento en la alimentación de ganado. Su madera es dura y resistente, utilizada en la fabricación de herramientas, postes y mobiliario. Además, se ha estudiado su potencial como fuente de compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas.
- ***Hintonia latiflora*** – Su corteza es ampliamente utilizada en la medicina tradicional mexicana para el tratamiento de la diabetes tipo 2, debido a sus propiedades hipoglucemiantes. También se emplea en infusiones para tratar trastornos digestivos y fiebre. En el mercado de productos naturales, se comercializa como suplemento herbal.
- ***Lippia alba*** – Es una planta aromática con aceites esenciales de uso en la industria farmacéutica y cosmética. Se emplea en la elaboración de infusiones con efectos sedantes y digestivos, así como en la formulación de aceites esenciales para la aromaterapia. También tiene aplicaciones en la medicina tradicional para tratar problemas respiratorios y estrés.
- ***Swietenia humilis*** – La caoba mexicana es una de las maderas más valiosas en ebanistería y construcción, utilizada en la fabricación de muebles de alta calidad, pisos y revestimientos. Debido a su sobreexplotación, es una especie protegida en varias regiones. Su corteza y semillas también han sido usadas en la medicina tradicional como astringentes.
- ***Ziziphus lotus*** – Sus frutos, conocidos como azufaifa, son ricos en azúcares y se consumen frescos o secos. También se usan en la producción de jarabes y conservas. En la medicina tradicional, se emplean para aliviar trastornos digestivos y como fuente de energía. Además, la planta tiene importancia en proyectos de reforestación y control de erosión en zonas áridas.
- ***Vachellia farnesiana*** – Sus vainas son una fuente de forraje para el ganado debido a su alto contenido proteico. Su resina, conocida como goma de acacia, se emplea en perfumería y cosmética, especialmente en la producción de fijadores de fragancia. También tiene aplicaciones en medicina tradicional como antiinflamatorio y expectorante.
- ***Opuntia durangensis*** – Como otras especies del género *Opuntia*, esta planta es importante en la alimentación humana y animal. Sus cladodios (nopales) son comestibles y se consumen frescos o en conservas, mientras que sus frutos (tunas) son apreciados por su sabor y contenido de antioxidantes. También tiene potencial en la producción de biogel y cosméticos, además de su papel en la restauración de suelos degradados.

#### IV.2.3.4. Especies endémicas y/o en peligro de extinción

En relación con las especies reportadas en la [NOM-059](#), en el sitio del cambio de uso de suelo se identificó una sola especie, adicionalmente, en el sistema ambiental se pueden identificar diversas especies enlistadas en el cuadro siguiente:

**Cuadro IV-30. Especies vegetales enlistadas dentro de la NOM-059**

Número	Tipo	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus en la nom-059
1	Cactáceo	Cactaceae	<i>Mammillaria senilis</i>	Biznaga cabeza de viejo	A
2	Arbóreo	Pinaceae	<i>Pinus durangensis</i>	Pino de Durango	Pr
3	Rosetáceo	Asparagaceae	<i>Dasyllirion acrotrichum</i>	Sotol	A
4	Rosetáceo	Asparagaceae	<i>Agave victoriae-reginae</i>	Maguey real	Pr
5	Cactáceo	Cactaceae	<i>Mammillaria senilis</i>	Biznaga cabeza de viejo	A
6	Cactáceo	Cactaceae	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga	Pr
7	Cactáceo	Cactaceae	<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga gigante	Pr

8	Cactáceo	Cactaceae	<i>Coryphantha durangensis</i>	Duranquense	Pr
---	----------	-----------	--------------------------------	-------------	----

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

#### IV.2.3.5. Análisis de la diversidad vegetal

##### Densidad relativa

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

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

**donde: D = densidad (árboles / ha); n = número de individuos encontrados en la muestra; m = superficie de muestra (m<sup>2</sup>)**

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

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

**donde: DR = densidad relativa (%); D<sub>ij</sub> = densidad para cada una de las especies i en el estrato j.**

##### Dominancia relativa

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

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

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

##### Frecuencia relativa

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

$$Fa = x * n_i$$

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

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

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

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

##### Índice de valor de importancia

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

$$IVI = DR + Do + FR$$

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

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

### Índices de diversidad y riqueza de especies

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

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

dónde:  $s$  = número de especies,  $p_i$  = proporción de individuos de la especie  $i$  y  $\ln$  = logaritmo natural.

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

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

dónde:  $p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$

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

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

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

Además, la máxima diversidad ( $H' \text{ max}$ ) se evaluó con el logaritmo natural des y la equidad ( $J$ ) se estimó con el índice de Pielou's evenness (1969);  $J = S / \ln(H')$ .

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

**Cuadro IV-31. Valor de importancia ecológica e índices de riqueza y diversidad de las especies en el sitio.**

Estrato	Especie	INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA						INDICE DE DIVERSIDAD Y RIQUEZA					
		COB	N	DEN	DOM	FRE	IVI [%]	S	$D_m$	D	$H'$	$H' \text{ Max}$	J
Arbustivo	<i>Amorpha ouachitensis</i>	3.0	10	2.6	10.2	5.6	18.4	9	1.44	0.46	0.99	2.20	0.47
	<i>Baccharis pteronioides</i>	0.2	6	1.5	0.5	5.6	7.6						
	<i>Cephalanthus occidentalis</i>	0.1	2	0.5	0.2	5.6	6.3						
	<i>Colutea arborescens</i>	9.9	186	47.9	33.2	22.2	103.3						
	<i>Croton sonora</i>	9.4	43	11.1	31.6	33.3	76.0						
	<i>Hintonia latiflora</i>	3.1	2	0.5	10.5	5.6	16.6						
	<i>Lippia alba</i>	0.1	8	2.1	0.4	11.1	13.5						
	<i>Erythrina flabelliformis</i> Kearney	1	3.6	0.3	12.2	5.6	18.0						
	<i>Erythrostemon mexicanus</i>	2	0.4	0.5	1.2	5.6	7.3						
	<i>Mimosa monancistra</i>	0.0	9	2.3	0.0	11.1	13.4						
	<i>Pisonia capitata</i>	4.4	92	23.7	14.6	16.7	55.0						
	<i>Senna atomaria</i>	3.7	1	0.3	12.4	5.6	18.2						

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

	<i>Stemmadenia sp</i>	2.2	2	0.5	7.5	5.6	13.6						
	<i>Tabernaemontana amygdalifoli</i>	14.4	13	3.4	48.3	16.7	68.3						
	<i>Ziziphus lotus</i>	7.4	11	2.8	24.8	5.6	33.2						
Árboreo	<i>Bursera hindsiana</i>	28.5	7	1.1	41.3	23.5	65.9	6	1.17	0.71	1.44	1.79	0.81
	<i>Bursera simaruba</i>	7.9	35	5.6	11.4	29.4	46.4						
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	11.7	7	1.1	17.0	17.6	35.7						
	<i>Cercidium praeco</i>	17.2	11	1.8	24.9	11.8	38.4						
	<i>Dyospyros texano</i>	0.2	12	1.9	0.2	11.8	13.9						
	<i>Gleditsia triacanthos</i>	3.7	1	0.2	5.3	5.9	11.3						
	<i>Lysiloma divaricatum</i>	7.3	11	1.8	10.5	17.6	30.0						
	<i>Swietenia humilis</i>	13.2	10	1.6	19.1	17.6	38.3						
	<i>Vachellia constricta</i>	5.0	366	58.9	7.3	11.8	78.0						
	<i>Vachellia farnesian</i>	17.7	27	4.3	25.7	23.5	53.5						
	<i>Vachellia schaffneri</i>	15.9	134	21.6	23.0	23.5	68.1						
Herbáceo	<i>Astragalus mollissimus</i>	2	0.1	2.9	1.1	20.0	24.1	5	1.06	0.50	1.02	1.61	0.63
	<i>Bidens alba</i>	30	0.2	44.1	4.4	20.0	68.5						
	<i>Cereus stenogonus</i>	4	3.4	5.9	70.5	20.0	96.4						
	<i>Cissus verticillata</i>	4	0.8	5.9	17.2	20.0	43.0						
	<i>Hechtia glomerata</i>	3	0.3	4.4	6.8	20.0	31.2						
	<i>Malva parviflora L</i>	25	0.2	36.8	4.2	40.0	81.0						
Cactácea	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	11	0.4	40.7	15.0	28.6	84.3	3	0.65	0.65	1.04	1.10	0.94
	<i>Echinocereus polyacanthus Engelm</i>	5	0.1	18.5	2.4	28.6	49.5						
	<i>Euphorbia murielii</i>	6	1.9	22.2	82.7	42.9	147.8						
	<i>Mammillaria senilis</i>	3	0.0	11.1	1.4	14.3	26.8						
	<i>Opuntia durangensis</i>	2	0.1	7.4	5.1	14.3	26.8						

#### IV.2.3.6. Fauna

La información referente al estado actual de la fauna silvestre en los ecosistemas de selva baja caducifolia es escasa, por lo que se llevó a cabo un diagnóstico general de las especies presentes en este hábitat mismo que corresponde a la zona donde se localiza el sitio, además se incluyó información colectada en campo, así como encuestas testimoniales de los habitantes de la zona y la revisión bibliográfica disponible. En la actualidad en el SA se presenta una gran variedad de fauna silvestre la cual no se verá afectada directamente por las obras y actividades ya que en general la fauna ha sido desplazada de su hábitat por actividades antropogénicas hacia sitios más alejados de los centros de población.

##### IV.2.3.6.1. Inventario de especies de fauna silvestre reportadas o avistadas

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

- **Reptiles y anfibios.** Stebins (1985) y Conant y Collins (1997).
- **Aves.** Sibley (2001), rusel y Monson (1998), Pyle (1997) y National Geographic (1987)

- Mamíferos. Caire (1978), Burt y Grossenheiderr (1980) y May (1981)

Otras fuentes de consulta.

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

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

**Cuadro IV-32. Listado de especies de fauna silvestre identificadas en el sistema ambiental.**

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-069	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
AVES										
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardinal	LC	No endémica	Migrante estival	Común	Solitaria	Insectívora	Áreas abiertas, matorrales	0 - 3,000
Acciptridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguilla cola roja	PR	Endémica	Residente	Común	Solitaria	Carnívora	Bosques, zonas abiertas	0 - 4,600
Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	PR	Endémica	Temporal	Muy común	Gregaria	Omnívora	Bosques, jardines	0 - 3,600
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	LC	No endémica	Residente	Muy común	Gregaria	Omnívora	Zonas urbanas, humedales	0 - 2,600
Turdidae	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	PR	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Frugívora	Bosques templados	1,600 - 3,600
Acciptridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho canela	PR	No endémica	Migrante estival	Común	Solitaria	Carnívora	Bosques, zonas abiertas	0 - 3,600
Cinclidae	<i>Cinclus mexicanus</i>	Mirlo acuático	PR	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Insectívora	Ríos y arroyos de montaña	600 - 3,600
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	LC	No endémica	Residente	Muy común	Gregaria	Carroñera	Zonas abiertas	0 - 4,000
Acciptridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguilla aura	PR	No endémica	Migrante estival	Poco común	Solitaria	Carnívora	Bosques, zonas abiertas	0 - 3,600
Aegithidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques	600 - 2,800
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	LC	No endémica	Temporal	Común	Solitaria	Insectívora y frugívora	Bosques y selvas	0 - 2,600
Anatidae	<i>Aythya americana</i>	Pato cabeza roja	LC	No endémica	Temporal	Común	Gregaria	Herbívora	Humedales, lagos	0 - 1,600
Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo menor	LC	No endémica	Temporal	Común	Gregaria	Herbívora	Humedales, lagos	0 - 2,000
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	LC	No endémica	Residente	Muy común	Gregaria	Granívora	Zonas urbanas, bosques	0 - 3,000
Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora y frugívora	Bosques	600 - 3,600
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Granívora	Bosques, zonas urbanas	0 - 3,600
Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	LC	No endémica	Temporal	Muy común	Gregaria	Herbívora	Humedales, lagos	0 - 3,000
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Azuíllo grande	LC	No endémica	Migrante estival	Común	Solitaria	Granívora	Bosques, matorrales	0 - 2,800
Passerellidae	<i>Spizella passerina</i>	Gorrion de ceja blanca	LC	No endémica	Temporal	Común	Gregaria	Granívora	Bosques abiertos, matorrales	0 - 3,600
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Piscívora	Ríos y cuerpos de agua	0 - 2,000
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	LC	No endémica	Temporal	Muy común	Gregaria	Insectívora	Áreas abiertas, zonas urbanas	0 - 3,600
Picidae	<i>Dryobates arizonae</i>	Carpintero de Arizona	LC	Endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Insectívora	Bosques	1,000 - 3,000
Passerellidae	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrion de Lincoln	LC	No endémica	Temporal	Común	Solitaria	Granívora	Humedales, matorrales	0 - 3,600
Regulidae	<i>Corthylus calendula</i>	Reyezuelo rubí	LC	No endémica	Temporal	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques	0 - 3,000
Corvidae	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara de Steller	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Omnívora	Bosques de montaña	600 - 4,000
Passerellidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco de ojos oscuros	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Granívora	Bosques, matorrales	1,000 - 3,600
Acciptridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguilla de Swainson	LC	No endémica	Temporal	Común	Solitaria	Carnívora	Zonas abiertas	0 - 3,600
Passerellidae	<i>Spizella pallida</i>	Gorrion arlequín	LC	No endémica	Temporal	Común	Gregaria	Granívora	Matorrales, praderas	0 - 3,000
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Azuíllo	LC	No endémica	Temporal	Común	Solitaria	Granívora	Matorrales, bordes de bosque	0 - 2,600

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

Troglodytidae	Catherpes mexicanus	Saltapared mexicano	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Insectívora	Cañones rocosos, acantilados	600 - 3,600
Turdidae	Sialia mexicana	Azulejo occidental	LC	No endémica	Migrante estival	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques abiertos	600 - 3,600
Tyrannidae	Empidonax wrighti	Mosquero de Wright	LC	No endémica	Temporal	Común	Solitaria	Insectívora	Bosques, matorrales	1,000 - 3,000

MAMÍFEROS

Canidae	Canis latrans	Coyote	LC	No endémica	Residente	Muy común	Solitaria o en grupos pequeños	Omnívora	Bosques, desiertos, pastizales	0 - 3,600
Vespertilionidae	Myotis yumanensis	Murciélago de Yuma	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Zonas ribereñas, cuevas	0 - 2,600
Vespertilionidae	Myotis auriculatus	Murciélago orejón	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques templados, cuevas	600 - 3,200
Vespertilionidae	Myotis californicus	Murciélago de California	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques, desiertos, cuevas	0 - 3,000
Leporidae	Lepus californicus	Liebre de California	LC	No endémica	Residente	Muy común	Solitaria	Herbívora	Pastizales, matorrales	0 - 2,800
Geomysidae	Thomomys umbrinus	Tuza umbría	LC	Endémica	Residente	Común	Solitaria	Herbívora	Suelos blandos, bosques	600 - 3,200
Sciuridae	Sciurus aberti	Ardilla de Abert	PR	Endémica	Residente	Común	Gregaria	Herbívora y frugívora	Bosques de coníferas	1,600 - 3,200
Sciuridae	Sciurus nayaritensis	Ardilla de Nayarit	LC	Endémica	Residente	Común	Gregaria	Herbívora y frugívora	Bosques templados, selvas	600 - 2,600
Mephitidae	Spilogale gracilis	Mofeta moteada occidental	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Omnívora	Bosques, matorrales, roquedales	0 - 3,000
Vespertilionidae	Corynorhinus mexicanus	Murciélago orejón mexicano	PR	Endémica	Residente	Poco común	Gregaria	Insectívora	Bosques templados, cuevas	1,000 - 3,600
Natalidae	Natalus mexicanus	Murciélago natal mexicano	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Cuevas, selvas, bosques húmedos	0 - 2,600
Cricetidae	Peromyscus spicilegus	Ratonero	LC	Endémica	Residente	Común	Solitaria	Herbívora y omnívora	Matorrales, bosques secos	600 - 2,800
Sciuridae	Callospermophilus madrensis	Ardilla de Durango	LC	Endémica	Residente	Común	Gregaria	Herbívora	Bosques templados	1,600 - 3,200
Cervidae	Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Herbívora	Bosques, selvas, pastizales	0 - 3,600

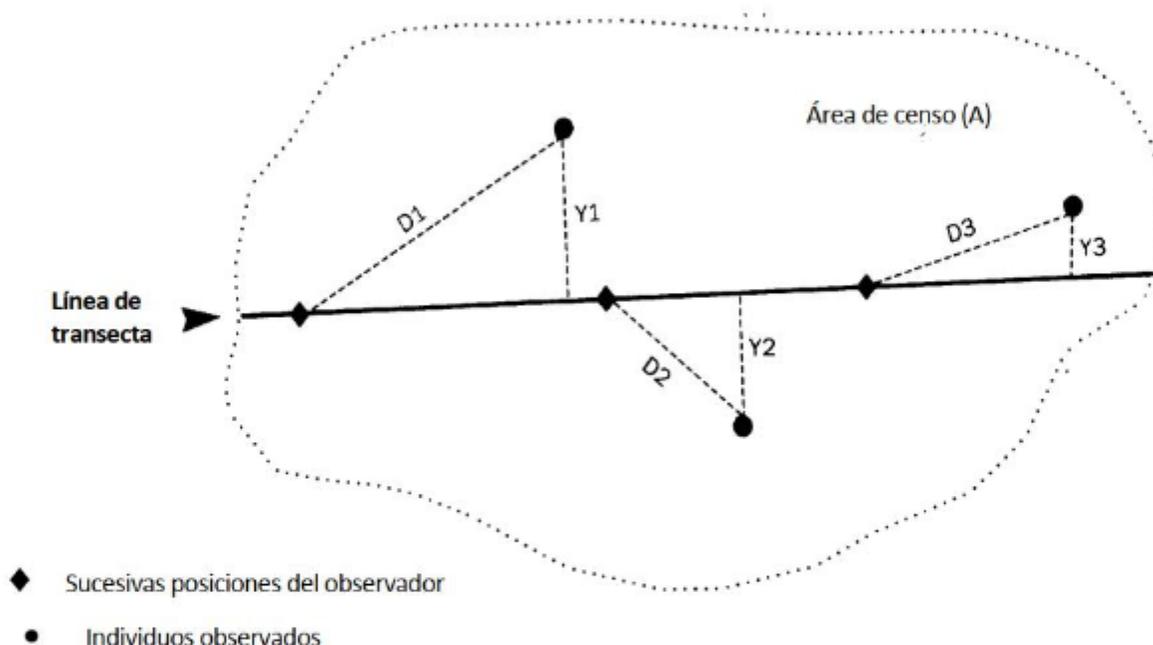
REPTILES Y ANFIBIOS

Phrynosomatidae	Sceloporus jarrovi	Lagartija de Yarrow	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Insectívora	Bosques templados, zonas rocosas	1,600 - 3,600
Viperidae	Crotalus molossus	Crotalo negro	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Carnívora	Bosques, matorrales, desiertos	600 - 2,900
Viperidae	Crotalus pricei	Crotalo montañés	LC	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Carnívora	Bosques templados, alta montaña	1,600 - 3,200
Colubridae	Rhizophis depei	Serpiente toro	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Carnívora	Bosques, pastizales, matorrales	600 - 2,600
Colubridae	Thamnophis evansi	Serpiente listonada errante	LC	Endémica	Residente	Común	Solitaria	Carnívora	Cuerpos de agua, bosques templados	1,000 - 2,800
Colubridae	Storeria storerioides	Culebra parda mexicana	LC	Endémica	Residente	Común	Solitaria	Carnívora	Bosques templados, zonas húmedas	1,200 - 2,600
Anguillidae	Basiliscus ciliaris	Lagarto escorpión	LC	Endémica	Residente	Común	Solitaria	Insectívora	Bosques templados, matorrales	1,600 - 3,200
Bufoidea	Anaxyrus mexicanus	Sapo mexicano	LC	Endémica	Residente	Común	Solitaria	Insectívora	Bosques templados, pastizales	1,600 - 3,200
Hylidae	Hyla arenicolor	Rana arborícola arenosa	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Insectívora	Ríos, lagos, bosques húmedos	600 - 2,800
Ambystomidae	Ambystoma rosaceum	Aplote rosado	PR	Endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Carnívora	Arroyos de montaña, lagos fríos	1,800 - 3,200

IV.2.3.6.2. Descripción de la metodología de muestreo

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

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



**Figura IV-11. Esquema de transecto de línea (adaptado de Rabinowitz, 2003).**

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

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

#### **IV.2.3.6.2.1. Aves**

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

#### **IV.2.3.6.2.2. Anfibios y reptiles**

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

#### IV.2.3.6.2.3. Mamíferos

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

#### IV.2.3.6.2.4. Diseño de muestreo

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

**Cuadro IV-33. Características de los transectos para el muestreo de la fauna silvestre en el sistema ambiental.**

Característica	Transecto			
	1	2	3	4
Longitud (Km)	210	215	221	190
Fecha de muestreo	22-mayo-2024	10-julio-2024	01-diciembre-2024	15-febrero-2025
Ecosistema	Selva baja caducifolia		Bosque de pino-encino	Bosque de pino
Coordenadas UTM (X)	350975	350505	352061	348504
Coordenadas UTM (Y)	2814413	2812583	2816629	2815048

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

**Cuadro IV-34. Estaciones de observación de las aves.**

Estación de observación	Coordenadas geográficas UTM	
	X	Y
1	350799	2814390
2	350975	2814413
3	350342	2814823
4	351818	2815094
5	352061	2816629
6	348504	2815048
7	350505	2812583
8	351959	2813756
9	349451	2813551

#### IV.2.3.6.3. Análisis de la diversidad y abundancia

La densidad (cantidad de individuos por unidad espacial) de la fauna silvestre fue medida con el método de King (Gaillard y Pece, 2011)<sup>1</sup>, con la expresión siguiente.

<sup>1</sup> Muestreo y técnicas de evaluación de vegetación y fauna. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Serie didáctica número 27. E-Book ISBN 978-987-1676-44-

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

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

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

Tabla IV-1. Densidad de las especies de fauna silvestre encontradas en los transectos.

Grupo	Especie	Nombre común	Transecto				Total	Densidad N / km <sup>2</sup>
			1	2	3	4		
Aves	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	4	0	1	1	6	102.2
Aves	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	1	0	1	0	2	28.6
Aves	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	3	5	2	5	15	180.4
Aves	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	4	4	0	2	10	147.0
Aves	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	2	0	1	1	4	59.7
Aves	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho canela	1	0	1	0	2	28.6
Aves	<i>Cinclus mexicanus</i>	Mirlo acuático	6	0	0	7	13	196.3
Aves	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	3	0	4	0	7	93.2
Aves	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	1	2	1	0	4	49.7
Aves	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	2	3	0	0	5	74.2
Aves	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	2	0	0	0	2	42.5
Aves	<i>Aythya americana</i>	Pato cabeza roja	5	0	0	8	13	184.8
Aves	<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo menor	6	0	0	3	9	157.0
Aves	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	3	1	1	2	7	101.3
Aves	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	0	0	0	1	1	9.8
Aves	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	3	2	1	3	9	121.7
Aves	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	3	4	1	1	9	123.2
Aves	<i>Passerina caerulea</i>	Azulillo grande	3	1	0	2	6	94.0
Aves	<i>Spizella passerina</i>	Gorrión de ceja blanca	3	0	2	2	7	98.1
Aves	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	1	0	2	0	3	35.9
Aves	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	10	0	15	0	25	322.8
Aves	<i>Dryobates arizonae</i>	Carpintero de Arizona	1	0	0	0	1	21.3
Aves	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	3	0	2	0	5	78.5
Aves	<i>Corthylio calendula</i>	Reyezuelo rubí	1	1	0	0	2	31.8
Aves	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara de Steller	2	1	0	2	5	72.7
Aves	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco de ojos oscuros	3	1	0	0	4	74.3
Aves	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	1	0	0	0	1	21.3
Aves	<i>Spizella pallida</i>	Gorrión arlequín	3	1	0	0	4	74.3
Aves	<i>Passerina ciris</i>	Azulillo	2	0	0	7	9	111.3
Aves	<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared mexicano	2	0	0	3	5	72.0
Aves	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo occidental	2	0	0	3	5	72.0

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

Aves	<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero de Wright	0	0	3	0	3	22.0
Mamíferos	<i>Canis latrans</i>	Coyote	1	2	1	4	8	89.0
Mamíferos	<i>Myotis yumanensis</i>	Murciélago de Yuma	4	5	0	4	13	177.2
Mamíferos	<i>Myotis auriculatus</i>	Murciélago orejón	3	0	4	6	13	152.1
Mamíferos	<i>Myotis californicus</i>	Murciélago de California	3	9	0	3	15	188.4
Mamíferos	<i>Lepus californicus</i>	Liebre de California	1	0	0	0	1	21.3
Mamíferos	<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza umbría	2	3	1	0	6	81.6
Mamíferos	<i>Sciurus aberti</i>	Ardilla de Abert	3	2	1	4	10	131.5
Mamíferos	<i>Sciurus nayaritensis</i>	Ardilla de Nayarit	0	0	1	2	3	27.0
Mamíferos	<i>Spilogale gracilis</i>	Mofeta moteada occidental	3	2	1	5	11	141.4
Mamíferos	<i>Corynorhinus mexicanus</i>	Murciélago orejón mexicano	1	4	1	1	7	80.7
Mamíferos	<i>Natalus mexicanus</i>	Murciélago natal mexicano	3	1	3	2	9	116.0
Mamíferos	<i>Peromyscus spicilegus</i>	Ratonero	1	0	0	1	2	31.1
Mamíferos	<i>madrensis</i>	Ardilla de Durango	1	2	0	2	5	62.0
Mamíferos	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	0	0	0	1	21.3
Reptiles y anfibios	<i>Sceloporus jarrovii</i>	Lagartija de Yarrow	1	2	2	5	10	106.2
Reptiles y anfibios	<i>Crotalus molossus</i>	Crotalo negro	1	2	0	1	4	52.2
Reptiles y anfibios	<i>Crotalus pricei</i>	Crotalo montaños	2	0	0	2	4	62.2
Reptiles y anfibios	<i>Pituophis deppei</i>	Serpiente toro	1	0	0	0	1	21.3
Reptiles y anfibios	<i>Thamnophis errans</i>	Serpiente listonada errante	2	1	0	0	3	53.1
Reptiles y anfibios	<i>Storeria storerioides</i>	Culebra parda mexicana	3	0	0	5	8	112.9
Reptiles y anfibios	<i>Barisia ciliaris</i>	Lagarto escorpión	2	0	0	7	9	111.3
Reptiles y anfibios	<i>Anaxyrus mexicanus</i>	Sapo mexicano	1	0	0	3	4	50.7
Reptiles y anfibios	<i>Hyla arenicolor</i>	Rana arborícola arenosa	1	0	0	1	2	31.1

La mayor densidad de las especies se presentó en el grupo de aves, en contraste con los géneros reptiles y anfibios. Respecto a los mamíferos *Myotis californicus* tuvo la mayor presencia y *Lepus californicus* menos y *Odocoileus virginianus* presentaron la menor frecuencia en los transectos estudiados. Debe de aclararse que la zona de influencia para los transectos del predio se encuentra constantemente transitada por vehículos por lo que la fauna se concentra en áreas de menor perturbación.

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

Cuadro IV-35. Índices de diversidad y riqueza de especies de los grupos de fauna silvestre.

Grupo	Diversidad			Riqueza específica			Dominancia	Equidad
	$H'$	$D$	$H' \text{ Max}$	$S$	$R$	$D_m$	$Bp$	$J$
Aves	3.24	0.95	3.47	32	2.25	5.8	0.12	0.93
Mamíferos	2.45	0.90	2.64	14	1.37	2.8	0.14	0.93
Anfibios y reptiles	2.07	0.86	2.20	9	1.34	2.1	0.22	0.94

La diversidad de **aves** estimada a través del índice de Shannon-Wiener y Simpson registrados en los transectos fue de 2.24 y 0.95, respectivamente, con valores para la diversidad máxima de  $H' \text{ max} = 3.47$ . Este grupo de especies fue el que registró una mayor riqueza con 32 especies y la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada fue de 0.93 ( $J$ ). Para este grupo la importancia proporcional de las especies más abundantes fue de 0.12 (dominancia) que es un reflejo de la alta riqueza de especies y equidad. La diversidad de los **mamíferos** estimada a través del índice de Shannon-Wiener y Simpson registrados en los transectos fue de 2.45 y 0.90, respectivamente, con valores para la diversidad máxima de  $H' \text{ max} = 2.64$ . En este grupo de especies se registró una riqueza de 14 especies y una proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada de 0.93 ( $J$ ). Para este grupo la importancia proporcional de las especies más abundantes fue de 0.14 (dominancia) dado que la equitatividad está muy equilibrada. Finalmente, para el grupo de especies de **anfibios y reptiles** la diversidad

estimada con el índice de Shannon-Wiener y Simpson fue de 2.07 y 0.01 respectivamente, con valores para la diversidad máxima de  $H' \max = 2.20$ . Para este grupo se registró una riqueza de 0.93 y 0.86 especies y una proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada de 0.94 ( $J$ ) lo que indica una similar proporción en la abundancia de las especies.

#### IV.2.3.6.4. Especie de importancia; económica y/o cinegética

Para el aprovechamiento de la vida silvestre es necesario realizar estudios específicos bajo los lineamientos del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre conforme lo establece el artículo 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47 de la Ley General de Vida Silvestre. A nivel local no se tienen registradas UMAS para el aprovechamiento de alguna especie de fauna silvestre. Sin embargo, es importante tener en cuenta que en el SA hay especies con importancia económica o cinegética, como las siguientes:

**Cuadro IV-36. Especies de importancia cinegética.**

Nombre Científico	Nombre común	Inicia	Termina	Límite de posesión
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	4 de octubre de 2024	2 de febrero de 2025	6
<i>Pecari tajacu</i>	Pecari tajacu	25 de octubre de 2024	16 de marzo de 2025	1
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	22 de noviembre de 2024	16 de febrero de 2025	1
<i>Canis latrans</i>	Coyote	4 de octubre de 2024	2 de marzo de 2025	1

Fuente: Calendario autorizado por la SEMARNAT Durango

#### b) Especies que encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las especies de fauna reportadas a nivel SA que se encuentran enlistadas en la NOM-59, son.

**Cuadro IV-37. Especies de fauna silvestre identificadas en el SA que se encuentran en la NOM-059.**

Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059	Distribución
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	PR	América del Norte, desde el sur de Canadá y Alaska hasta Argentina y Chile.
<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	PR	América del Norte, desde el sureste de Canadá hasta el norte de México.
<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	PR	Regiones montañosas del centro y sur de México, en bosques de pino y encino.
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho canela	PR	Desde Canadá y Alaska hasta Panamá, en bosques caducifolios y mixtos.
<i>Cinclus mexicanus</i>	Mirlo acuático	PR	Ríos y arroyos de montaña en el oeste de América del Norte, desde Canadá hasta Guatemala.
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	PR	Suroeste de EE.UU., México y América Central, en bosques y áreas abiertas.
<i>Sciurus aberti</i>	Ardilla de Abert	PR	Bosques de pino ponderosa en el suroeste de EE.UU. y norte de México.
<i>Corynorhinus mexicanus</i>	Murciélago orejón mexicano	PR	Regiones montañosas y boscosas del centro y sur de México.
<i>Ambystoma rosaceum</i>	Ajolote rosado	PR	Bosques y áreas rocosas del centro y sur de México, en zonas con agua permanente.

SC= SIN CATEGORÍA DE PROTECCIÓN PR = SUJETA A PROTECCIÓN ESPECIAL, VULNERABLE

#### IV.2.4. Paisaje

Según Álvarez et al. (1999), el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual. Debido a que, con los rasgos abióticos descritos anteriormente; clima geología, fisiográfica, relieve, suelos, hidrología; y a los rasgos bióticos (fauna y vegetación); se puede llegar a establecer una aproximación total del paisaje, sin embargo, esta aproximación es incompleta si no se valora en función de la apreciación visual.

Se analizó el paisaje local, como una característica integradora del sistema ambiental, que resume los atributos del medio y su estado actual, donde se incluyen los efectos derivados de la actividad antropogénica. Es importante mencionar que el análisis del paisaje se realizó desde un marco geo-ecológico (relación y condiciones del suelo con respecto al estatus ecológico del sitio), dado que el objetivo principal fue definir la calidad visual a nivel regional como un indicador, para evaluar de manera objetiva el impacto ambiental que las obras y actividades pudiera tener sobre el paisaje. El área de influencia se dividió en unidades paisajistas de acuerdo con el criterio fisiográfico, de cobertura vegetal (tipos de vegetación) y de uso de suelo. Las variables que se evaluaron para cada unidad fueron: (i) **Calidad visual**, (ii) **Fragilidad visual** y, (iii) **Visibilidad**.

A partir de estas dos últimas, se determinó la **calidad visual**, como el indicador que integra la sensibilidad del proceso de deterioro del sitio producido por actividades humanas principalmente. En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas (Carabelli, 2002), por lo que la importancia que tiene este atributo en la evaluación del impacto ambiental es de orden primario, ya que integra las características de los factores y atributos del ambiente. En el proceso de evaluación del impacto ambiental, la caracterización de este atributo, sumado al diagnóstico y al análisis de la problemática ambiental, brinda a los evaluadores indicadores globales de juicio, que dan una visión del estado en el que se encuentra el **SA**, previo a la etapa de preparación del sitio.

El paisaje del sitio está determinado por sus características físicas y bióticas principalmente, el cual, en nuestro caso, es una zona con actividades agrícolas, ganaderas de autoconsumo y mineras. En su microclima se analizaron las principales variables que influyen en la zona (temperatura y precipitación); en su topografía, se consideran sus pendientes máximas y mínimas, esto con el fin que la infraestructura, resultará funcional y rentable; con respecto a su hidrología, se prevé que el flujo del agua no se verá afectado a nivel área de influencia; en el caso de su geología, al tratarse de rocas ígneas extrusivas que dieron origen a suelos dominantes de la clase de **Litosol**, se pudo identificar claramente las características principales de éstos y la estrecha relación e interacción con lo anteriores componentes. Con el análisis de los componentes físico y abióticos se pudieron identificar aquellos umbrales físicos que se han dado de manera natural como barrancas, lomeríos, planicies, arroyos, los tipos de vegetación presentes, los climas que permiten esa estructura y los suelos que dan origen; otros factores en el paisaje son aquellos generados por las actividades del hombre en la región, cuya principal evidencia son: las áreas destinadas a la agricultura y ganadería, así como las brechas de terracerías que han sido abiertas para la comunicación vecinal.

#### a). Calidad visual

Los criterios estéticos incluidos para definir la calidad visual según Álvarez *et al.* (1999) fueron:

- a) El agua es un elemento relevante
- b) Preferencia estética de elementos verdes frente a zonas más secas
- c) Preferencia por formaciones arbóreas frente a las arbustivas
- d) Preferencia por zonas de topografía accidentada frente a las superficies llanas
- e) Diversidad o mosaico paisajístico frente a la monotonía de paisajes homogéneos

Con los criterios anteriores, se puede realizar una valoración cuantitativa la cual estará dada en función de conceptos y percepciones subjetivas, pero que al darle un valor numérico ayudarán a ubicar el paisaje en una valoración a nivel escala; dando un valor mayor (3) a aquel paisaje que cumpla con las expectativas mencionadas anteriormente y un valor menor (1) a aquellos paisajes que no cumplan o no satisfagan el criterio de valoración; derivado de la asignación anterior, tenemos lo siguiente:

**Cuadro IV-38. Valoración de la calidad visual del paisaje del AL**

Criterios estéticos	Valoración	Descripción
a	3	Por la presencia de arroyos y cauces (permanente o efímeros) cercanos al sitio.
b	2	La vegetación presente en el sitio es valorada por la diversidad de especies, pero por su condición tienen un valor estético menor.
c	1	El sitio está compuesto de composiciones arbóreas, arbustivas, cactáceas y herbáceas.
d	2	En todo el sitio se presenta el relieve accidentado.
Promedio	2	En términos generales la calidad visual puede considerarse como <b>MEDIA</b>

### b). La fragilidad

La fragilidad visual es la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él. Está en función de la respuesta del paisaje a gradientes de topografía, vegetación, temperatura, humedad y suelos. Un factor adicional se impone por disturbios, interacciones bióticas y el uso de suelo (Turner *et al.*, 2001). Por lo anterior, la fragilidad visual expresa el grado de deterioro visual que experimentaría el sistema ambiental ante el desarrollo de actividades antrópicas. La fragilidad visual del paisaje, tal y como se plantea en este estudio, consta de dos elementos:

- i). La fragilidad visual intrínseca, determinada por las características ambientales de la obra que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, tales como: la *altura de la vegetación* y el *relieve de la zona*.
- ii). La fragilidad visual extrínseca, que hace referencia a la mayor o menor susceptibilidad de un territorio a ser observado y depende de la accesibilidad visual a las zonas observadas.

De acuerdo con lo anterior, los criterios aplicados para dar una valoración cuantitativa fueron:

- Cuanto menor sea el porte o altura de la cobertura vegetal, la fragilidad será mayor por tanto será más difícil encubrir determinados impactos adversos que ocasionan las obras y actividades.
- Cuanto mayor es el porte de la cobertura vegetal, es menor la fragilidad visual, no se considera el porte de las zonas con pastizal o vegetación ripiaría dadas sus reducidas tallas.
- Las zonas con mayor pendiente son más visibles y, por tanto, poseen un mayor valor de fragilidad.
- Las zonas con menor pendiente son menos visibles y, por tanto, poseen un menor valor de fragilidad.

Considerando los criterios anteriores se pudo realizar una valoración cuantitativa, a partir de la valoración cualitativa, considerándose la fragilidad visual intrínseca y extrínseca, en donde para cada uno de los criterios utilizados se dio un valor numérico, siendo 3 para aquel correspondientes a la más alta valoración y 1 para la menor, dando como resultado lo siguiente.

**Cuadro IV-39. Valoración de la fragilidad del paisaje.**

Fragilidad	Criterios	Valoración	Descripción de la valoración
La fragilidad visual intrínseca	Porte o altura vegetal	2	Debido a que se trata de formaciones vegetales dominadas por selva y zonas dedicadas la agricultura, con poca presencia de vegetación arbórea.
	Pendiente	1	El sitio se localiza en una zona poco accidentada, la fragilidad se considera como intermedia.
La fragilidad visual extrínseca	Observación del territorio	1	El sitio se localiza en una zona rural, dónde las poblaciones más cercanas no rebasan los 200 habitantes, por tanto, se le da una valoración baja a este concepto.
	Promedio	<b>1.3</b>	En términos generales la calidad visual puede considerarse como <b>Media</b>

### c). La visibilidad

La visibilidad es la susceptibilidad de una zona o escena a ser contemplada y se determina a partir de las cuencas visuales, los núcleos urbanos y está en función de la distancia. Se utilizó la visibilidad con el objeto de obtener una valoración del paisaje en función del atractivo que posee desde el punto de vista de accesibilidad; además, se incluyeron algunos criterios de evaluación de carácter ecológico con lo que se pretende obtener una valoración del paisaje en el contexto puntual, donde existen atributos ambientales importantes.

El estudio de visibilidad se realizó a partir de las cuencas visuales contempladas desde los núcleos rurales menores de 200 habitantes y de las vías de comunicación que dan acceso al sitio con un radio de acción de 5 km, y utilizando la distancia como factor de ponderación. Los puntos de observación se presentan de la manera siguiente:

1. Corta: de 0 a 1 km de distancia.
2. Media: de 1.1 a 2 km de distancia.
3. Larga: de 2.1 a 3 km de distancia.
4. Muy larga: de 3.1 a 5 km de distancia.

En este caso, el análisis de visibilidad se realizó desde unos lomeríos cercanos al sitio. Su valoración se puede definir como **alta** ya que el **AI** en su mayoría se encuentra con poca vegetación arbórea y zonas medianamente pronunciadas cuyas geoformas de un cerro a otro permiten tener una visibilidad del paisaje.

### Conclusiones de la valoración del paisaje

En base a la valoración anterior, se concluye que las características del paisaje en el **AI** son: **calidad visual moderadamente alta**, como resultado de su localización en una zona con perturbaciones antropogénicas por actividades agrícolas, ganaderas y mineras; **fragilidad visual media**, como resultado del relieve poco accidentado y por la estructuración de la vegetación presente en el sitio; y **visibilidad alta o larga** por su ubicación desde las partes altas de la microcuenca hidrográfica. Por tanto, el **AI** no implica un impacto importante y/o trascendente en la composición del paisaje, ya que las condiciones naturales presentes no se verán modificadas en importancia significativa y los impactos adversos serán en una zona muy puntual.

### Descripción del sistema ambiental regional del paisaje

Los impactos sobre el paisaje se identifican a través de elementos visuales (que suelen ser de tamaño medio o grande) y de las unidades de paisaje que se perciben (principalmente los tipos de vegetación y uso de suelo). Debido a las dimensiones de las obras, el impacto sobre el paisaje que se espera será **poco perceptible** en función de las condiciones locales de la zona afectada (por la cantidad de habitantes de la región y/o actividades productivas desarrolladas). El impacto regional que se espera sobre el paisaje está condicionado por varios aspectos, entre los que se pueden destacar los siguientes:

- ✓ La presencia de vehículos traerá más movimiento antropogénico a la zona, por lo tanto, habrá más presión sobre la fauna silvestre que la ahuyentará de manera puntual.
- ✓ La contaminación provocada por las obras y actividades traerá impactos negativos a la calidad visual regional.
- ✓ La vegetación establecida en los márgenes o entorno inmediato del sitio a ocupar podrá mitigar el impacto visual.

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

#### IV.2.5. Medio socioeconómico

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

##### IV.2.5.1. Población

Según la información del INEGI correspondiente al censo de población y vivienda del año 2020 [disponible en: [https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos\\_abiertos](https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos_abiertos) ], para el estado de Durango se reporta una población de aproximadamente 1,832,650 habitantes; el 78% de la población vivían en localidades urbanas y el 22% en rurales, a nivel nacional se reporta que el 79% de la población viven en localidades urbanas y el 21% en rurales. Para el municipio de Tepehuanes se estima una población de 11,378 habitantes, siendo 49.5% mujeres y 50.5% hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población menores a 12 años (2,461 habitantes), más de 65 años (1,498 habitantes) y 18 a 24 años (1,206 habitantes).

Las poblaciones que se encuentran más cercanas al sitio son 2: Capulín de Metates, el Tarahumara y Acapulco, pertenecientes al municipio de Tepehuanes.

**Cuadro IV-40. Poblados dentro del área de influencia.**

Nombre de la localidad	Capulín de Metates	El Tarahumar	Acapulco	Promedio/totales
Población total	31.00	98.00	11.00	46.67

**Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.**

Educación	Población analfabeta (mayor de 15 años) (%)	0.00	7.14	0.00	<b>2.38</b>
	Población sin escolaridad (mayor de 15 años) (%)	6.45	10.20	18.18	<b>11.61</b>
	Población con secundaria completa (mayor de 15 años) (%)	19.35	10.20	0.00	<b>9.85</b>
Economía	Población económicamente activa (%)	41.94	29.59	36.36	<b>35.96</b>
Salud	Población sin derechohabiencia (%)	29.03	50.00	27.27	<b>35.43</b>
Vivienda	Viviendas totales	12.00	32.00	4.00	<b>16.00</b>
	Promedio de habitantes por vivienda	3.10	4.45	2.75	<b>3.43</b>
	Viviendas con piso de tierra (%)	16.67	100.00	8.33	<b>41.67</b>
Servicios	Vivienda sin servicio eléctrico (%)	16.67	15.63	25.00	<b>19.10</b>
	Viviendas sin agua entubada (%)	75.00	40.63	100.00	<b>71.88</b>

*Datos generadores a partir del Censo de Población y Vivienda 2020*

✓ **Educación**

En Durango, 3 de cada 100 personas de 15 años y más no saben leer ni escribir, mientras que el promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 2.82, lo equivalente a secundaria concluida (Cuéntame/INEGI). A nivel zona, según lo generado a partir de la información del Censo de Población y Vivienda 2020 y presentado en el cuadro IV-46, las características principales de la educación en la población se pueden concretar en los datos siguientes: la población analfabeta representa el 2.38%, la población sin escolaridad representa el 11.61% y la población con secundaria completa el 9.85%.

En las comunidades se cuenta con educación preescolar y primaria, aunque la mayoría de los alumnos que concluyen alguno de estos niveles educativos, emigran a núcleos poblacionales mayores de la región con el objetivo de continuar preparándose académicamente como alternativa para mejorar su calidad de vida. El analfabetismo principalmente se concentra en personas que forman parte de grupos de edad avanzada; la mayoría de los jóvenes de estos centros de población son quienes se encuentran cursando estudios en alguna de las instituciones de educación que en estos poblados existen.

✓ **Salud**

La dinámica de población del estado es de 1.7, teniendo como esperanza de vida 72.9 años para los hombres y 78.5 años para las mujeres. Para el año 2020, se registraron 39,298 nacimientos y 9,089 defunciones, siendo la causa principal las enfermedades del corazón, diabetes mellitus y tumores malignos (Cuéntame/INEGI).

En la región el 35.43% tiene acceso a los servicios de salud, este servicio se cubre por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social, atendándose a los derechohabientes en las clínicas rurales que en las comunidades existen. En casos de enfermedades de urgencias o graves que se presentan, los pacientes son trasladados a la ciudad de Victoria de Durango.

Los poblados cuentan con clínica y un médico de cabecera que atiende a las familias de la región los 365 días del año. Las medicinas son proporcionadas por el IMSS y la Secretaría de Salud del gobierno del Estado de Durango.

✓ **Economía**

De acuerdo con la información generada en el Anuario de Migración y Remesas 2020 las remesas para el estado de Durango en 2019, estuvo estimada en 870.1 millones de dólares, ocupando el lugar 18 a nivel nacional, aportando el 2.4% del total; mientras que en la analogía de las diez entidades federativas con mayor dependencia de remesas ocupa el número 6, con el 4.0% de remesas del PIB estatal. En la zona el 28.26% de la población se encuentra activa durante la mayoría de los meses del año.

✓ **Servicios públicos**

En los núcleos poblacionales de la región, se cuenta con los servicios de redes locales de agua entubada procedente de pozos y suministro de energía eléctrica por parte de la CFE. Además, se cuenta con los servicios de telecomunicaciones como el internet.

✓ **Vivienda**

En promedio en la zona los hogares se encuentran muy cercanos a las 64 viviendas por localidad (INEGI, 2020). Las casas habitación se construyen con recursos propios y en la mayoría de los casos se utiliza como principal componente constructivo el tabique y cemento, en algunos casos, se usa como principal componente la madera, además en promedio 41.67% de las viviendas tienen piso de tierra. Se estima que por cada vivienda se tienen alrededor de 3.43 habitante.

✓ **Medios de comunicación**

Los poblados utilizan como vías de comunicación principal los caminos públicos; los cuales la mayor parte del año está en condiciones de ser transitados, siendo el medio de transporte principal las camionetas tipo Pick – Up de uso particular.

**IV.2.6. Diagnóstico ambiental**

**IV.2.6.1. Integración e interpretación del inventario ambiental**

**IV.2.6.1.1. Inventario ambiental del sitio**

i. Ubicación y superficie

El sitio destinado para la construcción de la infraestructura abarca una extensión de 0.36 ha. No se han detectado perturbaciones antropogénicas previas, lo que indica un ecosistema en estado natural.

ii. Clima

El clima de la zona es templado subhúmedo, con una precipitación media anual de 999.9 mm y una temperatura media anual de 21.0 °C. Estas condiciones climáticas son estables, sin la presencia de lluvias torrenciales, lo que reduce la posibilidad de erosión acelerada o eventos hidrometeorológicos adversos. El régimen de lluvias y temperaturas se considera normal para la región, lo que facilita la planificación de las actividades de explotación.

iii. Hidrología

La hidrología superficial del sitio presenta características típicas de zonas templadas, con una corriente de tipo intermitente ubicada fuera de la zona de intervención, lo que minimiza los riesgos de contaminación o alteraciones directas sobre los cuerpos de agua. Tanto aguas arriba como aguas abajo se identifican escurrimientos intermitentes que no muestran daños o alteraciones significativas, lo que sugiere una estabilidad hidrológica en la región. No se detectaron aprovechamientos ilegales de aguas subterráneas, y la baja variabilidad hidrológica no supone un riesgo para la actividad de extracción.

iv. Geomorfología

El relieve del sitio es suave, con pendientes menores al 18%, lo que favorece la estabilidad del terreno durante las actividades de explotación. La elevación media de 1,470.4 metros sobre el nivel del mar (msnm) también contribuye a un entorno geológicamente estable, ya que no se detectaron fallas geológicas, fracturas ni signos de inestabilidad o intemperismo en el área, lo que garantiza la seguridad de las obras y actividades.

v. Suelo

El suelo del sitio presenta una textura media con una fase física con la presencia de afloramientos rocosos, sin presencia de alteraciones químicas que afecten su uso. El potencial de erosión hídrica es alto, con una pérdida estimada de 76.81 toneladas por hectárea al año, lo que sugiere que, sin medidas de control, la erosión puede ser un factor limitante durante y después de las actividades de explotación. De igual manera, la erosión eólica es de 9.5 toneladas por hectárea al año, lo que indica una vulnerabilidad adicional, aunque menor.

vi. Calidad del aire

La calidad del aire en la zona es óptima, ya que no se detectaron emisiones antropogénicas o naturales relevantes. Esto sugiere que las actividades humanas en la región son mínimas y que la explotación no enfrentará restricciones por problemas de contaminación aérea inicial. Además, al encontrarse en una zona con presencia de vegetación de diversos portes la vuelven una zona de alta captación de CQ, controlando las emisiones y elevando la calidad del aire.

vii. Ruido ambiental

El nivel de ruido es nulo, salvo por el canto de algunas especies de aves, lo que sugiere un entorno tranquilo y poco afectado por actividades humanas. Este dato es importante, ya que cualquier aumento en los niveles de ruido podría tener un impacto directo en la fauna local. El tránsito de vehículos es muy reducido y la mayoría corresponde a camionetas de tipo Pick-up.

viii. Localización respecto a las ANP

La ANP más cercana es el área de Vado Hondo y Gruta Cosalá, ubicada a más de 112 kilómetros del sitio de explotación. Dada la distancia considerable, no existen lineamientos específicos provenientes de esta área protegida que restrinjan las obras y actividades.

ix. Usos del suelo circundantes

El sitio y sus alrededores no tienen áreas dedicadas a la agricultura o ganadería, lo que minimiza el impacto sobre actividades económicas de este tipo. El sitio se encuentra en un área mayormente despoblada de actividades agropecuarias, salvo las de autoconsumo. En la zona se acostumbra a contar con huertas de árboles frutales altamente adaptados al tipo de clima en la zona.

x. Patrimonio cultural y arqueológico

No se ha identificado la presencia de sitios de interés cultural, patrimonial o vestigios arqueológicos en el sitio. Tampoco existen evidencias de que en la zona haya elementos que podrían ser objeto de interés arqueológico en el futuro.

xi. Vegetación

La vegetación dominante en el sitio pertenece a selva baja caducifolia, una formación vegetal típica de zonas templadas en las zonas serranas. El inventario de especies vegetales es el esperado para este tipo de ecosistema, sin la presencia de especies endémicas o en peligro de extinción. La actividad de cambio de uso de suelo afectará principalmente a la cobertura de selva baja, pero no se prevé que comprometa la estabilidad del ecosistema regional, dado que es un tipo de vegetación adaptada a la extracción y con buena capacidad de recuperación en caso de ser manejada adecuadamente.

xii. Fauna

La fauna registrada en la zona es poco representativa, con presencia esporádica de conejos, liebres, lagartijas y aves. Estas especies son comunes en ecosistemas templados, y no se identificaron especies en peligro de extinción o bajo alguna categoría de protección especial. La baja diversidad faunística disminuye el riesgo de impactos severos sobre la fauna local derivado de la explotación.

xiii. Estabilidad y riesgos

La estabilidad física del terreno es favorable para las obras y actividades, ya que no se identificaron fallas geológicas ni fracturas que puedan comprometer la integridad del ecosistema local. Asimismo, el bajo porcentaje de pendientes y la ausencia de erosión significativa sugieren que el riesgo de deslizamientos o inestabilidad del terreno es mínimo.

## Conclusión

El diagnóstico ambiental del sitio para la explotación de recursos minerales revela un entorno con características estables desde el punto de vista climático, hidrológico, geomorfológico, y biológico. Otros factores como a calidad del aire, el ruido y la falta de restricciones por áreas naturales protegidas o patrimonios culturales, sugieren que las actividades de explotación no incrementan los procesos de degradación natural de manera significativa. El cambio de

uso de suelo no presenta riesgos graves para la estabilidad del ecosistema ni para la fauna y flora local. La ausencia de corrientes superficiales en la zona de explotación y la presencia de un ecosistema adaptado a condiciones templadas disminuyen la posibilidad de impactos irreversibles, siempre y cuando se tomen medidas de mitigación adecuadas para la restauración del área una vez concluidas las actividades.

#### IV.2.6.1.2. Inventario ambiental del SA

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

**Cuadro IV-41. Descripción del inventario ambiental.**

Elemento	Sistema Ambiental (Unidad de Gestión Ambiental)
Hidrología	El SA se ubica dentro de los límites de la cuenca río Culiacán perteneciente a la región hidrológica Sinaloa. El SA se encuentra dentro de las subcuencas río Tamazula y río Humaya, mientras que, el AI y sitio se localizan en esta última. Respecto a la localización del SA se puede mencionar que está inmerso en 37 diferentes microcuencas, siendo la de mayor importancia para el sitio la denominada Metates, ya que es sobre esta que se encuentran el AI. La hidrología subterránea del SA, AI y sitio se encuentra enmarcada en la zona de captación del acuífero Río San Lorenzo, el cual se caracteriza por tener un déficit de 19.89 millones de metros cúbicos. La hidrología superficial está íntimamente ligada al régimen hidrológico del río San Lorenzo, que históricamente ha sido la principal fuente de recarga tanto superficial como subterránea para la región.
Fisiografía	El SA se ubica en las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental, subprovincias fisiográficas sierras y llanuras de Durango y en el sistema de topoformas presenta 3 clases: sierra alta con cañones y superficie de gran meseta con cañadas. A nivel sitio, la topoforma corresponde a sierra. Los parámetros representativos que caracterizan el relieve del SA son i) elevación mínima de 905 msnm; ii) elevación máxima de 2,792 msnm; iii) elevación media de 1,470.4 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 551 m. Por último, en el sitio, las elevaciones mínima, media y máxima son 1,012, 1,096 y 1,278 msnm, respectivamente. La pendiente media del SA es moderadamente escarpada, las pendientes más pronunciadas se encuentran en el norte, mientras que las pendientes bajas se encuentran en el centro y sur. En el AI la pendiente media es de 30%, la distribución de las pendientes pronunciadas obedece al patrón altitudinal. El comportamiento de las pendientes puede observarse a detalle en el plano del Anexo 3.4. La pendiente promedio del sitio es 16%. La exposición en el SA y AI son muy variadas, sin embargo, en el sitio se puede establecer que las exposiciones son mayormente hacia el sureste, noreste y oeste.
Geología	A nivel SA, AI y sitio se identificaron 4 tipos de roca: N/A, ígnea extrusiva, sedimentaria e ígneas intrusiva. El AI y sitio no cuentan con fallas y fracturas de acuerdo con la cartografía de INEGI. El SA se encuentra fuera de la región potencial de deslizamiento en México denominada Golfo de California-Chihuahua-Durango (CENAPRED, 2012). El SA se encuentra en la zona B de sismicidad, aquella donde el peligro de ocurrencia de un sismo es muy bajo.
Edafología	A nivel SA se tiene un grupo de suelo predominante correspondiente al Litosol. Mientras que a nivel AI se tienen 2 mismos tipos de suelo dominantes correspondientes principalmente a Litosol y Feozem. Por otro lado, el tipo de suelo presente en el sitio corresponde litosol.
Clima	A nivel SA se tiene climas: semifrío subhúmedo, cálido subhúmedo, templado subhúmedo y cálido subhúmedo, a nivel AI y sitio se tiene 1 clase de clima que es templado subhúmedo, aunque en el sitio convergen los de tipo (A)C (w0) y (A)C(w1). La temperatura media anual es de 20 °C con una precipitación media anual de 999.9 mm.
Vegetación	Los grupos de vegetación se distribuyen en el SA en función de la altitud, temperatura y humedad principalmente. Los bosques de pino, encino y pino-encino ocupan gran parte de la superficie del SA, mientras que los demás grupos de vegetación y los agrosistemas se distribuyen de manera aleatoria adyacentes a los asentamientos humanos. A nivel sitio, se identificaron especies dentro de la NOM-059, las cuales están sujetas a rescate y reubicación.
Fauna	La fauna a nivel SA es muy variada, de acuerdo con la información de campo se identificaron 56 especies de fauna en el SA, de las cuales, el 57.1% pertenece al grupo de aves, 25.0 al grupo de los mamíferos y el 17.9 a reptiles y anfibios. De las cuales 9 se encuentran dentro de la NOM.055 dentro de la categoría Sujeta a Protección Especial.

Paisaje	El paisaje del SA es ampliamente variado; sin embargo, en un análisis a nivel AI y sitio, se tiene una composición de lomeríos que dan origen al sistema de topografías.
Social	Las poblaciones son consideradas de tipo rural debido a la limitada disponibilidad de servicios básicos, lo que restringe el acceso a oportunidades de desarrollo. La escasez de empleos es una problemática constante que ha impulsado el fenómeno de migración hacia otros estados del país y, en muchos casos, hacia Estados Unidos, en busca de mejores condiciones de vida. Las actividades económicas principales de estas regiones son la agricultura, la ganadería y la minería, sectores que, aunque representan una fuente de ingresos para la población local, muchas veces no garantizan estabilidad económica ni crecimiento sostenible. En este contexto, es fundamental promover la generación de fuentes de empleo que impulsen la productividad en estas zonas marginadas. El desarrollo de proyectos productivos orientados al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la diversificación de la economía puede contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes y reducir la migración forzada.

#### IV.2.6.2. Valoración del estado actual

Evaluar significa emitir juicios basados en criterios de valor, cuando se trata de evaluar el medio natural, eso no resulta tan sencillo dado que los criterios de valor pueden tener muchos orígenes, desde ideológicos, ecológicos, de planificación, políticos o culturales que hacen que dicho juicio no resulte equilibrado.

La metodología de la valoración del inventario ambiental se realizó conforme a tres aproximaciones; la primera de ellas asigna un **valor numérico** a las distintas unidades, de modo tal que las diferencias entre ellas son cuantitativas y por lo tanto pueden ser procesadas en forma numérica y estadística. La segunda aproximación se inicia con una **ordenación de las unidades** según una escala jerárquica referida a cada variable del inventario. El grado de alteración se podrá valorar por diferencias ordinales. Por último, la tercera aproximación tiene su origen en una **valoración semicuantitativa** en la cual las unidades se clasifican con adjetivos tales como alto, medio y bajo, o con escalas similares.

Los criterios de valoración del medio natural son (Mallarach, 1999): Diversidad (D), Rareza (R), Naturalidad (N), Grado de Aislamiento (A) y Calidad (C). La calificación para cada uno de los criterios se da en función de la existencia (1-3) o ausencia (0); posteriormente se hace una sumatoria de todos los criterios (E); para finalmente asignar una valoración. Los elementos con unidades menores de 5 son considerados con un grado de conservación bajo, los elementos con unidades mayores a 5 y menores de 10 se consideran con un grado de conservación medio, y los elementos con unidades mayores a 10 y 15 son considerados con un grado de conservación alto.

**Cuadro IV-42. Valoración del medio natural.**

Elemento	Diversidad			Rareza			Naturalidad			Grado de aislamiento			Calidad			Unidades			Valoración		
	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P
Social	3	2	2	0	0	0	2	1	1	2	1	1	1	2	2	8	6	6	Media	Media	Media
Paisaje	3	2	1	3	2	1	2	2	1	0	0	0	3	2	1	11	8	4	Alta	Media	Baja
Vegetación	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	3	2	1	13	10	8	Alta	Media	Media
Fauna	3	2	1	3	1	0	3	2	1	3	2	1	3	2	1	15	9	4	Alta	Media	Baja
Fisiografía	3	2	1	0	0	0	3	2	2	3	2	2	3	2	2	12	8	7	Alta	Media	Media
Geología	3	2	1	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	13	10	9	Alta	Media	Media
Edafología	2	2	1	2	2	1	3	2	1	2	2	1	2	2	1	11	10	5	Alta	Media	Baja
Clima	2	1	1	2	1	1	3	3	3	1	1	1	3	3	2	11	9	8	Alta	Media	Media
Hidrología	3	2	2	2	0	0	3	2	2	2	2	1	3	2	1	13	8	6	Alta	Media	Media

### IV.2.6.3. Síntesis

La caracterización del medio natural es la siguiente:

#### Socioeconómico

En este componente la valoración de los criterios fue la siguiente: las poblaciones localizadas en el SA son consideradas como rurales; sin embargo, éstas son abundantes y diversas (3, 2, 2). Las poblaciones cercanas al sitio no se tiene registro de poblaciones de grupos indígenas (0, 0, 0). Los habitantes de las poblaciones se dedican a actividades mineras, agrícolas y ganaderas, y por su ubicación no se encuentran limitados en los servicios más básicos (2, 1, 1). Las poblaciones están establecidas en zonas bien definidas y en general cuentan con accesos a algunos servicios básicos (2, 1, 1). La calidad de las poblaciones en el SA se considera como bajo, a nivel AI se tiene mejores fuentes de empleo, mientras que a nivel sitio no se tiene población alguna pero las actividades serán reflejadas en las poblaciones aledañas (1, 2, 2). En términos generales la calidad del elemento social es considerada como media (8, 6, 6). Respecto a la cultura, los habitantes no se verán afectados de manera significativa en sus usos y costumbres, ya que el desarrollo minero es fuente de empleo para los pobladores de localidades cercanas.

#### Medio Perceptual (paisaje)

A nivel SA, la **diversidad** de paisajes es más clara y notoria, a nivel AI se ve reducida y a nivel sitio se considera baja ya que la apreciación de éste está en función de las actividades antropogénicas (3, 2, 1); sin embargo, a nivel SA se pueden encontrar algunos elementos considerados como raros, a nivel AI y sitio son más escasos (3, 2, 1). La naturalidad del paisaje es media a nivel SA, se ve reducida a nivel AI, sin embargo, a nivel sitio el paisaje ha sido modificado (2, 2, 1). El paisaje no se considera en ningún nivel de análisis con algún grado de aislamiento, ya que pertenece al sistema de la región (0, 0, 0). La calidad en términos paisajísticos es mayor a nivel SA, se reduce a nivel AI y a nivel sitio es baja (3, 2, 1). Finalmente podría catalogarse que la calidad del paisaje se ve disminuida del SA hasta el sitio (11, 8, 4).

#### Vegetación

A nivel SA se identificaron 16 tipos de asociaciones vegetales, a nivel AI y sitio solo 4 tipo de vegetación, por lo tanto, la **diversidad** se catalogó de alta a media y baja (3, 2, 2). La rareza se relacionó a la presencia de especies que pudieran estar en alguna categoría de riesgo y/o endémica, a nivel AI y sitio esta posibilidad se ve reducida (3, 2, 2). Tanto a nivel SA como AI los ecosistemas han sido modificados por las diferentes actividades humanas, por lo cual la **naturalidad** ha sido evaluada de media a baja (2, 2, 2). No se considera que su grado de **aislamiento** sea significativo a nivel SA y AI dado a que toda la región está intercomunicada por estos sistemas (2, 2, 1). La **calidad** de los ecosistemas del SA es considerada como alta, a nivel AI media y a nivel sitio baja (3, 2, 1). En términos generales puede considerar que la calidad del SA es alta, en el AI es media, y baja en el sitio (13, 10, 8).

#### Fauna silvestre

Los indicadores de fauna fueron valorados sobre la composición de la vegetación, ya que es un elemento directamente ligado, por lo tanto a nivel SA se identificaron 16 tipos de asociaciones vegetales, a nivel AI solo 4, aunque a nivel sitio la vegetación se ve reducida, debido a su poca distribución, por lo tanto la **diversidad** se catalogo de alta a media y baja (3, 2, 1). La **rareza** se consideró, dado que en el SA abunda climas del tipo templado subhúmedo, se relaciona a la presencia de especies con alguna categoría de riesgo y/o endémica, a nivel AI esta posibilidad se ve reducida y a nivel sitio se detectaron algunas especies es alguna categoría (3, 1, 0). Tanto a nivel SA como AI los ecosistemas han sido modificados por las diferentes actividades humanas, por lo cual la **naturalidad** ha sido evaluada de media a nula (3, 2, 1). No se considera que su **grado de aislamiento** sea significativo a nivel SA y AI dado a que toda la región está intercomunicada por éstos sistemas (3, 2, 1). La **calidad** de los esosistemas del SA es considerada como media, a nivel AI media y a nivel sitio, baja (3, 2, 1). En terminos generales puede considerar que la calidad del SA es alta, en el AI es media, baja en el sitio (15, 9, 4).

#### Fisiografía

El SA se ubica en las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental, en la subprovincia fisiográficas gran meseta y cañones Duranguenses; además, el sistema de topofomas presenta cuatro clases: sierra alta con cañones (99.12%) y superficie de gran meseta con cañadas (0.88%). Por tanto, la **diversidad**: dado dos en el SA se tiene un sistema de topofomas amplio y variado, tanto el AI y sitio cuentan con menor variedad de topofomas **(3, 2, 1)**. **Rareza**: no se tienen elementos que pudieran considerarse con grado de rareza **(0, 0, 0)**. **Naturalidad**: A nivel SA y AI la distribución del relieve no se muestra evidencias notables de modificación **(3, 2, 2)**. Se considera un **grado de aislamiento** alto en el SA y medio en el AI y sitio **(3, 2, 2)**. Por la misma modificación del relieve su **calidad** disminuye en términos de unidad analizada **(3, 2, 2)**. La valoración final de la calidad de la fisiografía se considera alta para el SA y media para el AI y el sitio **(12, 8, 7)**.

### Geología

**Diversidad**: nivel SA, AI y sitio se identificaron 4 tipo de suelos; Litosos, Regosol, Feozam y Cambisol **(3, 2, 1)**. **Rareza**: en términos generales, se le da un valor general de 2 ya que se realizaron exploraciones mineras para conocer las vetas para la exploración, pues por eso se realizará la exploración, para conocer las propiedades geológicas del área **(2, 2, 2)**. La disposición de la geología en las unidades de análisis corresponde 100% a procesos naturales **(3, 2, 1)**. No se considera que se presenta **grado de aislamiento de importancia** **(3, 2, 2)**. La **calidad** está íntimamente ligada a la conformación de los materiales **(2, 2, 1)**. La calidad del elemento es media para el SA, AI y sitio **(13, 10, 9)**.

### Edafología

**Diversidad**: este recurso registra a nivel SA diferentes composiciones, a nivel AI y sitio su composición se ve reducida **(2, 2, 1)**. Por la complejidad de su formación se ha considerado a nivel SA se consideró con un rango medio de **rareza** el cual se ve disminuido a nivel AI y sitio **(2, 2, 1)**. La **naturalidad** ha sido vinculada con el uso del suelo, mientras a nivel SA se tiene aún áreas que conservan sus características naturales, a nivel AI y sitio se nota más la modificación de este recurso **(3, 2, 1)**; así mismo esta misma valoración fue tomada como referencia para el **grado de aislamiento** **(3, 2, 1)**, y la **calidad** **(2, 2, 1)**, para finalmente determinar que la calidad del recurso edáfico es alta a nivel SA, media en el AI y baja en el sitio **(11, 10, 5)**.

### Clima

La **diversidad** de climas en el SA y AI son poco variados ya que solo cuenta con solo tres tipos que son seco templado, seco semicálido y muy seco semicálido, a nivel sitio solo se tiene 2 tipo de clima **(2, 1, 1)**. La **rareza** del clima está íntimamente ligada a la diversidad **(2, 1, 1)**. La **naturalidad** de los climas no se ha visto significativamente modificada **(3, 3, 3)**. Los climas no presentan **grado de aislamiento** pues en general son los climas predominantes de la región **(1, 1, 1)**. La calidad se considera como buena **(3, 3, 2)**. Su calidad ambiental se considera alta en el SA y AI, media en el sitio **(11, 9, 8)**.

### Hidrología

**Diversidad**: El SA considera 3 subcuencas por lo tanto el sistema de drenaje se considera adecuado, es menos diversificado, a nivel AI y sitio solo se tiene 1 subcuenca y ambos se encuentran en los límites de la microcuenca metates, por lo tanto, el sistema de drenaje hídrico es bueno, a nivel sitio se tienen una corriente intermitente, pero la infraestructura no se ubicará en su cauce **(3, 2, 2)**. **Rareza**: a nivel SA se detectaron corrientes o cuerpos de agua con algunas características particulares que ameritará considerarlos como raros por tratarse del río Lorenzo **(2, 0, 0)**. **Naturalidad**: a lo largo del SA y AI puede encontrarse algunas obras hidráulicas, como represas, bordos, pozos, etc., a nivel sitio no se tiene infraestructura de tipo hidráulico que afecten de manera considerable la naturalidad de las corrientes **(3, 2, 2)**. **Grado de aislamiento**: se consideró como la afectación o alejamiento a las poblaciones o relacionado al uso, a nivel SA puede considerarse que su uso de presión es alto ya que en su mayoría se encuentran solo localidades rurales, en el AI se tienen algunos cuerpos que son utilizados para las diferentes actividades, pero a nivel sitio no se tiene aprovechamiento alguno por lo que su presión es inexistente **(2, 2, 1)**. **Calidad**: debe tenerse en cuenta que los centros poblacionales son poco abundantes y dispersos, en general la calidad es buena **(3, 2, 2)**. Finalmente puede observarse que a nivel SA se tiene una mayor calidad del recurso hídrico, a nivel AI está calidad disminuye hasta un margen medio, por la concentración de las poblaciones, y a nivel sitio puede considerarse como media, por las actividades propias del sitio **(12, 8, 7)**.

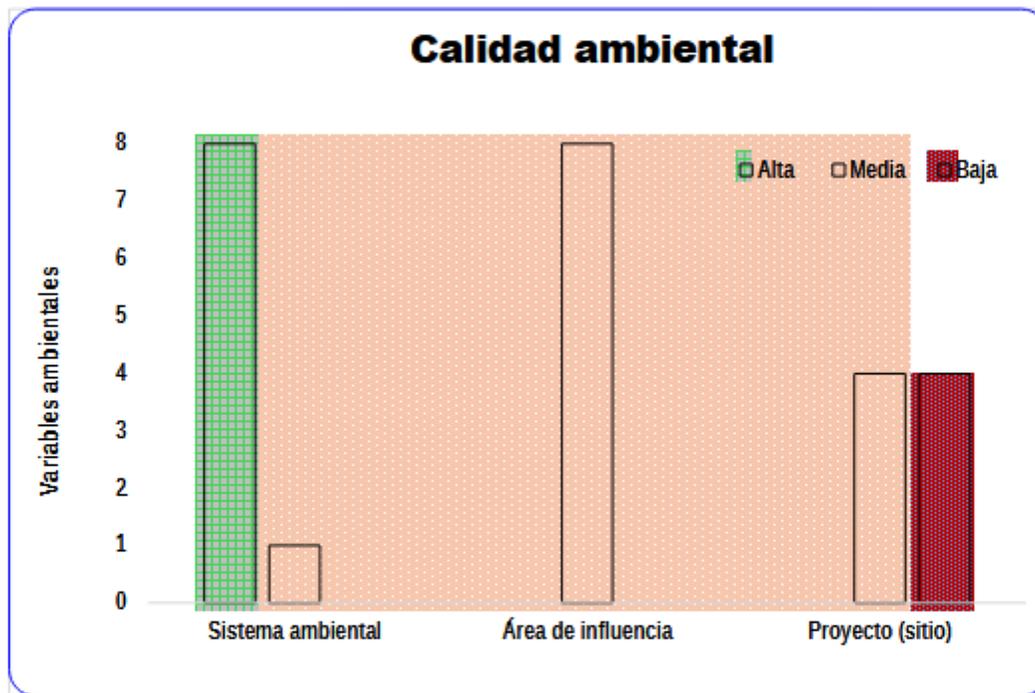
Algún factor que pudiera repercutir de forma negativa en los pobladores, pero sobre todo en los trabajadores, serían algunos relacionados con posibles afectaciones a su salud, provocados por la emisión de ruido, vibraciones y partículas a la atmósfera; por lo que se tendrá que poner cierta atención en estos aspectos para evitar cualquier eventualidad de esta índole.

- **Resumen**

**Cuadro IV-43. Valoración de la calidad ambiental (resumen).**

SISTEMA	Alta	Media	Baja
Sistema ambiental	8	1	0
Área de influencia	1	8	0
Proyecto (sitio)	1	4	4

De manera visual el resumen se puede apreciar en la gráfica siguiente:



**Figura IV-12. Resumen de la valoración de la calidad ambiental.**

## V. DENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa. La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aun cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse. Es importante contrastarlos con indicadores de la calidad ambiental deseada o existente. El proceso de la evaluación de los impactos ambientales, en términos generales se dio de la manera siguiente:

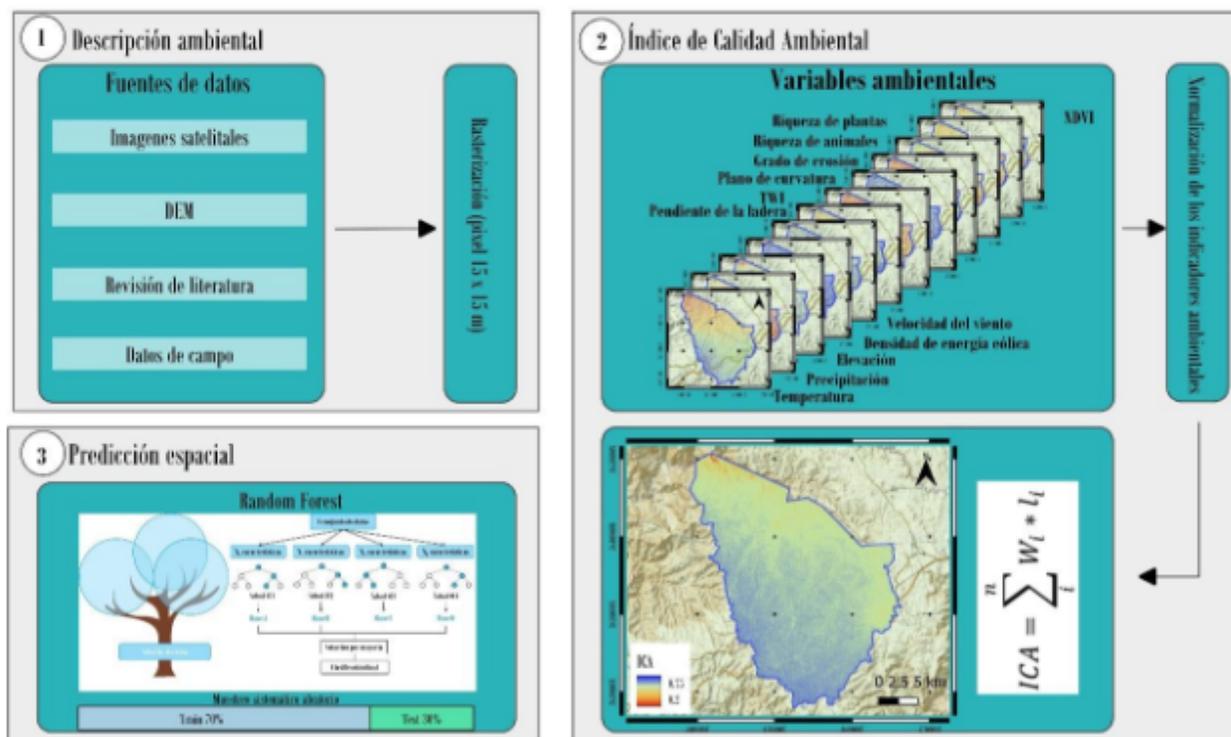
1. Se establecieron criterios para la identificación y evaluación de los impactos. En este primer paso se analizó el punto de partida para llevar a cabo el proceso de identificación y evaluación de los impactos; analizando el sistema ambiental y sus características, su estado de conservación o deterioro y los aspectos sociales y económicos, es decir a partir del inventario ambiental se establecieron los criterios a aplicarse.

2. Proceso para la identificación y evaluación de los impactos. Se identificaron los impactos ambientales a través de una lista de verificación, en dónde se presenta el primer acercamiento a la identificación de los impactos generados por las diferentes actividades.
3. Establecimiento de la lista de indicadores de impacto. Ayuda a dar seguimiento a los impactos generados para cada componente ambiental.
4. Caracterización final de los impactos generados. Se plantea el proceso final de la evaluación de los impactos generados, estableciendo los criterios y categorías a utilizarse en la evaluación.

### V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para identificar y valorar los impactos ambientales se utilizó el método del instituto [Batelle – Columbus \(1972\)](#), el cual fue desarrollado para obras hidráulicas en USA y modificado para incluir actividades que requieren evaluación de impacto ambiental. El método consiste en un formato en forma de árbol o matriz que contiene cuatro niveles; i) categorías, ii) componentes, iii) parámetros y, iv) mediciones ambientales (variables). Estos niveles van en orden creciente a la información que proporcionan, constituyendo el nivel tres la clave del sistema de evaluación, resultando 39 parámetros que son considerados significativos del medio ambiente y adoptan el carácter de *indicadores de impacto* para evaluar su calidad ambiental.

La metodología de cálculo para sustentar la valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados se fundamenta a partir del diagrama siguiente.



#### V.1.1. Indicadores de impacto

Obtenidos los parámetros, se procede a transformar los valores en unidades conmensurables (medibles para poder hacer comparaciones), las medidas de cada parámetro se trasladan a una escala de puntuación que va de 0 a 1, misma que representa la calidad ambiental o *índice de calidad ambiental* (ICA) en unidades medibles, los pasos para hacer la transformación de datos en Unidades de Impacto Ambiental (UIA) en la siguiente:

- a) Transformar cada uno de los datos (resultado de mediciones) en su correspondiente equivalente de índice de calidad ambiental (CA), a partir del inventario ambiental. Para obtener valores de calidad ambiental comparables, al extremo óptimo se le asigna el 1 y al pésimo 0 (cero), quedando comprendidos entre ambos extremos los valores intermedios para definir los distintos estados de calidad posibles del parámetro considerado.
- b) Ponderar las Unidades de Importancia Ambiental (UIA) de parámetro considerado, según su peso relativo dentro de los componentes ambientales considerados. A cada parámetro se le asigna un valor resultado de la distribución de 1,000 UIA, el cual se asigna según su contribución al medio ambiente, quedando ponderados los distintos parámetros. Las Unidades de Importancia Ponderada (UIP) para esta evaluación considero la distribución de las UIA de la manera siguiente; i) *biótico* = 220, ii) *físico* = 640 y, *socioeconómico* = 140.
- c) Expresar a partir de los valores anteriores encontrados el Impacto Neto (IN) resultado al multiplicar el índice de calidad (CA) por el peso respectivo, quedando la función siguiente:  $IN = (CA) * (UIP)$ .

En este trabajo, los indicadores de calidad y vulnerabilidad ambiental fueron seleccionados basados en estudios previos, conocimiento de expertos, objetivo de las obras, decisiones subjetivas, la disponibilidad y precisión de datos estadísticos y factores locales y externos que afectan el sistema ambiental. En consecuencia, se agregó un conjunto completo de datos ambientales a un SIG, integrando por información estadísticos de centro y/o dependencias oficiales y organizaciones internacionales.

### V.1.2. Lista de verificación de indicadores de impacto

En la definición de la lista de indicadores de los impactos, se ha considerado el proceso analítico siguiente:

- i. Se enlistaron todas las **categorías** ambientales identificadas en el área de influencia.
- ii. Cada categoría fue dividida en **componentes**, es decir las características más importantes que ayudarán a establecer el primer umbral de calidad ambiental.
- iii. Para cada componente fueron asignados **parámetros** para establecer puntualmente la afectación o generación de impacto.
- iv. Se establecieron **umbrales** en los parámetros en relación con el funcionamiento o principales factores que intervienen en la modificación o afectación de cada componente.
- v. Para poder realizar la valoración de la afectación o generación de **impacto**, en un primer ejercicio a juicio abierto se seleccionaron todos aquellos impactos con posibilidad de presentarse por las diferentes obras y actividades. Posteriormente, en un análisis a profundidad considerando las medidas de prevención y mitigación se analizó la probabilidad de su ocurrencia del impacto.
- vi. Se consideró que **no existía afectación o generación de impacto (0)** siempre y cuando se aplicarán las **medidas preventivas (justificación)**; y para aquellos que a pesar de aplicar las medidas preventivas se identificaba que la **afectación (1)** a las consideraciones del atributo, fue necesario establecer y concretar la **definición del impacto**.
- vii. Fue necesario, a manera de comprobación como es que se pudiese dar seguimiento y cumplimiento de la generación o no generación de impactos, y definir las principales **etapas** en la vigilancia.

Una vez que los impactos fueron identificados, se filtró una lista para aquellos con valor mayor a 0, es decir aquellos que se manifestarán. Posteriormente, esa lista fue analizada para englobar aquellos impactos que tuvieran alguna característica común.

**Cuadro V-1. Lista de verificación de impactos ambientales.**

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS
BIÓTICO	Flora	Desmonte
BIÓTICO	Flora	Fragmentación
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad
BIÓTICO	Flora	Especies de interés
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento
BIÓTICO	Fauna	Mortandad

BIÓTICO	Fauna	Abundancia
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés
FÍSICO	Topografía	Pendiente
FÍSICO	Topografía	Relieve
FÍSICO	Topografía	Orientación
FÍSICO	Topografía	Curvatura
FÍSICO	Suelo	Contaminación
FÍSICO	Suelo	Compactación
FÍSICO	Suelo	Temperatura
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica
FÍSICO	Suelo	Remoción
FÍSICO	Agua	Contaminación
FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración
FÍSICO	Aire	Olor
FÍSICO	Aire	Visibilidad
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas
FÍSICO	Aire	Ruidos
FÍSICO	Paisaje	Calidad
FÍSICO	Paisaje	Visitantes
FÍSICO	Infraestructura	Caminos
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes
SOCIOECONOMICO	Culturas	Grupos étnicos
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Dentro
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Colindantes
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida

En la **identificación** de los impactos, se ha considerado el proceso analítico siguiente.

- viii. Se enlistaron todos los **elementos** identificados en la caracterización del Sistema Ambiental.
- ix. Cada elemento fue dividido en **componentes**, es decir las características más importantes que ayudarán a establecer el primer umbral de calidad ambiental.
- x. Para cada componente fueron asignados los **atributos** más importantes para establecer puntualmente la afectación o dimensiones del impacto.
- xi. Se establecieron **consideraciones** en relación con el funcionamiento o principales factores que intervienen en la modificación o afectación de cada componente.
- xii. Para poder realizar la valoración del **impacto**, en un primer ejercicio a juicio abierto se seleccionaron todos aquellos impactos con posibilidad de presentarse por las obras y actividades a desarrollar. Posteriormente, en un análisis a profundidad se identificó las medidas de mitigación y prevención del impacto para dimensionar su magnitud en tiempo y espacio.
- xiii. Para impactos que **no presentan afectación o daño se considera un impacto nulo (0)** siempre y cuando se aplicarán las **medidas preventivas (justificación)**; y para aquellos que a pesar de aplicar las medidas preventivas se identificaba que la **afectación y beneficio (1)** a las consideraciones del atributo, fue necesario establecer y concretar la **definición del impacto relevante**.

- xiv. Fue necesario, a manera de comprobación como es que se pudiese dar **seguimiento y cumplimiento** de la generación o no generación de impactos, y definir las principales **etapas** en la vigilancia.
- xv. Una vez que los impactos fueron identificados, se filtró una lista para aquellos con valor igual a 1, es decir aquellos que se manifestarán. Posteriormente, esa lista fue analizada para englobar aquellos impactos que tuvieran alguna característica común.

La lista de verificación de los impactos consiste en asignar un valor de 1 cuando hay afectación y/o beneficio y, 0 para indicar que no hay impacto (impacto nulo), es decir, el objetivo es identificar los impactos relevantes. La lista de verificación es la siguiente.

**Cuadro V-2. Lista de verificación de impactos ambientales.**

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS
BIÓTICO	Flora	Desmonte
BIÓTICO	Flora	Fragmentación
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad
BIÓTICO	Flora	Especies de interés
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento
BIÓTICO	Fauna	Mortandad
BIÓTICO	Fauna	Abundancia
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés
FÍSICO	Topografía	Pendiente
FÍSICO	Topografía	Relieve
FÍSICO	Topografía	Orientación
FÍSICO	Topografía	Curvatura
FÍSICO	Suelo	Contaminación
FÍSICO	Suelo	Compactación
FÍSICO	Suelo	Temperatura
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica
FÍSICO	Suelo	Remoción
FÍSICO	Agua	Contaminación
FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración
FÍSICO	Aire	Olor
FÍSICO	Aire	Visibilidad
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas
FÍSICO	Aire	Ruidos
FÍSICO	Paisaje	Calidad
FÍSICO	Paisaje	Visitantes
FÍSICO	Infraestructura	Caminos
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes
SOCIOECONOMICO	Culturas	Grupos étnicos
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Dentro
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Colindantes
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida

### V.1.3. Normalización de datos

La normalización de los datos ambientales es un paso crucial en su preprocesamiento, particularmente cuando los indicadores estadísticos de impacto ambiental involucran diferentes unidades de medida. Este proceso hace que los

indicadores ambientales estén libres de unidades, lo que permite comparaciones significativas y agregaciones estadísticas, lo que en última instancia mejora la precisión y validez de los resultados analíticos posteriores. En este estudio, se utilizó la técnica de normalización *min-max* para los indicadores de calidad ambiental, elegida por su simplicidad para transformar sus unidades a una escala de 0 a 1. Este método fue seleccionado para garantizar la interpretabilidad al analizar la conexión entre los indicadores ambientales y su efecto con la calidad ambiental (directa e inverso), donde se prefiere un rango fijo. El método proporciona ecuaciones para relaciones funcionales positivas y negativas, que denotan el valor normalizado de la variable  $X_r$  como  $I_n$ , donde  $X_{min}$  y  $X_{max}$  representan los valores mínimo y máximo del conjunto de datos, respectivamente (Grigorescu et al., 2021).

Para una relación funcional **directa** (donde un aumento en el valor del indicador corresponde a un aumento en la calidad y/o vulnerabilidad ambiental positiva):

$$I_n = (X_r - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$$

Para una relación funcional **inversa** (donde un aumento en el valor del indicador corresponde a una disminución en la calidad y/o vulnerabilidad ambiental negativa):

$$I_n = (X_{max} - X_r) / (X_{max} - X_{min})$$

En este trabajo se seleccionaron los indicadores ambientales propuestos por Robbine, (2021) y ajustados a las condiciones del sistema ambiental y proceso constructivo de las obras, éstos se presentan en el cuadro siguiente.

**Cuadro V-3. Indicadores de impacto ambiental.**

ID	Indicador	Unidades de medida	Fuente de datos	Impacto	Influencia
1	Temperature ( <i>te</i> )	Degrees Celsius (°C)	INEGI	Inverse	-
2	Precipitation ( <i>pe</i> )	Millimeters (mm)	INEGI	Direct	+
3	Elevation ( <i>el</i> )	Meters(m)	CEM <sup>[a]</sup>	Direct	+
4	Wind power density ( <i>w</i> )	Watts per square meter (W/m <sup>2</sup> )	Wind global atlas <sup>[b]</sup>	Inverse	-
5	Speed wind ( <i>sw</i> )	Meters per second (m/s)	Wind global atlas	Inverse	-
6	Slope ( <i>sl</i> )	Degrees (°)	CEM	Direct	+
7	Topographic wetness index ( <i>TWI</i> )	Dimensionless (unitless index)	CEM	Direct	+
8	Plan curvature ( <i>pc</i> )	Dimensionless (unitless index)	CEM	Direct	+
9	Soil loss ( <i>sl</i> )	ton/ha/year	USLE	Inverse	-
10	Animal habitats and species diversity ( <i>ah</i> )	Number of rare and endangered species	NOM-059 (muestreo de campo), SiPlaFor <sup>[c]</sup>	Direct	+
11	Rare, endangered and diversity plants ( <i>re</i> )	Number of rare and endangered plants	NOM-059 (muestreo de campo)	Direct	+
12	The normalized difference vegetation index ( <i>NDVI</i> )	Dimensionless (unitless index)	Landsat 8 Collection <sup>[d]</sup>	Direct	+

[a] Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM): <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>

[b] Wind global atlas: <https://globalwindatlas.info/en>

[c] Sistema de Planeación Forestal (CONAFOR): Programas de Manejo Forestal maderable.

[d] Landsat 8 Collection USGS: <https://earthengine.google.com/>

**Cuadro V-4: Metodología de cálculo para elaborar las capas ráster de las variables ambientales utilizadas en la integración del ICA.**

Variable	Ecuación	Descripción
Temperatura ( <i>te</i> )	$te = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$	Magnitud física que permite medir el grado de calor (Picquart y Morales 2017).
Precipitación ( <i>pe</i> )	$pe = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$	Cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre (Iñiguez et al., 2011).
Elevación ( <i>el</i> )	$el = Z(x, y)$	Distancia vertical de un punto de la superficie terrestre sobre el nivel del mar (Das et al., 2022).
Densidad de energía eólica ( <i>wpd</i> )	$wpd = \frac{1}{2} \rho c^3 r (1 + \frac{3}{k})$	Indica la máxima potencia que se puede obtener por unidad de área barrida por el viento (Checa et al., 2018).
Velocidad del viento ( <i>sw</i> )	$sw = \frac{V_2}{V_1} = \frac{\ln(\frac{h_2}{z_0})}{\ln(\frac{h_1}{z_0})}$	Desplazamiento del aire en un punto y en un instante determinados (Checa et al., 2018)
Pendiente de ladera ( <i>slp</i> )	$slp = \arctan(\sqrt{p^2 + q^2})$	Inclinación a la horizontal (Das et al., 2022)
Índice de humedad topográfica ( <i>TWI</i> )	$TWI = \ln(\frac{af}{\tan\beta})$	Zonas de mayor concentración de humedad (Roa-Lobo y Kamp, 2011)

Plan de curvatura ( <i>pc</i> )	$pc = 2 \frac{DH^2 + EG^2 - FGH}{G^2 + H^2}$	Direction of the slope with the highest angle (Hong et al., 2016).
Grado de erosión ( <i>sloss</i> )	$sloss = \frac{\sum_{i=1}^n sloss_i}{n}$	Mide el fenómeno que elimina la capa fértil del suelo (Bolaños et al., 2017)
Riqueza de animales ( <i>ar</i> )	$ar = Riquezadeespecies$	El número de especies presentes (García et al., 2017).
Riqueza de plantas ( <i>pr</i> )	$pr = Riquezadeespecies$	El número de especies presentes (García et al., 2017).
Índice de vegetación de diferencia normalizada ( <i>NDVI</i> )	$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS}$	Diferencia la vegetación de otros tipos de cubierta terrestre (Chuvieco, 2010).

La información de estos índices fue colectada en un SIG y métricas de los sensores remotos (RS). El ajuste de los tamaños de píxeles para todos los factores condicionales se llevó a cabo para alinearlos a resolución de 30 metros del DEM y los datos multiespectrales Landsat 8.

Dado que los indicadores tienen una gran variabilidad en el sistema ambiental, fue necesario generar un índice que asigne mayor importancia a los indicadores con valores consistentes y menos importancia a aquellos con mayor fluctuación. El índice compuesto se puede crear aplicando ponderaciones iguales o desiguales a sus indicadores de calidad y vulnerabilidad ambiental. Este método cuantitativo determina el peso de cada indicador en función de su variabilidad, influyendo en su contribución a la evaluación global de la **calidad ambiental**.

$$W_n = \frac{1}{\sigma_n(\sum_{n=1}^k \frac{1}{\sigma_n})}$$

Donde  $W_n$ ,  $\sigma_n$  y  $k$  representan el peso del indicador normalizado, la desviación estándar del conjunto de valores para el indicador  $n$  y el número de indicadores seleccionados, respectivamente.

Los valores del rango (mínimo y máximo), la media, desviación estándar normalizada y su peso ( $\sigma$  y  $W$ ) se presentan en el cuadro siguiente.

**Cuadro V-5. Metodología de cálculo del peso de cada indicador ambiental.**

ID	Indicador ( $I_n$ )	Mínimo	Máximo	$\mu_n$	$\sigma_n$	$1/\sigma_n$	$W_n$
1	Temperature ( <i>te</i> )	13.9	24.9	0.42	0.32	3.15	0.03
2	Precipitation ( <i>pm</i> )	811.3	1,355.9	0.44	0.20	5.05	0.05
3	Elevation ( <i>el</i> )	317.0	2,791.0	0.48	0.22	4.49	0.04
4	Wind power density ( <i>w</i> )	0.0008	3,176.5	0.98	0.04	22.42	0.22
5	Speed wind ( <i>sw</i> )	0.05	11.2	0.84	0.11	9.29	0.09
6	Slope ( <i>sl</i> )	0.00	72.3	0.38	0.16	6.17	0.06
7	Topographic wetness index ( <i>TWI</i> )	1.91	17.3	0.14	0.08	12.63	0.12
8	Plan corvature ( <i>pc</i> )	-0.07	0.06	0.53	0.05	18.91	0.18
9	Soil loss ( <i>loss</i> )	5.00	26.7	0.47	0.30	3.30	0.03
10	Animal habitats and species diversity ( <i>ah</i> )	4.00	85.0	0.87	0.20	4.96	0.05
11	Rare, endangered and diversity plants ( <i>re</i> )	1.00	80.0	0.84	0.21	4.74	0.05
12	The normalized difference vegetation index ( <i>NDVI</i> )	0.005	0.453	0.47	0.14	7.19	0.07

Finalmente, el índice de calidad ambiental en el tiempo cero ( $ICA_0$ ) quedará integrado por la expresión siguiente.

$$ICA_0 = \sum_i^k W_n \cdot I_n$$

Con el objetivo de representar geográficamente la calidad ambiental para poder lograr simulaciones en diferentes tiempos y con diferentes condiciones, fue necesario discretizar los valores de ICA en las categorías siguientes; i) **muy baja** (0.0 – 0.2); ii) **bajo** (0.2 – 0.4); iii) **moderado** (0.4 – 0.6), iv) **alto** (0.6 – 0.8) y, v) **muy alto** (0.8 – 1.0). El examen de estos valores y niveles permite la toma de decisiones informadas (objetivas) y las intervenciones específicas para mitigar los impactos asociados con las obras y actividades en cualquier tiempo y etapa.

El ráster del índice de calidad ambiental en el tiempo cero ( $ICA_0$ ) y los sitios de muestreo para realizar su pronóstico en un tiempo  $n$  se muestran en la figura siguiente.

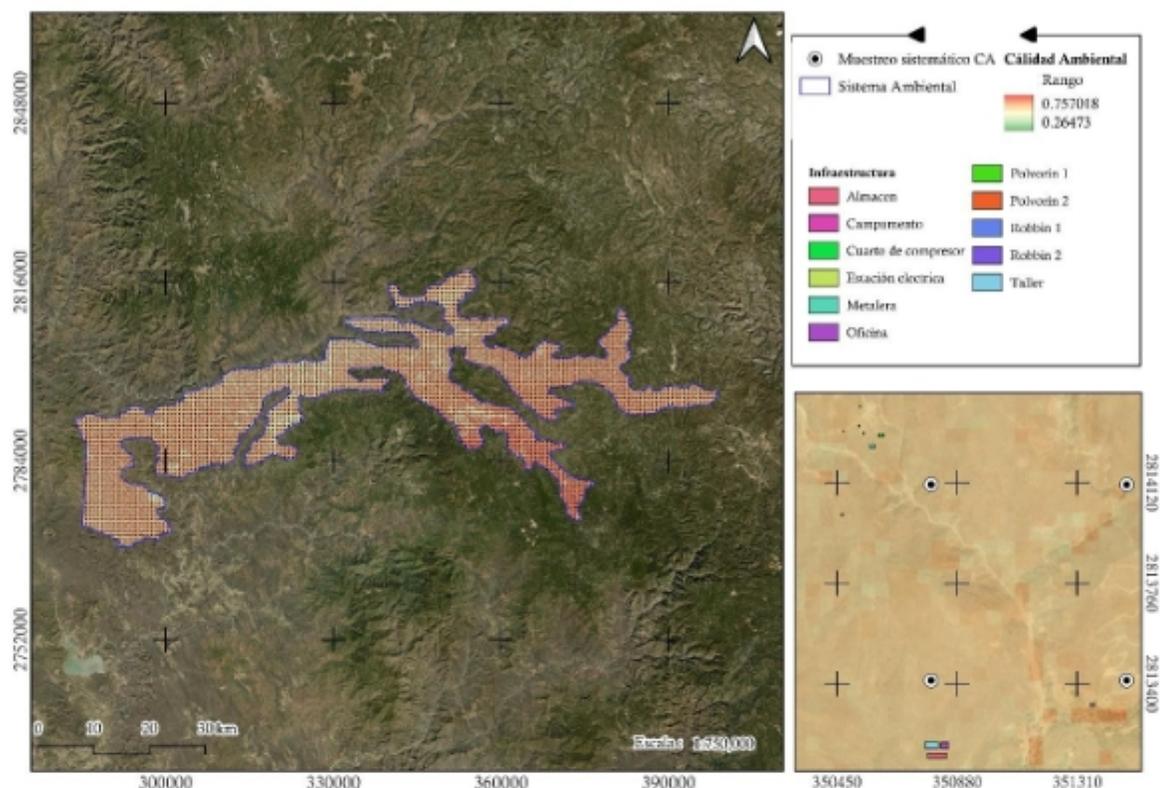


Figura V-1. Distribución de la calidad ambiental y de los sitios de entrenamiento.

#### V.1.4. Predicción del impacto (simulación)

En este estudio, se empleó el algoritmo *Random Forest* (RF) para predecir la calidad ambiental en un tiempo futuro (después de ejecutar las obras y actividades en las diferentes etapas). *Random Forest* es una técnica de aprendizaje automático (*machine-learning*) reconocida por su capacidad para manejar relaciones complejas y grandes conjuntos de datos (Breiman, 2001, Pedregosa et al., 2011). Para formular la base de datos de entrenamiento (70% de la base de datos) y validación (30% de la base de datos), se generó un muestreo sistemático aleatorio dentro del sistema ambiental, donde se extrajeron 500 valores de cada pixel de la calidad ambiental e indicadores. Los datos se distribuyeron de manera aleatoria sistemática en usando la herramienta de investigación *Create grid* de Qgis equidistantes a 1000 m. El entrenamiento y validación del algoritmo RF fue usando el paquete *randomForest* en R (R Core Team, 2024). *Random Forest* en *R Programming* es un conjunto de árboles de decisión. Crea y combina múltiples árboles de decisión para obtener predicciones más precisas. Es un algoritmo de clasificación no lineal. Cada modelo de árbol de decisión se utiliza cuando se emplea por sí solo. Se realiza una estimación de error de casos que no se utiliza al construir el árbol. Esto se denomina estimación del error de falta de bolsa y se menciona como porcentaje. El código usado para estimar el  $ICA_0$  es el siguiente.

```
# 1. Copyright statement comment -----
# Copyright 2024
# 2. Author comment -----
# Sacramento Corral-Rivas
# 3. File description comment -----
# Compute the Environmental Quality Index
# 4. Source() and library() statements -----
# Loading package
library(caTools)
```

```

library(randomForest)
# 5.Function definitions -----
# 6.Execution statements -----
# Import data set
f01 <- read.csv("../01_Data/02IndicadoresAmb.csv")
# Splitting data in train and test data
# SplitRatio: percentage of data to use in training set
split <- sample.split(f01, SplitRatio = 0.7)
# Data for fitting the random algorithm
train <- subset(f01, split == "TRUE")
# Data for predictions with the random forest algorithm
test <- subset(f01, split == "FALSE")
# Fitting Random Forest to the train data set
set.seed(120) # Setting seed
classifier_RF = randomForest(x = train[, 3:14], y = train$ICA, ntree = 500); classifier_RF
# Predicting the Test set results
y_pred = predict(classifier_RF, newdata = test[, 3:14])
test$y_pred <- predict(classifier_RF, newdata = test[, 3:14])
# Confusion Matrix
confusion_mtx = table(test[, 2], y_pred); confusion_mtx
# Plotting model
plot(classifier_RF)
# Importance plot
importance(classifier_RF)
# Variable importance plot
varImpPlot(classifier_RF)

```

Los resultados de la matriz de entrenamiento para estimar el valor del CA<sub>i</sub> con el algoritmo RF es la siguiente.

	Alta	Baja	Moderada	Class error
Alta	546	0	76	0.12218650
Baja	0	58	1	0.01694419
Moderada	75	1	596	0.11309524

Mientras que para la **prueba (validación)** la matriz de entrenamiento es la siguiente.

	Alta	Baja	Moderada	Class error
Alta	293	0	38	0.11480363
Baja	0	29	1	0.03333333
Moderada	46	0	270	0.14556962

Mientras que, el ajuste del modelo de predicción es el siguiente;

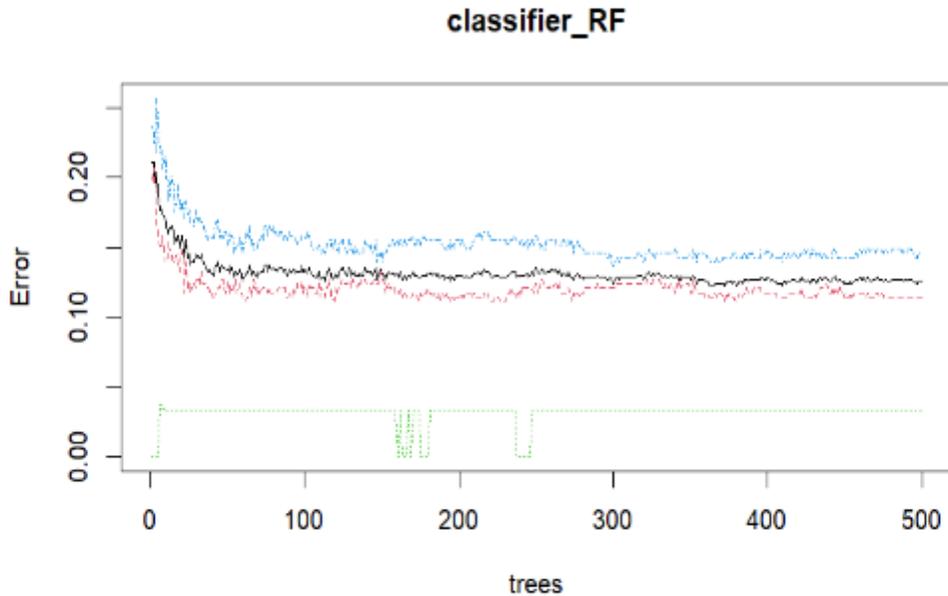
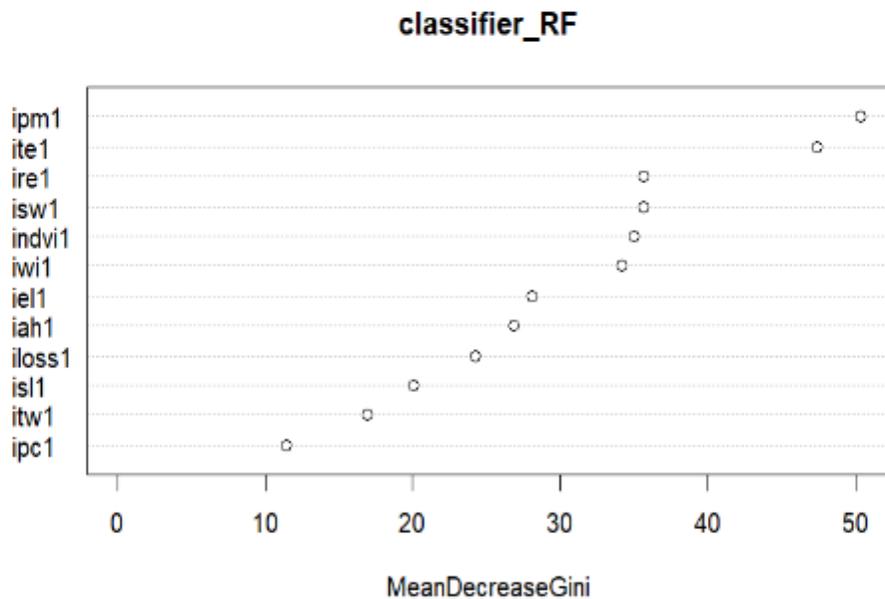


Figura V-2. La tasa de error se estabiliza con un aumento en el número de árboles.

Las variables de importancia en las predicciones son las siguientes.



Donde; *imp1* = precipitación, *ite1* = temperatura, *ire1* = diversidad de flora, *isw1* = velocidad del viento, *indvi* = Índice de vegetación de diferencia normalizada, *iwi1* = poder y densidad del viento, *iel1* = elevación, *iah1* = diversidad de fauna, *iloss1* = erosión, *isl1* = pendiente, *itw* = Índices de humedad topográfica e *ipc1* = curvatura del terreno.

En vista del gráfico anterior los indicadores ambientales en orden de importancia que más contribuyen en describir la calidad ambiental son la diversidad de flora, humedad topográfica, precipitación, curvatura del terreno y pendiente

**Conclusión.** Con el algoritmo RF es posible predecir la calidad ambiental en un tiempo futuro, así lo evidencian la validación (*y<sub>pred</sub>*), por tanto, para su uso solo será necesario alimentar la base de datos con los cambios esperados

en cada indicador (i.e. al eliminar la cubierta vegetal se modifica el valor de pixel de los ráster NDVI, erosión, etc.) después de realizar las obras y actividades en un tiempo 2 (ICA<sub>2</sub>). Esta metodología es 100% conmensurable y su validez depende de la calidad de información que se alimente al algoritmo RF.

### V.1.5. Criterios y metodología de evaluación

El valor de las Unidades de Importancia Ambiental (UIA) se estima considerando la diferencia de dos escenarios; UIA<sub>1</sub> en el estado actual (sin obras), es decir, no considera las obras y actividades en la etapa que se evalúa y, UIA<sub>2</sub> considera el pronóstico del parámetro ambiental una vez que se realizaron las obras y actividades para la etapa que se evalúa, es decir, cuál será el escenario esperado después de realizar las obras y actividades en la etapa que se evalúa (cambio en los indicadores ambientales). La expresión resultante es la siguiente:

$$CA_N = UIA_2 - UIA_0$$

El valor de la Calidad Ambiental Neta (CA<sub>N</sub>) puede resultar ser negativo (adverso) o positivo (beneficioso) y, considerando que las UIA evaluadas para cada parámetro son conmensurables, se suman y se evalúa el impacto global con distintas alternativas para obtener la óptima (minimizar impactos negativos o maximizar impactos positivos) considerando las obras y actividades a desarrollar en cada etapa. El impacto total será la suma de cada uno de los impactos netos (IN) expresados en sus correspondientes UIA, cuanto más cercano sea su valor a 1,000 (valor óptimo), más positivo es el impacto y cuanto más bajo, más desfavorable. La metodología dispone de un sistema de alertas por considerar la magnitud del impacto ante la presencia de algunas situaciones críticas. Aunque el impacto global sea admisible, puede haber ciertos parámetros que pueden tener afectaciones considerables que no están dentro de los límites admisibles. Ante tal situación se establece un sistema de semáforo que considera las categorías siguientes; i) azul (compatible) > -0.2, ii) verde (moderado) >= -0.4, iii) amarillo (notable) >= -0.6, iv) naranja (crítico) >= -0.8 y, v) rojo (inaceptable) < -0.8. Finalmente, la valoración cuantitativa consiste en determinar la calidad ambiental del factor afectado por el impacto mediante la función de transformación adecuada, para la obtención de unidades de impacto neto (conmensurables), su contribución a la situación del medio vendrá disminuida en el mismo porcentaje que su calidad (UIA). Se aplica la valoración a la situación CON obras y actividades (CA<sub>2</sub>) y SIN obras y actividades (CA<sub>0</sub>), de cuya diferencia se tendrá el impacto neto (CA<sub>N</sub>) y la sumatoria de este último representa la valoración global o de comparación de alternativas.

#### V.1.5.1. Caracterización y valoración de los impactos

En este estudio se utilizó la matriz de Batelle – Columbus modificada para estimar el impacto ambiental neto considerando el ICA<sub>0</sub> estimado en el tiempo cero y el ICA<sub>2</sub> (simulación) estimado con el algoritmo RF, cuando se modifican los indicadores ambientales por las obras y actividades en cada etapa. Ambos escenarios se mantienen en una escala de 0 a 1, para poder caracterizar la importancia del impacto en el sistema de alerta de la matriz Batelle – Columbus. Si bien es cierto que el ICA oscila en un rango de 0.28 – 0.72, este se ponderó a la escala de 0 – 1 para cumplir con los criterios metodológicos de la matriz de Batelle – Columbus. La estimación del impacto neto (IN) para cada etapa es el siguiente.

**Cuadro V-6. Matriz de Batelle – Columbus para la etapa de preparación del sitio.**

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	Índice de CA		CA <sub>N</sub>	UIA		UIP	Impacto neto
			CA <sub>0</sub>	CA <sub>2</sub>		Alerta	IN <sub>0</sub>		
BIÓTICO	Flora	Desmorte	0.73	0.33	-0.40	80	58.4	26.4	-32.0
BIÓTICO	Flora	Fragmentación	0.61	0.35	-0.26	40	24.4	14.0	-10.4
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición	0.43	0.21	-0.22	60	25.8	12.6	-13.2
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad	0.52	0.32	-0.20	40	20.8	12.8	-8.0
BIÓTICO	Flora	Especies de interés	0.60	0.39	-0.21	20	12.0	7.8	-4.2
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento	0.70	0.33	-0.37	30	21.0	9.9	-11.1
BIÓTICO	Fauna	Mortandad	0.53	0.38	-0.15	20	10.6	7.6	-3.0
BIÓTICO	Fauna	Abundancia	0.70	0.48	-0.22	40	28.0	19.2	-8.8

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad	0.61	0.54	-0.07	40	24.4	21.6	-2.8
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés	0.69	0.32	-0.37	40	27.6	12.8	-14.8
FÍSICO	Topografía	Pendiente	0.62	0.38	-0.24	20	12.4	7.6	-4.8
FÍSICO	Topografía	Relieve	0.62	0.33	-0.29	15	9.3	5.0	-4.4
FÍSICO	Topografía	Orientación	0.52	0.33	-0.19	15	7.8	5.0	-2.9
FÍSICO	Topografía	Curvatura	0.52	0.34	-0.18	10	5.2	3.4	-1.8
FÍSICO	Suelo	Contaminación	0.73	0.33	-0.40	20	14.6	6.6	-8.0
FÍSICO	Suelo	Compactación	0.72	0.32	-0.40	20	14.4	6.4	-8.0
FÍSICO	Suelo	Temperatura	0.65	0.50	-0.15	10	6.5	5.0	-1.5
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica	0.67	0.35	-0.32	30	20.1	10.5	-9.6
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica	0.63	0.56	-0.07	50	31.5	28.0	-3.5
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica	0.68	0.40	-0.28	50	34.0	20.0	-14.0
FÍSICO	Suelo	Remoción	0.72	0.29	-0.43	20	14.4	5.8	-8.6
FÍSICO	Agua	Contaminación	0.61	0.39	-0.22	25	15.3	9.8	-5.5
FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.68	0.31	-0.37	30	20.4	9.3	-11.1
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración	0.52	0.37	-0.15	25	13.0	9.3	-3.8
FÍSICO	Aire	Olor	0.69	0.42	-0.27	10	6.9	4.2	-2.7
FÍSICO	Aire	Visibilidad	0.62	0.38	-0.24	5	3.1	1.9	-1.2
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.72	0.34	-0.38	20	14.4	6.8	-7.6
FÍSICO	Aire	Ruidos	0.73	0.33	-0.40	20	14.6	6.6	-8.0
FÍSICO	Paisaje	Calidad	0.71	0.41	-0.30	20	14.2	8.2	-6.0
FÍSICO	Paisaje	Visitantes	0.62	0.51	-0.11	20	12.4	10.2	-2.2
FÍSICO	Infraestructura	Caminos	0.71	0.40	-0.31	20	14.2	8.0	-6.2
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.49	0.52	0.03	10	4.9	5.2	0.3
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.62	0.30	5	1.6	3.1	1.5
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes	0.61	0.61	0.00	10	6.1	6.1	0.0
SOCIOECONOMICO	Cultura	Grupos étnicos	0.70	0.70	0.00	10	7.0	7.0	0.0
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.32	0.68	0.36	20	6.4	13.6	7.2
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales indirectos	0.33	0.71	0.38	20	6.6	14.2	7.6
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.32	0.73	0.41	30	9.6	21.9	12.3
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.33	0.72	0.39	30	9.9	21.6	11.7

El resumen de la valoración cuantitativa del impacto neto para cada componente ambiental se presenta en el cuadro siguiente.

**Cuadro V-7. Estimación del impacto neto en la etapa de preparación del sitio.**

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA <sub>0</sub>	UIA <sub>2</sub>	
Flora	240	141.4	73.6	-67.8
Fauna	170	111.6	71.1	-40.5
Topografía	60	34.7	20.9	-13.8
Suelo	200	135.5	82.3	-53.2
Agua	80	48.7	28.3	-20.4
Aire	55	39.0	19.5	-19.5
Paisaje	40	26.6	18.4	-8.2
Infraestructura	35	20.7	16.3	-4.4
Valores históricos	10	6.1	6.1	0.0

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

Cultura	10	7.0	7.0	0.0
Centros de población	40	13.0	27.8	14.8
Estilos de vida	60	19.5	43.5	24.0
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>603.80</b>	<b>414.80</b>	<b>-189.00</b>

La metodología de cálculo de la matriz de Bettella – Columbus para estimar el impacto neto en la etapa de construcción es la siguiente.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	Índice de CA		CA <sub>N</sub> Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			CA <sub>0</sub>	CA <sub>2</sub>			IN <sub>0</sub>	IN <sub>2</sub>	
BIÓTICO	Flora	Desmorte	0.73	0.65	-0.08	80	58.4	52.0	-6.4
BIÓTICO	Flora	Fragmentación	0.61	0.33	-0.28	40	24.4	13.2	-11.2
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición	0.43	0.32	-0.11	60	25.8	19.2	-6.6
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad	0.52	0.35	-0.17	40	20.8	14.0	-6.8
BIÓTICO	Flora	Especies de interés	0.60	0.41	-0.19	20	12.0	8.2	-3.8
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento	0.70	0.52	-0.18	30	21.0	15.6	-5.4
BIÓTICO	Fauna	Mortandad	0.53	0.41	-0.12	20	10.6	8.2	-2.4
BIÓTICO	Fauna	Abundancia	0.70	0.45	-0.25	40	28.0	18.0	-10.0
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad	0.61	0.42	-0.19	40	24.4	16.8	-7.6
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés	0.69	0.55	-0.14	40	27.6	22.0	-5.6
FÍSICO	Topografía	Pendiente	0.62	0.36	-0.26	20	12.4	7.2	-5.2
FÍSICO	Topografía	Relieve	0.62	0.34	-0.28	15	9.3	5.1	-4.2
FÍSICO	Topografía	Orientación	0.52	0.33	-0.19	15	7.8	5.0	-2.9
FÍSICO	Topografía	Curvatura	0.52	0.32	-0.20	10	5.2	3.2	-2.0
FÍSICO	Suelo	Contaminación	0.73	0.35	-0.38	20	14.6	7.0	-7.6
FÍSICO	Suelo	Compactación	0.72	0.27	-0.45	20	14.4	5.4	-9.0
FÍSICO	Suelo	Temperatura	0.65	0.32	-0.33	10	6.5	3.2	-3.3
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica	0.67	0.32	-0.35	30	20.1	9.6	-10.5
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica	0.63	0.34	-0.29	50	31.5	17.0	-14.5
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica	0.68	0.32	-0.36	50	34.0	16.0	-18.0
FÍSICO	Suelo	Remoción	0.72	0.51	-0.21	20	14.4	10.2	-4.2
FÍSICO	Agua	Contaminación	0.61	0.55	-0.06	25	15.3	13.8	-1.5
FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.68	0.30	-0.38	30	20.4	9.0	-11.4
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración	0.52	0.41	-0.11	25	13.0	10.3	-2.8
FÍSICO	Aire	Olor	0.69	0.33	-0.36	10	6.9	3.3	-3.6
FÍSICO	Aire	Visibilidad	0.62	0.32	-0.30	5	3.1	1.6	-1.5
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.72	0.32	-0.40	20	14.4	6.4	-8.0
FÍSICO	Aire	Ruidos	0.73	0.33	-0.40	20	14.6	6.6	-8.0
FÍSICO	Paisaje	Calidad	0.71	0.43	-0.28	20	14.2	8.6	-5.6
FÍSICO	Paisaje	Visitantes	0.62	0.61	-0.01	20	12.4	12.2	-0.2
FÍSICO	Infraestructura	Caminos	0.71	0.71	0.00	20	14.2	14.2	0.0
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.49	0.49	0.00	10	4.9	4.9	0.0
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.32	0.00	5	1.6	1.6	0.0
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes	0.61	0.61	0.00	10	6.1	6.1	0.0
SOCIOECONOMICO	Cultura	Grupos étnicos	0.70	0.70	0.00	10	7.0	7.0	0.0

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.32	0.63	0.31	20	6.4	12.6	6.2
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales indirectos	0.33	0.65	0.32	20	6.6	13.0	6.4
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.32	0.71	0.39	30	9.6	21.3	11.7
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.33	0.69	0.36	30	9.9	20.7	10.8

El resumen de la valoración cuantitativa del impacto neto para cada componente ambiental se presenta en el cuadro siguiente.

**Cuadro V-8. Estimación del impacto neto en la etapa de preparación de construcción.**

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA <sub>0</sub>	UIA <sub>2</sub>	
Flora	240	141.4	106.6	-34.8
Fauna	170	111.6	80.6	-31.0
Topografía	60	34.7	20.5	-14.3
Suelo	200	135.5	68.4	-67.1
Agua	80	48.7	33.0	-15.7
Aire	55	39.0	17.9	-21.1
Paisaje	40	26.6	20.8	-5.8
Infraestructura	35	20.7	20.7	0.0
Valores históricos	10	6.1	6.1	0.0
Cultura	10	7.0	7.0	0.0
Centros de población	40	13.0	25.6	12.6
Estilos de vida	60	19.5	42.0	22.5
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>603.80</b>	<b>449.19</b>	<b>-154.61</b>

La metodología de cálculo de la matriz de Bettella – Columbus para estimar el impacto neto en la etapa de operación y mantenimiento es la siguiente.

**Cuadro V-9. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de operación y mantenimiento.**

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	Índice de CA		CA <sub>N</sub> Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			CA <sub>0</sub>	CA <sub>2</sub>			IN <sub>0</sub>	IN <sub>2</sub>	
BIÓTICO	Flora	Desmonte	0.73	0.67	-0.06	80	58.4	53.6	-4.8
BIÓTICO	Flora	Fragmentación	0.61	0.35	-0.26	40	24.4	14.0	-10.4
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición	0.43	0.34	-0.09	60	25.8	20.4	-5.4
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad	0.52	0.37	-0.15	40	20.8	14.8	-6.0
BIÓTICO	Flora	Especies de interés	0.60	0.45	-0.15	20	12.0	9.0	-3.0
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento	0.70	0.54	-0.16	30	21.0	16.2	-4.8
BIÓTICO	Fauna	Mortandad	0.53	0.44	-0.09	20	10.6	8.8	-1.8
BIÓTICO	Fauna	Abundancia	0.70	0.47	-0.23	40	28.0	18.8	-9.2
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad	0.61	0.44	-0.17	40	24.4	17.6	-6.8
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés	0.69	0.57	-0.12	40	27.6	22.8	-4.8
FÍSICO	Topografía	Pendiente	0.62	0.38	-0.24	20	12.4	7.6	-4.8
FÍSICO	Topografía	Relieve	0.62	0.36	-0.26	15	9.3	5.4	-3.9
FÍSICO	Topografía	Orientación	0.52	0.35	-0.17	15	7.8	5.3	-2.6
FÍSICO	Topografía	Curvatura	0.52	0.33	-0.19	10	5.2	3.3	-1.9
FÍSICO	Suelo	Contaminación	0.73	0.38	-0.35	20	14.6	7.6	-7.0
FÍSICO	Suelo	Compactación	0.72	0.32	-0.40	20	14.4	6.4	-8.0
FÍSICO	Suelo	Temperatura	0.65	0.34	-0.31	10	6.5	3.4	-3.1

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

FÍSICO	Suelo	Materia orgánica	0.67	0.34	-0.33	30	20.1	10.2	-9.9
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica	0.63	0.36	-0.27	50	31.5	18.0	-13.5
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica	0.68	0.34	-0.34	50	34.0	17.0	-17.0
FÍSICO	Suelo	Remoción	0.72	0.52	-0.20	20	14.4	10.4	-4.0
FÍSICO	Agua	Contaminación	0.61	0.56	-0.05	25	15.3	14.0	-1.3
FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.68	0.33	-0.35	30	20.4	9.9	-10.5
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración	0.52	0.44	-0.08	25	13.0	11.0	-2.0
FÍSICO	Aire	Olor	0.69	0.35	-0.34	10	6.9	3.5	-3.4
FÍSICO	Aire	Visibilidad	0.62	0.35	-0.27	5	3.1	1.8	-1.4
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.72	0.32	-0.40	20	14.4	6.4	-8.0
FÍSICO	Aire	Ruidos	0.73	0.32	-0.41	20	14.6	6.4	-8.2
FÍSICO	Paisaje	Calidad	0.71	0.45	-0.26	20	14.2	9.0	-5.2
FÍSICO	Paisaje	Visitantes	0.62	0.62	0.00	20	12.4	12.4	0.0
FÍSICO	Infraestructura	Caminos	0.71	0.71	0.00	20	14.2	14.2	0.0
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.49	0.49	0.00	10	4.9	4.9	0.0
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.32	0.00	5	1.6	1.6	0.0
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes	0.61	0.61	0.00	10	6.1	6.1	0.0
SOCIOECONOMICO	Cultura	Grupos étnicos	0.70	0.70	0.00	10	7.0	7.0	0.0
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.32	0.63	0.31	20	6.4	12.6	6.2
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales indirectos	0.33	0.65	0.32	20	6.6	13.0	6.4
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.32	0.71	0.39	30	9.6	21.3	11.7
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.33	0.69	0.36	30	9.9	20.7	10.8

El resumen de la valoración cuantitativa del impacto neto para cada componente ambiental se presenta en el cuadro siguiente.

**Cuadro V-10. Estimación del impacto neto en la etapa de operación y mantenimiento.**

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA <sub>0</sub>	UIA <sub>2</sub>	
Flora	240	141.4	111.8	-29.6
Fauna	170	111.6	84.2	-27.4
Topografía	60	34.7	21.6	-13.2
Suelo	200	135.5	73.0	-62.5
Agua	80	48.7	34.9	-13.8
Aire	55	39.0	18.1	-21.0
Paisaje	40	26.6	21.4	-5.2
Infraestructura	35	20.7	20.7	0.0
Valores históricos	10	6.1	6.1	0.0
Cultura	10	7.0	7.0	0.0
Centros de población	40	13.0	25.6	12.6
Estilos de vida	60	19.5	42.0	22.5
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>603.80</b>	<b>466.30</b>	<b>-137.50</b>

La metodología de cálculo de la matriz de Bettella – Columbus para estimar el impacto neto en la etapa de abandono del sitio es la siguiente.

**Cuadro V-11. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de abandono del sitio.**

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	Índice de CA	CA <sub>N</sub>	UIA	UIP
-----------	-------------	------------	--------------	-----------------	-----	-----

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

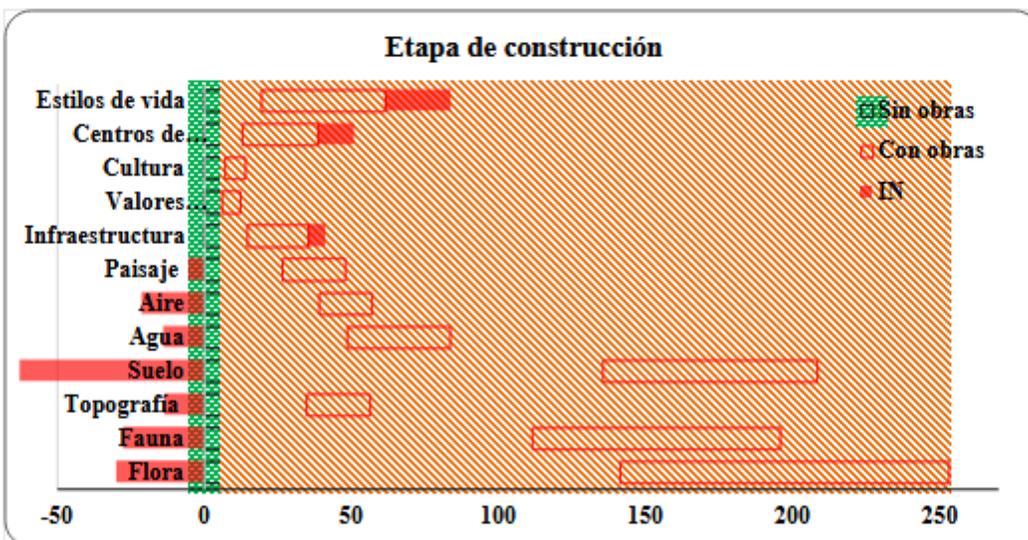
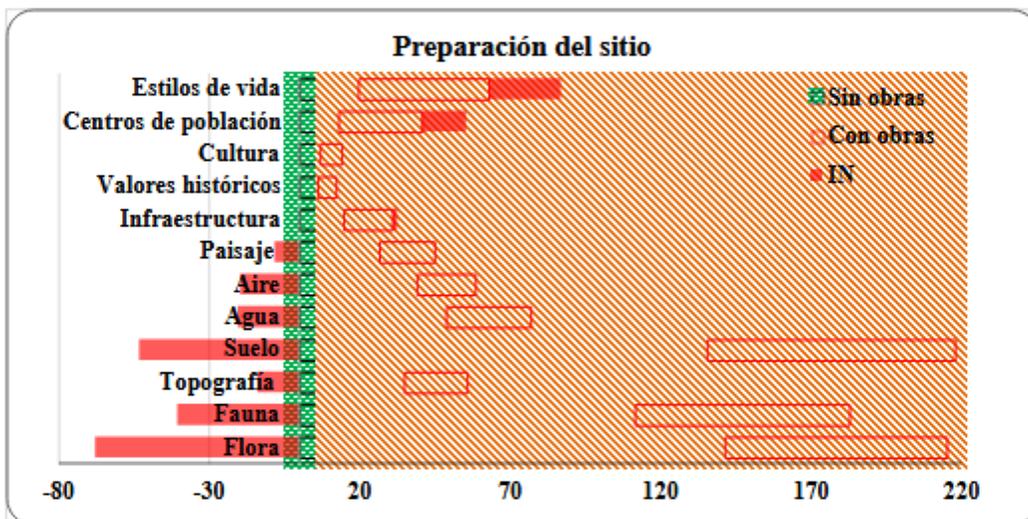
			CA <sub>0</sub>	CA <sub>2</sub>	Alerta	IN <sub>0</sub>	IN <sub>2</sub>	Impacto neto	
BIÓTICO	Flora	Desmorte	0.73	0.71	-0.02	80	58.4	56.8	-1.6
BIÓTICO	Flora	Fragmentación	0.61	0.46	-0.15	40	24.4	18.4	-6.0
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición	0.43	0.37	-0.06	60	25.8	22.2	-3.6
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad	0.52	0.45	-0.07	40	20.8	18.0	-2.8
BIÓTICO	Flora	Especies de interés	0.60	0.59	-0.01	20	12	11.8	-0.2
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento	0.70	0.68	-0.02	30	21	20.4	-0.6
BIÓTICO	Fauna	Mortandad	0.53	0.50	-0.03	20	10.6	10.0	-0.6
BIÓTICO	Fauna	Abundancia	0.70	0.68	-0.02	40	28	27.2	-0.8
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad	0.61	0.61	0	40	24.4	24.4	0.0
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés	0.69	0.59	-0.1	40	27.6	23.6	-4.0
FÍSICO	Topografía	Pendiente	0.62	0.7	0.08	20	12.4	14.0	1.6
FÍSICO	Topografía	Relieve	0.62	0.63	0.007	15	9.345	9.5	0.1
FÍSICO	Topografía	Orientación	0.52	0.52	0	15	7.8	7.8	0.0
FÍSICO	Topografía	Curvatura	0.52	0.45	-0.07	10	5.2	4.5	-0.7
FÍSICO	Suelo	Contaminación	0.73	0.61	-0.12	20	14.6	12.2	-2.4
FÍSICO	Suelo	Compactación	0.72	0.6	-0.12	20	14.4	12.0	-2.4
FÍSICO	Suelo	Temperatura	0.65	0.61	-0.04	10	6.5	6.1	-0.4
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica	0.67	0.48	-0.19	30	20.1	14.4	-5.7
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica	0.63	0.59	-0.04	50	31.5	29.5	-2.0
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica	0.68	0.55	-0.13	50	34	27.5	-6.5
FÍSICO	Suelo	Remoción	0.72	0.92	0.2	20	14.4	18.4	4.0
FÍSICO	Agua	Contaminación	0.61	0.58	-0.03	25	15.25	14.5	-0.8
FÍSICO	Agua	Escorrentamiento superficial e infiltración	0.68	0.67	-0.01	30	20.4	20.1	-0.3
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración	0.52	0.67	0.15	25	13	16.8	3.8
FÍSICO	Aire	Olor	0.69	0.58	-0.11	10	6.9	5.8	-1.1
FÍSICO	Aire	Visibilidad	0.62	0.34	-0.28	5	3.1	1.7	-1.4
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.72	0.51	-0.21	20	14.4	10.2	-4.2
FÍSICO	Aire	Ruidos	0.73	0.51	-0.22	20	14.6	10.2	-4.4
FÍSICO	Paisaje	Calidad	0.71	0.64	-0.07	20	14.2	12.8	-1.4
FÍSICO	Paisaje	Visitantes	0.62	0.54	-0.08	20	12.4	10.8	-1.6
FÍSICO	Infraestructura	Caminos	0.71	0.61	-0.1	20	14.2	12.2	-2.0
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.49	0.64	0.15	10	4.9	6.4	1.5
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.41	0.09	5	1.6	2.1	0.5
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes	0.61	0.74	0.13	10	6.1	7.4	1.3
SOCIOECONOMICO	Cultura	Grupos étnicos	0.70	0.54	-0.16	10	7	5.4	-1.6
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.32	0.48	0.16	20	6.4	9.6	3.2
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales indirectos	0.33	0.52	0.19	20	6.6	10.4	3.8
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.32	0.65	0.33	30	9.6	19.5	9.9
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.33	0.65	0.32	30	9.9	19.5	9.6

El resumen de la valoración cuantitativa del impacto neto para cada componente ambiental se presenta en el cuadro siguiente.

COMPONENTES	UIA	UIP	IMPACTO NETO
-------------	-----	-----	--------------

		UIA <sub>0</sub>	UIA <sub>2</sub>	
Flora	240	141.4	127.2	-14.2
Fauna	170	111.6	105.6	-6.0
Topografía	60	34.7	35.8	1.0
Suelo	200	135.5	120.1	-15.4
Agua	80	48.7	51.4	2.7
Aire	55	39.0	27.9	-11.1
Paisaje	40	26.6	23.6	-3.0
Infraestructura	35	20.7	20.7	-0.1
Valores históricos	10	6.1	7.4	1.3
Cultura	10	7.0	5.4	-1.6
Centros de población	40	13.0	20.0	7.0
Estilos de vida	60	19.5	39.0	19.5
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>603.80</b>	<b>583.95</b>	<b>-19.85</b>

Gráficamente el impacto neto (IN) para cada componente ambiental se puede observar en las gráficas siguientes.



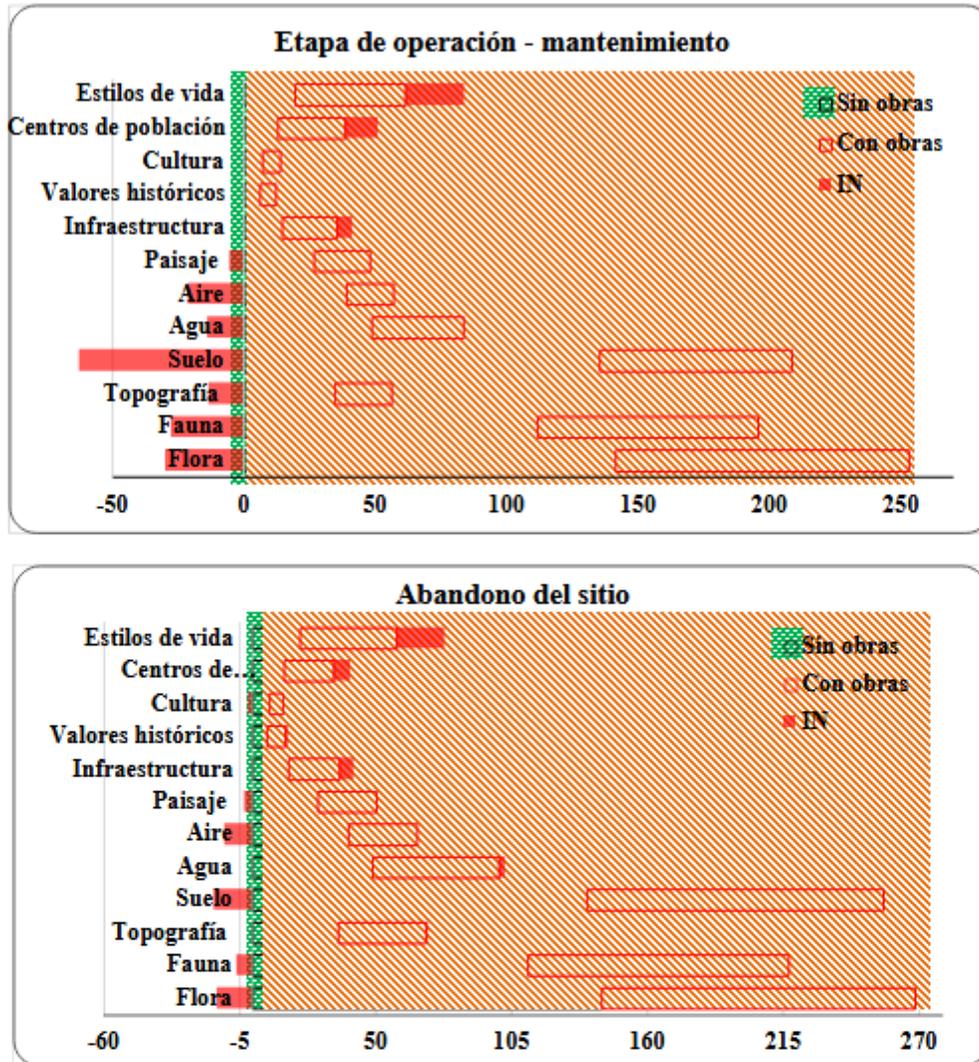


Figura V-3. Distribución del impacto neto (IN) de los componentes ambientales por etapa

Finalmente, el resultado del impacto neto por etapa es el siguiente.

Cuadro V-12. Impacto neto por etapa.

COMPONENTES	IMPACTO NETO POR ETAPA			
	Preparación del sitio	Construcción	Operación - mantenimiento	Abandono del sitio
Flora	-67.8	-34.8	-29.6	-14.2
Fauna	-40.5	-31.0	-27.4	-6.0
Topografía	-13.8	-14.3	-13.2	-1.0
Suelo	-53.2	-67.1	-62.5	-15.4
Agua	-20.4	-15.7	-13.8	-2.7
Aire	-19.5	-21.1	-21.0	-11.1
Paisaje	-8.2	-5.8	-5.2	-3.0
Infraestructura	-4.4	0.0	0.0	-0.1
Valores históricos	0.0	0.0	0.0	1.3
Cultura	0.0	0.0	0.0	-1.6

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

Centros de población	14.8	12.6	12.6	7.0
Estilos de vida	24.0	22.5	22.5	19.5
<b>Total</b>	<b>-189.0</b>	<b>-154.6</b>	<b>-137.5</b>	<b>-19.8</b>

Derivado del análisis, se observó que los componentes que presentan el mayor impacto negativo son la flora y el suelo. La **flora** resultará más afectada durante la fase de preparación del sitio, con un valor de impacto de **-67.8**, debido a que el área en cuestión no ha sido modificada por actividades antropogénicas y se encuentra en su estado natural. La vegetación predominante corresponde a los ecosistemas de selva baja caducifolia, la cual será removida por completo durante las obras de preparación del sitio, lo que generará una alteración significativa no solo en la cobertura vegetal, sino también en la fertilidad del suelo, el contenido de materia orgánica, la infiltración de agua, y un incremento en los procesos de erosión eólica e hídrica. No obstante, una vez removida la vegetación y comenzada la etapa de construcción, este impacto disminuirá gradualmente, reduciéndose a un valor de **-34.8**, ya que no se espera más remoción de vegetación en la zona intervenida. Sin embargo, se mantiene como un impacto negativo, dado que las obras limitarán el crecimiento vegetal. Durante la operación – mantenimiento este impacto continuará disminuyendo a un valor de **-29.6**, debido a que el componente no tendrá la oportunidad de recuperarse debido a la instalación de las diferentes infraestructuras. Finalmente, durante la etapa de abandono, el impacto será menos evidente, puesto que se implementarán medidas de mitigación orientadas a la restitución del sitio, aunque este proceso no será inmediato. A pesar de ello, el impacto se considera negativo, con un valor de **-19.85**, ya que la recuperación ecológica dependerá de una serie de acciones que busquen contrarrestar los efectos adversos del proyecto.

El **suelo**, por su parte, presentará un impacto negativo de **-53.2** durante la fase de preparación del sitio, debido principalmente a la remoción de la vegetación. Este proceso expondrá el suelo, haciéndolo vulnerable a la erosión, pérdida de suelos fértiles y compactación por el tránsito continuo de vehículos en el área. Sin embargo, el impacto más severo en este componente ocurrirá durante la fase de construcción, con un valor de **-67.1**, como consecuencia de la instalación y construcción de la infraestructura minera. Mientras que, en la etapa de operación – mantenimiento el valor se mantendrá muy similar con un valor de **-62.5** debido al aprovechamiento de las vetas subterráneas y el movimiento de tierra, esta actividad generará un impacto permanente, ya que el suelo extraído no podrá ser restaurado, afectando irreversiblemente sus propiedades y funciones. A pesar de esto, la infraestructura solo se dispondrá en las áreas designadas, sin afectar las zonas circundantes, lo que contribuirá a preservar las funciones naturales de los ecosistemas en el área de influencia. Durante la fase de abandono, el impacto negativo será menor, con un valor de **-15.4**, ya que en esta etapa se desinstalan las obras temporales y se implementarán obras de mitigación y restauración orientadas a la recuperación del sitio.

Los componentes agua y aire mostrarán impactos acumulados similares, derivado de las actividades mineras en la zona. En el caso del **agua**, durante la fase de preparación de sitio se registró un impacto de **-20.4**, dado que la remoción de la vegetación afectará la tasa de infiltración y la escorrentía superficial, alterando su comportamiento y provocando una disminución en ambas. Siendo éste el momento en el que se presente el mayor impacto negativo, aunque se estima que el daño no será significativo, ya que no prevén afectaciones y/o modificaciones en los cauces, contaminación directa ni efectos adversos considerables sobre el recurso hídrico. En las etapas de construcción, el impacto será menor, con un valor de **-15.7** y en la etapa de operación – mantenimiento de **-13.8**, lo que indica una reducción en las afectaciones a este recurso. Las principales medidas de mitigación estarán enfocadas en evitar la contaminación por aceites, combustibles y residuos sólidos, lo que contribuirá a minimizar las potenciales afectaciones al agua. Finalmente, durante la fase de abandono del sitio, se espera una disminución aún mayor en el impacto negativo sobre este componente, con un valor de **-2.7**, debido a que las alteraciones serán mínimas y estarán asociadas a la presencia esporádica de personal y vehículos en el área, lo que reducirá considerablemente el riesgo de afectar el recurso hídrico.

El **aire**, por su parte, presentó un impacto acumulado de **-19.5** durante la fase de preparación del sitio, principalmente debido a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) generados por la combustión de los motores de la maquinaria, lo que influirá en la calidad del aire en el área de influencia. En la etapa de construcción, este impacto alcanzará un valor de **-21.2**, el más alto registrado, debido al uso constante de maquinaria pesada para la edificación de la infraestructura, lo que incrementará la generación de GEI y la dispersión de partículas de polvo, con posibles

efectos adversos para el personal en el sitio. No obstante, se implementarán medidas preventivas, como el uso obligatorio de equipo de protección personal, para minimizar los riesgos a la salud. Asimismo, se ha identificado que la vegetación presente en la zona posee capacidad de captura de carbono, lo que contribuirá a mitigar parcialmente el impacto generado. Durante la fase de operación y mantenimiento, el valor será de **-21.0**, reflejando una afectación similar a la de la etapa previa, dado el uso continuo de maquinaria para la explotación de las vetas, lo que mantendrá la emisión de GEI y la dispersión de partículas en el ambiente. Finalmente, en la etapa de abandono, el impacto sobre el aire se reducirá significativamente, con un valor de **-11.1**, lo que indica una alteración mínima en este componente, atribuida a la disminución de la actividad vehicular y la menor presencia de maquinaria, haciendo que este impacto sea considerado insignificante.

La fauna está estrechamente vinculada con la flora, por lo que cualquier alteración en la vegetación afectará negativamente a las especies que habitan estos ecosistemas. En consecuencia, la **fauna** registró su mayor impacto negativo durante la fase de preparación del sitio, con un valor de **-40.5**, ya que en esta etapa se llevará a cabo la remoción de la vegetación, lo que provocará una modificación del hábitat natural de las especies presentes en el área del proyecto. Sin embargo, en los alrededores del sitio existe vegetación con características similares, lo que proporcionará refugio para aquellas especies de desplazamiento lento que se vean afectadas por las obras de preparación del terreno. Este factor mitigante permitirá que, aunque el impacto sea significativo, algunas especies puedan adaptarse o reubicarse en áreas cercanas. Durante la etapa de construcción este componente presenta un valor de **-31.0** el cual es producto de la perturbación de sitio por el ruido de la maquinaria y la presencia del personal en el sitio. Mientras que, en la etapa de operación - mantenimiento este componente presenta un valor de **-27.4** el cual es producto del desplazamiento de la fauna por la presencia y ruido de la maquinaria, lo que perturbará la tranquilidad del sitio y obligará a la fauna a desplazarse a zonas más tranquilas donde el ruido sea mucho menos perceptible. Por otro lado, el valor durante el abandono del sitio es de **-6.0**, lo que indica que este componente será mínimamente afectado. En esta etapa, las actividades se limitarán principalmente a la presencia ocasional de vehículos, que circularán en la zona durante el proceso de restauración del área. Debido a la reducción significativa de las intervenciones humanas y la ausencia de trabajo intensivos como los realizados en fases anteriores, la fauna local podrá comenzar con un proceso de adaptación a las nuevas condiciones ambientales. Además, las medidas de mitigación y restauración implementadas para la recuperación del área favorecerán gradualmente la restauración del hábitat, lo que permitirá una regeneración parcial de las dinámicas ecológicas, reduciendo así el impacto a niveles casi imperceptibles para las especies.

La **topografía** experimentará pocas alteraciones como resultado de la explotación. Durante la fase de preparación del sitio, este componente presentó un valor acumulado de **-13.8**, asociado a la modificación del entorno natural, dado que el área no ha sido previamente intervenida por actividades antrópicas. En la etapa de construcción, se prevé que la pendiente, el relieve, la curvatura y la orientación sufran modificaciones leves debido a la naturaleza subterránea de la explotación, con un valor estimado de **-14.3**. Durante las fases de operación-mantenimiento y abandono, los valores registrados serán de **-13.2** y **-1**, respectivamente, lo que indica un impacto mínimo y controlable, siempre que se apliquen adecuadamente las medidas de mitigación previstas, contribuyendo a preservar la estabilidad del terreno y minimizar riesgos asociados a su integridad.

Otro componente que presentará alteraciones sin comprometer su estabilidad es el **paisaje**. Desde el inicio de las actividades, la remoción de la vegetación modificará el entorno natural, ya que actualmente la zona del proyecto alberga vegetación endémica, incluyendo algunas especies enlistadas en la [NOM-059](#) bajo alguna categoría de protección. Además, el paisaje cuenta con una diversidad de elementos naturales y fauna, lo que le otorga una alta calidad visual y naturalidad. Durante la fase de preparación del sitio, este componente registró un impacto de **-8.2**, ya que la transformación será visible por la pérdida de vegetación. Mientras que, en la etapa de construcción su valor será de **-5.8**. En la etapa de operación y mantenimiento, el valor de impacto disminuye a **-5.2**, reflejando que, aunque las actividades continuarán, el cambio visual será moderado. Finalmente, durante la fase de abandono del sitio, el impacto en el paisaje se reduce aún más a **-3.0**, dado que las obras de restauración y mitigación previstas favorecerán una recuperación gradual de la naturalidad del área, minimizando las alteraciones visuales a largo plazo.

Los elementos con los valores positivos más bajos corresponden al valor **histórico** y la **cultura**. El análisis socioeconómico, basado en visitas e inspecciones al sitio, confirmó que ni en el área del proyecto ni en su área de

influencia existen elementos arqueológicos o zonas indígenas susceptibles a alteraciones. Esto se debe a que la ubicación del proyecto carece de elementos raros o de valor histórico. Durante la fase de preparación del sitio, ambos componentes registraron un valor de **0.0**, lo que confirma la ausencia de impacto. En la etapa de construcción, estos valores se mantuvieron en **0.0**, al igual que en la fase de operación y mantenimiento. Sin embargo, en esta última etapa, se observaron ligeros incrementos a **0.1** para los elementos históricos y **0.3** para la cultura, indicando un impacto insignificante. Finalmente, en la fase de abandono, los valores aumentaron ligeramente a **1.3** y **1.6**, respectivamente, lo que sugiere que cualquier efecto en estas categorías será mínimo y probablemente asociado a la implementación de medidas de mitigación y restauración.

La infraestructura es otro componente que presenta valores positivos, derivados de la necesidad de edificar instalaciones para llevar a cabo la explotación de minerales en la zona, lo que, a su vez, generará impactos negativos en el ambiente. Esto implica la construcción de obras civiles temporales y permanentes, lo que incrementará la alteración del entorno natural. No obstante, los valores se mantienen positivos, ya que la zona carece de edificaciones para brindar servicios esenciales como hospedaje, almacenamiento, mantenimiento de vehículos (en casos fortuitos), entre otros. Los resultados del análisis reflejan esta dinámica, con un impacto positivo de **1.6** durante la fase de preparación del sitio y un aumento a **6.0** en las etapas posteriores, debido a la mejora en la infraestructura existente y la optimización de la logística de transporte. Este desarrollo no solo facilita las actividades operativas, sino que también contribuye a mejorar las condiciones de acceso y a optimizar el uso de los recursos disponibles, manteniendo un equilibrio entre el aprovechamiento del sitio y la minimización de impactos adversos.

El elemento denominado **centros de población** se refiere a las mejoras en la calidad de vida de los núcleos de población dentro del área de influencia (AI), dado que una de las principales ventajas de las actividades de explotación es el incremento en los ingresos de las familias locales, lo que genera una derrama económica significativa en la zona. Esto se traduce en una mejora de las condiciones de vida tanto para los trabajadores como para sus familias. Aunque se prevé un impacto positivo en la economía local, el valor estimado durante la fase de preparación del sitio es de **14.8**, ya que desde el inicio de las actividades será notable el impacto en el AI, debido a la alta demanda de mano de obra para las tareas de preparación, como la remoción de vegetación. En la fase de construcción el valor se mantendrá similar, con **12.6**, ya que parte de la mano de obra será por parte de personas que radican en las comunidades dentro del área de influencia. Durante la operación y mantenimiento, el impacto se mantendrá en un valor igual, con **12.6**, ya que las actividades se centrarán en la extracción y transporte de minerales, lo que continuará generando empleos. Finalmente, en la fase de abandono del sitio, el valor desciende a **7.0**, ya que la demanda de mano de obra disminuirá, centrándose en las labores de restitución y mitigación del terreno, lo que implica una menor actividad económica, aunque aún con beneficios para la comunidad local.

Por último, el elemento denominado **estilo de vida** presentó los valores positivos más elevados, lo que indica que será el componente que mantendrá los mayores beneficios entre todos los analizados. Esto se debe principalmente al impacto positivo en el desarrollo social y la calidad de vida de los habitantes del área de influencia. Los principales beneficios incluyen la creación de empleos bien remunerados, el acceso a seguro médico para los trabajadores y sus familias, y la generación de nuevos empleos como resultado de la derrama económica en los centros de población. Durante la fase de preparación del sitio, el valor registrado es de **24.0**, debido a la alta demanda de mano de obra y los beneficios económicos inmediatos. En la etapa de construcción se presentará un ligero aumento con un valor de **22.5**, debido a la demanda de personal para laborar en la explotación. En la etapa de operación y mantenimiento, el valor se mantiene elevado, con **22.5**, ya que, aunque disminuye ligeramente la creación de nuevos empleos, el desarrollo económico sigue siendo significativo gracias a la estabilidad laboral y el impulso económico en la región. Finalmente, en la fase de abandono, el valor sigue siendo positivo, pero se reduce a **19.5**, ya que la demanda de empleo disminuye, aunque se prevé que los efectos positivos en la comunidad se mantengan a largo plazo gracias a la infraestructura y el desarrollo social generados durante el proyecto.

#### V.1.5.2 Identificación y globalización de los impactos adversos

En la identificación y globalización de los impactos relevantes adversos se consideró el proceso analítico siguiente.

- i. Se identificó el grado de alerta del impacto por etapa (colores amarillo, naranja y rojo), así como su ocurrencia.
- ii. Se filtraron los parámetros por componente ambiental que tienen los valores más bajos (negativos).
- iii. Se definieron los impactos negativos y su ocurrencia en las etapas.

El resultado del escrutinio de los impactos adversos relevantes se presenta en el cuadro siguiente.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARÁMETROS	IMPACTOS NEGATIVOS DETECTADOS	ETAPA DEL IMPACTO
Biótico	Flora	Desmonte	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	Preparación del sitio
Biótico	Flora	Fragmentación	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	Preparación del sitio
Biótico	Flora	Estructura y composición	Alteración en la regeneración natural y en los ciclos fenológicos de las especies vegetales.	Preparación del sitio y construcción
Biótico	Flora	Biodiversidad	Alteración en la regeneración natural y en los ciclos fenológicos de las especies vegetales.	Preparación del sitio y construcción
Biótico	Fauna	Desplazamiento	Aumento en la vulnerabilidad de las especies debido a la reducción de refugios y fuentes de alimento	Preparación del sitio
Biótico	Fauna	Mortandad	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento
Biótico	Fauna	Especies de interés	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Preparación de sitio, construcción y operación - mantenimiento
Físico	Topografía	Pendiente	Modificación de los patrones de escurrimiento superficial, lo que puede generar erosión acelerada.	Preparación del sitio y construcción
Físico	Topografía	Relieve	Movimiento de material geológico subterráneo	Operación y mantenimiento
Físico	Suelo	Contaminación	Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	Todas
Físico	Suelo	Compactación	Reducción de la permeabilidad y capacidad de infiltración debido la compactación del suelo por el tránsito de vehículos	Preparación de sitio y construcción
Físico	Suelo	Temperatura	Erosión de sedimentos y pérdida de fertilidad	Construcción, operación y mantenimiento
Físico	Suelo	Erosión eólica	Dispersión de partículas contaminantes que pueden afectar la salud del personal	Todas
Físico	Agua	Materia orgánica	Contaminación de agua por sedimentos	Construcción
Físico	Agua	Erosión hídrica	Contaminación de agua por sedimentos	Construcción
Físico	Agua	Contaminación	Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	Todas
Físico	Aire	Visibilidad	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	Todas
Físico	Paisaje	Calidad	Pérdida de armonía visual	Construcción abandono del sitio

Finalmente, la globalización de los impactos adversos se resume de la manera siguiente.

ID	CATEGORÍA	COMPONENTE	IMPACTOS ADVERSOS
1	Biótico	Flora	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora
2	Biótico	Flora	Alteración en la regeneración natural y en los ciclos fenológicos de las especies vegetales.
3	Biótico	Fauna	Aumento en la vulnerabilidad de las especies debido a la reducción de refugios y fuentes de alimento
4	Biótico	Fauna	Desplazamiento de especies de fauna silvestre
5	Físico	Topografía	Modificación de los patrones de escurrimiento superficial, lo que puede generar erosión acelerada.
6	Físico	Suelo	Movimiento de material geológico subterráneo
7	Físico	Suelo	Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos
8	Físico	Suelo	Reducción de la permeabilidad y capacidad de infiltración debido la compactación del suelo por el tránsito de vehículos
9	Físico	Suelo	Erosión de sedimentos y pérdida de fertilidad
10	Físico	Suelo	Dispersión de partículas contaminantes que pueden afectar la salud del personal
11	Físico	Agua	Contaminación de agua por sedimentos
12	Físico	Aire	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero
13	Físico	Paisaje	Pérdida de armonía visual

### V.1.6. Valoración y caracterización de los impactos

La valoración sirve para medir la trascendencia de la acción sobre el factor alterado y para el proceso de cribado de impactos, se realiza de forma subjetiva, aunque los resultados obtenidos sean numéricos, mediante la evaluación de una serie de atributos que permiten calcular la importancia del impacto y asignarle un juicio, esta metodología corresponde a Coneza (2009), se eligió este método por ser bastante completo y muy utilizado en obras y actividades que requieren cambio de uso de suelo. La metodología considera las características siguientes.

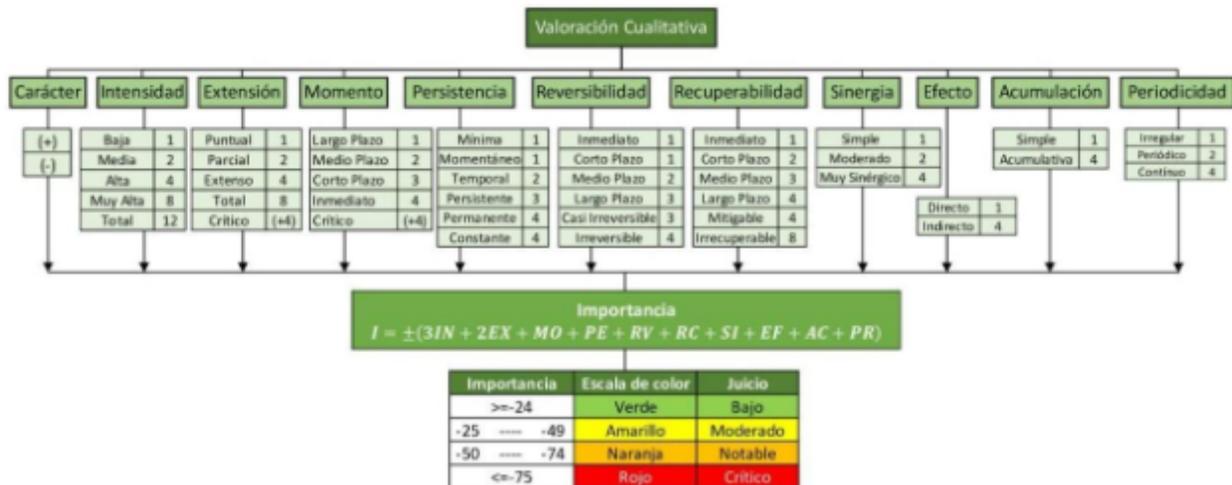


Figura V-4. Valoración cuantitativa de impactos (Coneza, 2009)

El resultado de la valoración e importancia de los impactos adversos significativos se presenta en el cuadro siguiente.

**Cuadro V-13. Importancia de los impactos ambientales adversos.**

ID	Categoría	Componente	Impacto global	C	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	EF	AC	PR	Valoración	Importancia
1	BIÓTICO	Flora	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	-	12	1	4	2	3	4	2	4	4	4	-65	Notable
2	BIÓTICO	Flora	Alteración en la regeneración natural y en los ciclos fenológicos de las especies vegetales.	-	12	1	4	4	3	4	2	4	4	4	-67	Notable
3	BIÓTICO	Fauna	Aumento en la vulnerabilidad de las especies debido a la reducción de refugios y fuentes de alimento	-	2	2	4	2	3	4	2	1	1	4	-31	Moderado
4	BIÓTICO	Fauna	Modificación de los patrones de escurrimiento superficial, lo que puede generar erosión acelerada.	-	1	1	4	2	3	8	2	1	1	1	-27	Moderado
5	FÍSICO	Topografía	Movimiento de material geológico subterráneo	-	12	8	1	4	4	8	1	1	4	4	-79	Crítico
6	FÍSICO	Suelo	Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	-	2	1	2	2	3	2	1	1	1	1	-21	Bajo
7	FÍSICO	Suelo	Reducción de la permeabilidad y capacidad de infiltración debido la compactación del suelo por el tránsito de vehículos	-	2	2	4	2	3	4	1	1	1	2	-28	Moderado
8	FÍSICO	Suelo	Erosión de sedimentos y pérdida de fertilidad	-	1	2	3	2	1	2	1	4	1	2	-23	Bajo
9	FÍSICO	Suelo	Dispersión de partículas contaminantes que pueden afectar la salud del personal	-	2	2	4	2	2	2	1	1	1	1	-24	Bajo
10	FÍSICO	Suelo	Contaminación de agua por sedimentos	-	1	1	2	1	2	3	1	1	1	2	-18	Bajo
11	FÍSICO	Agua	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	-	1	1	1	4	3	1	1	1	1	2	-19	Bajo
12	FÍSICO	Aire	Pérdida de armonía visual	-	1	1	3	2	3	4	1	1	1	2	-22	Bajo

Para todas las etapas se identificaron **9** impactos ambientales y su caracterización se puede describir de la manera siguiente.

**1. Modificación de la abundancia y diversidad de la flora.** Es un impacto **Notable** que manifiesta una intensidad total, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **puntual** y de acuerdo al momento de su manifestación será **inmediato**. Este impacto tendrá una persistencia **temporal** en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será **reversible** al largo plazo con una recuperabilidad a **largo plazo**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **moderado** que tendrá un efecto **indirecto** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **acumulativo** en el sistema ambiental y **continuo** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

**2. Alteración en la regeneración natural y en los ciclos fenológicos de las especies vegetales.** Es un impacto **notable** que manifiesta una intensidad total, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **puntual** y de acuerdo al momento de su manifestación será **inmediato**. Este impacto tendrá una persistencia **permanente** en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será **reversible** al largo plazo con una recuperabilidad a **largo plazo**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **moderado** que tendrá un efecto **indirecto** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **acumulativo** en el sistema ambiental y **continuo** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

**3. Aumento en la vulnerabilidad de las especies debido a la reducción de refugios y fuentes de alimento.** Es un impacto **moderado** que manifiesta una intensidad **media**, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **parcial** y de acuerdo al momento de su manifestación será **inmediato**. Este impacto tendrá una persistencia **temporal** en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al **largo plazo** con una recuperabilidad a **largo plazo**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **moderado** que tendrá un efecto **directo** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **simple** en el sistema ambiental y **continuo** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

4. **Modificación de los patrones de escurrimiento superficial, lo que puede generar erosión acelerada.** Es un impacto moderado que manifiesta una intensidad baja, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como puntual y de acuerdo al momento de su manifestación será inmediato. Este impacto tendrá una persistencia temporal en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al largo plazo con una recuperabilidad irreparable, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado moderado que tendrá un efecto directo sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental e irregular de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

5. **Movimiento de material geológico subterráneo.** Es un impacto crítico que manifiesta una intensidad total, de acuerdo con la superficie a ocupar se clasifica como crítico y de acuerdo al momento de su manifestación será a largo plazo. Este impacto tendrá una persistencia permanente en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible e irreparable, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto directo sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado acumulativo en el sistema ambiental y continuo de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

6. **Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos.** Es un impacto bajo que manifiesta una intensidad media, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como puntual y de acuerdo al momento de su manifestación será a mediano plazo. Este impacto tendrá una persistencia temporal en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible y recuperable a corto plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto directo sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental e irregular de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

7. **Reducción de la permeabilidad y capacidad de infiltración debido la compactación del suelo por el tránsito de vehículos.** Es un impacto Moderado que manifiesta una intensidad media, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como parcial y de acuerdo al momento de su manifestación será inmediato. Este impacto tendrá una persistencia temporal en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al largo plazo con una recuperabilidad a largo plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto directo sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental y periódico de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

8. **Erosión de sedimentos y pérdida de fertilidad.** Es un impacto bajo que manifiesta una intensidad baja, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como parcial y de acuerdo al momento de su manifestación será a corto plazo. Este impacto tendrá una persistencia temporal en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al inmediato con una recuperabilidad a corto plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto indirecto sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental y periódico de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

9. **Dispersión de partículas contaminantes que pueden afectar la salud del personal.** Es un impacto bajo que manifiesta una intensidad media, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como parcial y de acuerdo al momento de su manifestación será inmediato. Este impacto tendrá una persistencia temporal en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al mediano plazo con una recuperabilidad a corto plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto directo sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental e irregular de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

10. **Contaminación de agua por sedimentos.** Es un impacto bajo que manifiesta una intensidad baja, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como puntual y de acuerdo al momento de su manifestación será a mediano plazo. Este impacto tendrá una persistencia momentánea en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al mediano plazo con una recuperabilidad a mediano plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto directo sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental y periódico de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

11. **Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero.** Es un impacto bajo que manifiesta una intensidad baja, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como puntual y de acuerdo al momento de su manifestación será a largo plazo. Este impacto tendrá una persistencia permanente en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al largo plazo con una recuperabilidad inmediato, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto directo sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental y periódico de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

12. **Pérdida de armonía visual.** Es un impacto bajo que manifiesta una intensidad baja, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como puntual y de acuerdo al momento de su manifestación será a corto plazo. Este impacto tendrá una persistencia temporal en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al largo plazo con una recuperabilidad a largo plazo, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado simple que tendrá un efecto directo sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado simple en el sistema ambiental y periódico de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

## V.2. Justificación de la mitología utilizada en la evaluación de los impactos ambientales

La guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental para obras y actividades que requieren cambio de uso de suelo publicada por la SEMARNAT, recomienda el uso de la matriz de Batelle – Columbus (1972) como un método cuantitativo (algunos autores lo definen como semicuantitativo) que considera todos los factores ambientales posibles a ser modificados o alterados por una acción. La matriz de Batelle - Columbus está formada por una lista de verificación con escala de ponderación de los diferentes factores ambientales, el método comprende una evaluación sistemática de impactos ambientales mediante el uso de indicadores homogéneos, los indicadores de impacto se evalúan con 78 parámetros ambientales agrupados en 4 categorías. Las principales ventajas que presenta esta matriz son las siguientes.

- Permite la evaluación sistemática de los impactos ambientales, mediante la utilización de indicadores homogéneos.
- Se pueden obtener evaluaciones globales cuantificables.
- Se pueden comparar alternativas.
- Es un método de poca subjetividad.

La justificación de la metodología de evaluación de los impactos ambientales radica en que para obras que requieren alterar el medio natural lo más conveniente es realizar una combinación de metodologías cualitativas y cuantitativas que compare dos escenarios del medio ambiente (estado actual y con la obra en operación). Entonces la metodología usada comprende las siguientes herramientas.

**1. Lista de verificación.** Su principal utilidad es identificar todas las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la evaluación de impacto ambiental que ninguna variable del medio ambiente relevante sea omitida. En este caso se usó las variables propuestas en la matriz de Batelle – Columbus.

**2. Sobreposición de mapas.** Los mapas pueden identificar, predecir y asignar un valor relativo a cada impacto. La sobreposición de mapas permite una comprensión global de impactos establecidos en forma independiente, relacionarlos con diversas características (como aspectos físico-territoriales y socioeconómicos de la población radicada en la zona) y establecer de esta forma un impacto global. El procedimiento que se utilizó fue a través de un SIG diseñado para el área de influencia donde se generaron 12 indicadores ambientales para dar una calificación objetiva a la calidad ambiental en su estado cero (actual). Además, para predecir el cambio en los indicadores ambientales se utilizó el algoritmo Random Forest, que permite estimar el cambio en la calidad ambiental al cambiar cualquier valor del píxel de los indicadores ambientales, repercutiendo en la calidad ambiental después de realizar cualquier obra o actividad (simulaciones).

**3. Cuadro de contingencia (matriz causa - efecto).** Las matrices de causa-efecto consisten en un listado de acciones humanas y otro de indicadores de impacto ambiental, que se relacionan en un diagrama matricial. Son muy útiles cuando se trata de identificar el origen de ciertos impactos. Para este caso se usó la metodología de matriz de Batelle – Columbus modificada para estimar un impacto neto sobre los componentes ambientales en cada etapa. Con esta valoración se puede tener un mejor conocimiento y probabilidad del impacto esperado sobre el componente ambiental, de tal manera que se podrá anticipar en proponer las mejores estrategias y medidas de prevención y mitigación.

**4. Descripción del impacto ambiental (matriz de importancia).** Una vez definido el impacto ambiental es necesario su clasificación sobre el medio ambiente. Se hace notar que la clasificación ni es exhaustiva, ni excluyente, esto es, pueden existir impactos no descritos, y un impacto concreto puede pertenecer a la vez a dos o más grupos tipológico. Para esta tarea se usó la metodología de Coneza (2009), por ser bastante completa y muy utilizada en la descripción de impactos ambientales relacionados con la explotación de recursos naturales renovables y no renovables. Las ventajas que ofrece esta matriz son las siguientes.

- Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por las acciones, la matriz de importancia nos permitirá obtener una valoración cualitativa al nivel requerido por una EIA simplificada.
- La valoración cualitativa se efectuará a partir de la matriz de importancia. Cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.
- En esta matriz se puede definir los alcances o magnitud del impacto, y de esta manera proponer una medida correctiva o compensatoria adecuada para cada acción, lo cual hace posible su predicción cuantitativamente de la causa – efecto para la toma de decisiones futuras en tiempo y espacio del elemento afectado.
- En cuanto a la sobreposición de mapas utilizando la información contenida en el SIG, nos describe con precisión el ambiente afectado, su localización, magnitud y alcance. Los resultados son cuantitativos y pueden ser comparados indistintamente en diferentes escalas temporales y espaciales usando diferentes indicadores ambientales.

En general la técnica utilizada es un método sistematizado para la comparación de diferentes alternativas de acciones sobre los componentes ambientales y alguna manera induce a la toma de decisiones, dado que se obtiene una cifra de alteración de la calidad ambiental para cada alternativa propuesta.

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas

Las medidas que se establecen están basadas en los resultados de la caracterización de las actividades y el medio ambiente y en la normatividad ambiental aplicable. De esta forma, cada medida descrita en este apartado tiene como fin prevenir, restaurar, mitigar y/o compensar las alteraciones ambientales significativas a cada componente del medio ambiente. Estas medidas consisten en disposiciones y recomendaciones técnico-ambientales y normativas que tendrán que llevarse a cabo cuando sea necesario con la finalidad de evitar al máximo la perturbación de los recursos naturales y disminuir el riesgo de incidentes o accidentes que causen su degradación.

#### VI.1.1. Clasificación de las medidas

La agrupación de las medidas propuestas obedece a factores ambientales, propósito de la medida y desarrollo cronológico de cada una de ellas con relación a su etapa de aplicación. Las categorías de las medidas establecidas en el plan de manejo ambiental se agrupan de la manera siguiente:

##### A) Medidas preventivas

Estas tienen como finalidad anticiparse a los posibles impactos ambientales que pudieran registrarse por la ejecución o como resultado de las actividades programadas en cualquiera de las etapas establecidas. En estas se plasman las consideraciones ambientales desde el diseño y su forma de ejecución a fin de evitar o en el caso extremo disminuir los impactos ambientales provocados. Todo esto bajo la premisa de que siempre es mejor no producir impactos que corregirlos cuando llegue a suponerse una corrección total, por lo cual se considera este subgrupo como el más importante por la trascendencia de la prevención.

##### B) Medidas de mitigación

La mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos negativos que las acciones pueda generar sobre el entorno humano y natural. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser ello posible, se restablecen al menos las propiedades básicas iniciales.

##### C) Medidas de restauración

También denominadas como de **corrección o de rehabilitación**. Este tipo de medidas tiene como propósito recuperar, rescatar o reconstruir aquel componente ambiental, que no pudo ser evitado desde el diseño de las acciones y obras, y por tanto será modificado o alterado de sus condiciones actuales. El momento indicado para la aplicación de las medidas de restauración es inmediatamente después de terminadas las actividades que propiciaron la modificación o alteración de los factores del medio ambiente, previamente evaluadas las condiciones antes y después de que ocurra el impacto.

##### D) Medidas de compensación

Las medidas de compensación buscan producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a uno de carácter adverso. Solo se lleva a cabo en las áreas en que los impactos negativos significativos no pueden mitigarse. La compensación se utiliza cuando no es posible mitigar los impactos. Las medidas de compensación pretenden equilibrar el daño provocado irremediablemente a través de obras, acciones o remuneraciones al ambiente.

### VI.1.2. Medidas propuestas por cada elemento ambiental

#### VI.1.2.1. Aire

1. Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.
2. Se prohíbe el uso de fuego en cualquiera de las actividades.

3. Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr dentro del sitio.
4. Mantenimiento preventivo y correctivo a los caminos de acceso.
5. Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.
6. El material que durante su transporte pudiera emitir partículas a la atmósfera, deberá ser cubierto con lonas u humedecido para evitar la dispersión de partículas.
7. Establecer un programa de riego periódico en zonas con tránsito frecuente de vehículos y maquinaria para minimizar la emisión de partículas suspendidas.
8. Implementar un monitoreo de calidad de aire en la zona para evaluar el impacto negativo en caso de producirse.

#### **VI.1.2.2. Agua**

9. Instalar sanitario portátil en el frente de obra.
10. Realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvias.
11. Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos.
12. Restringir el movimiento de vehículos fuera de las áreas autorizadas.
13. Que la explotación de los yacimientos se lleve a cabo conforme el programa de trabajo.
14. El camino por rehabilitar deberá contar con cunetas para el desvío del agua para evitar la destrucción de este.
15. Se hará un muestreo semestral de las corrientes de agua para comprobar su calidad.
16. Implementar un sistema de drenaje adecuado en el sitio de explotación para evitar encharcamientos y erosión.
17. Promover el uso eficiente del agua en las comunidades cercanas, a través de campañas de concienciación y apoyo en la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia.

#### **VI.1.2.3. Topografía**

18. Que la explotación de los recursos solo sea en las zonas establecidas.
19. No realizar perforaciones a profundidad.
20. Evitar la acumulación de material estéril en pendientes pronunciadas para prevenir deslizamientos y erosión.
21. Monitorear de manera periódica los cambios en la topografía para ajustar las estrategias de explotación y evitar afectaciones mayores.
22. Delimitar claramente las áreas de extracción y restringir el tránsito de maquinaria fuera de estas zonas.
23. Reconfigurar el relieve de las zonas explotadas para integrar la morfología del terreno con el paisaje circundante.

#### **VI.1.2.4. Suelo**

24. Se respetarán las áreas delimitadas para las obras.
25. Manejo adecuado de los residuos sólidos.
26. Se prohíbe realizar mantenimiento a vehículos y maquinaria en el sitio.

27. Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.
28. Implementar mecanismo de recolección de grasas y aceite (casos fortuitos).
29. Implementar un programa de restauración en el abandono del sitio.
30. Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento del camino a rehabilitar, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos.
31. Se deberán suavizar los taludes durante la etapa de abandono del sitio.
32. Queda estrictamente prohibido desarrollar caminos alternos que no se contemplen en el programa de trabajo.
33. Se acomodará y picará los productos forestales maderables resultado de la remoción de la vegetación en áreas aledañas a la zona de acceso en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación y disminuir la erosión hídrica.
34. En las áreas forestales con pendientes mayores a los 15 grados y en aquellas que presenten problemas de erosión o un aumento del grado de erosión ocasionado, aplicar un programa de conservación de suelos.
35. Picar y esparcir los residuos vegetales producto del desmonte en los suelos desnudos, con el fin de facilitar la incorporación de los elementos bioquímicos al suelo a través de su proceso natural de biodegradación sin interferir con la germinación de las semillas.

#### **VI.1.2.5. Paisaje**

36. Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina.
37. Manejo adecuado de los residuos.
38. Diseñar la disposición de residuos y escombros en zonas de baja visibilidad o integrarlas con el relieve existente.
39. Rehabilitar las áreas intervenidas con cobertura vegetal nativa para integrar visualmente el sitio al entorno.

#### **VI.1.2.6. Fauna**

40. Ahuyentar de manera temporal la fauna silvestre antes de iniciar cualquier actividad.
41. Prohibición de caza de fauna silvestre.
42. Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.
43. Queda prohibida la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas.
44. Realizar capacitaciones periódicas al personal sobre la importancia de la fauna local y las acciones para su protección.
45. Mantener cerrados y protegidos los contenedores de residuos para evitar que la fauna silvestre los utilice como fuente de alimento.
46. Implementar horarios específicos de trabajo para reducir el impacto acústico en los momentos de mayor actividad de la fauna.

#### **VI.1.2.7. Flora**

47. Prohibir la remoción de la vegetación (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados).
48. Prohibir el uso del fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales.

49. Aplicar un programa de abandono del sitio, que implique la reforestación del sitio.
50. Implementar un programa de rescate y reubicación de flora y fauna.
51. Minimizar el uso de maquinaria pesada en zonas con cobertura vegetal para reducir la compactación del suelo y el daño a raíces.
52. Promover la regeneración natural en zonas menos impactadas mediante la protección de brotes y plántulas.
53. Implementar técnicas de siembra directa y dispersión de semillas en áreas degradadas.

#### **VI.1.2.8. Sociedad**

54. Contratación de habitantes que radiquen en las poblaciones del AI.
55. Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.
56. Mantenimiento de caminos.
57. Acceso a servicios médicos (solo para los obreros).
58. Implementar un programa de sensibilización sobre seguridad laboral dirigido a los trabajadores, promoviendo la cultura de prevención de accidentes.
59. Garantizar condiciones laborales dignas, con horarios de trabajo adecuados y el respeto a los derechos laborales, para evitar el agotamiento o accidentes laborales.
60. Establecer brigadas de primeros auxilios dentro de las instalaciones del proyecto y proporcionar acceso a equipos médicos básicos en el sitio de trabajo.
61. Desarrollar proyectos de infraestructura social en colaboración con la comunidad local, como la mejora de las instalaciones educativas o el acceso a servicios básicos.
62. Promover programas de salud comunitaria que beneficien a la población local, mediante la mejora de servicios médicos, campañas de vacunación y chequeos de salud periódicos.
63. Establecer un programa de apoyo a la educación y formación profesional para los habitantes de las poblaciones cercanas al área de influencia (AI).
64. Crear un fondo de desarrollo comunitario para financiar proyectos sociales como reparaciones menores a viviendas, actividades recreativas o programas culturales que beneficien a la población local.

#### **VI.1.3. Programa de atención prioritaria**

Con base en la evaluación ambiental los impactos ambientales son **COMPATIBLES** (la recuperación es inmediata tras el cese de la actividad). En los casos de las actividades de bajo impacto, esencialmente se realizarán medidas del tipo preventivas y de mitigación, sin embargo, para aquellas actividades que generan impactos **CRÍTICOS**, se tienen considerados los programas siguientes.

- Programa de rescate y reubicación de especies de fauna
- Programa de conservación de suelos
- Programa de reforestación

#### **VI.1.4. Programa de rescate y reubicación de fauna**

En el SA se presenta una gran variedad fauna silvestre la cual no se verá afectada directamente por las obras y actividades, sin embargo, se deberá tener cuidado por la incidencia durante las etapas de construcción y operación, con énfasis en la etapa de preparación del sitio; por lo que es necesario elaborar e instrumentar un **programa de**

**rescate, protección y conservación de fauna silvestre**, debe mencionarse que el objeto de dicho programa es la protección a la fauna silvestre de lento desplazamiento, sin embargo, se tendrá especial cuidado en aquellas especies que se encuentren en el listado de la [NOM – 059-SEMARNAT-2010](#).

#### VI.1.4.1. Objetivos

##### General

Conservar la biodiversidad de la fauna silvestre protegiendo aquellas especies de alto valor de importancia ecológica a nivel regional.

##### Específicos

- Rescate y reubicación de las especies de la fauna silvestre que se encuentran listadas en la [NOM-059-SEMARNAT-2010](#) dentro del sitio.
- Determinar el método más adecuado para identificar, rescatar y asegurar la sobrevivencia de las especies reubicadas.
- Capacitación del personal que estará involucrado en las diferentes actividades.
- Realizar el rescate y conservación de especies de fauna con valor de importancia ecológica.

#### VI.1.4.2. Metas

- Ahuyentar la totalidad de la fauna en el sitio para asegurar su supervivencia.
- Tener un registro de rescate y evidencia fotográfica de la fauna registrada.

#### VI.1.4.3. Descripción de las especies de fauna

Cómo se indicó en el apartado IV.2.2.4, para identificar la fauna en primera instancia se revisaron registros de la fauna a nivel SA; con lo que se pudo identificar 71 especies de la fauna, de las cuales solo 11 tienen alguna categoría de riesgo. Debe tenerse en cuenta que **a nivel local NO se registraron especies con alguna categoría de en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

**Cuadro VI-1. Descripción general de las especies incluidas en la NOM – 059.**

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DESCRIPCIÓN
AVES	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguilla cola roja	Es una rapaz de tamaño mediano a grande, con una longitud de 45 a 65 cm y una envergadura de 110 a 141 cm. Su peso varía entre 690 y 1,600 g, con las hembras generalmente más grandes que los machos. Su plumaje es variable, pero los adultos presentan una característica cola roja. Se distribuye desde América del Norte hasta el norte de Sudamérica, habitando bosques, pastizales y zonas urbanas. Es un depredador oportunista que se alimenta de pequeños mamíferos, aves y reptiles, cazando desde perchas elevadas o en vuelo.
	<i>Turdus migratorius</i>	Miró primavera	Es un ave de tamaño mediano perteneciente a la familia Turdidae. Mide entre 23 y 28 cm de longitud, con una envergadura de 31 a 40 cm y un peso de 77 a 86 g. Presenta un característico pecho anaranjado, dorso gris oscuro y cabeza negra con marcas blancas alrededor de los ojos. Se distribuye ampliamente en América del Norte, migrando hacia el sur en invierno. Habita bosques, parques y jardines, donde se alimenta principalmente de lombrices, insectos y frutas. Es conocido por su canto melodioso y su papel en la dispersión de semillas.
	<i>Myadestes occidentalis</i>	Charín jilguero	Es un ave de la familia Turdidae que habita en bosques montanos desde el occidente de México hasta Centroamérica. Mide aproximadamente 20 a 23 cm de longitud y pesa entre 37 y 47 g. Su plumaje es mayormente gris con tonos más oscuros en las alas y la cola, y presenta un anillo ocular blanco distintivo. Es un ave frugívora e insectívora, con un canto melodioso y variado. Se encuentra en bosques de pino-encino y nublados entre los 1,200 y 3,000 m de altitud.
	<i>Accipiter striatus</i>	Gavián pecho carneá	Es una rapaz pequeña de la familia Accipitridae. Mide entre 24 y 34 cm de longitud, con una envergadura de 52 a 68 cm y un peso de 87 a 218 g, siendo las hembras más grandes que los machos. Presenta un dorso gris azulado, un pecho con franjas anaranjadas y una cola larga con bandas oscuras. Se distribuye desde Canadá hasta Sudamérica, habitando bosques, bordes de vegetación y zonas urbanas. Es un cazador ágil que se alimenta principalmente de aves pequeñas, a las que persigue con vuelos rápidos y maniobras entre la vegetación.
	<i>Circus mexicanus</i>	Miró acuático	Es un ave pequeña de la familia Ciconiidae adaptada a la vida en ríos y arroyos de corriente rápida. Mide entre 14 y 20 cm de longitud, con una envergadura de 22 a 27 cm y un peso de 40 a 66 g. Su plumaje es uniformemente gris pizarra, con un pico corto y patas robustas. Se distribuye desde Alaska hasta Panamá, prefiriendo hábitats montañosos con agua limpia y bien oxigenada. Es conocido por su capacidad de caminar y nadar bajo el agua en busca de insectos acuáticos y pequeños crustáceos, utilizando sus alas para impulsarse contra la corriente.
MAMÍFEROS	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguilla aura	Conocido como el halcón de cola blanca o aguilla negra, es una rapaz de tamaño mediano de la familia Accipitridae. Mide entre 46 y 58 cm de longitud, con una envergadura de 117 a 137 cm y un peso de 840 a 1,100 g. Presenta un plumaje mayormente negro, con una distintiva banda blanca en la cola y manchas blancas en la parte inferior de las alas. Se distribuye desde el suroeste de Estados Unidos hasta Argentina, habitando zonas áridas, matorrales y bosques abiertos. Se alimenta principalmente de pequeños mamíferos, aves y reptiles, planeando sobre el terreno en busca de presas.
	<i>Sciurus aberti</i>	Ardilla de Albert	Conocido como ardilla de Albert, es un roedor de la familia Sciuridae que habita en bosques de coníferas, especialmente en áreas dominadas por pinos ponderosa. Mide entre 46 y 58 cm de longitud total, incluyendo su cola de 19 a 25 cm, y pesa entre 450 y 900 g. Se distingue por su pelaje gris con tonos rojizos, vientre blanco y orejas con mechones de pelo largos, más prominentes en invierno. Su dieta se basa en semillas, corteza y brotes de pino. Se distribuye en el suroeste de Estados Unidos y el norte de México, donde es una especie clave en la dispersión de semillas y el equilibrio ecológico del bosque.
	<i>Corynorhinus mexicanus</i>	Murciélago orejón mexicano	Conocido como murciélago orejón mexicano, es una especie de la familia Vespertilionidae que habita en zonas montañosas de México y el suroeste de Estados Unidos. Mide entre 9 y 11 cm de longitud, con una envergadura de aproximadamente 30 cm y un peso de 7 a 12 g. Se caracteriza por sus orejas largas y flexibles, que pueden medir hasta 4 cm, y su pelaje suave de color marrón o grisáceo. Es una especie insectívora que caza en vuelo utilizando la ecolocalización. Prefiere refugiarse en cuevas, grietas rocosas y edificaciones abandonadas, siendo clave en el control de poblaciones de insectos.

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepelhuanes, Durango.

CLASE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DESCRIPCIÓN
ANFIBIOS	<i>Ambystoma rosaceum</i>	Ayobte rosado	Es una especie de salamandra endémica de las aguas dulces del Valle de México. Mide entre 1.8 y 30 cm de longitud total, y su coloración varía desde un rosa pálido hasta un tono más brillante debido a la presencia de pigmentos rojos en su piel. Esta especie es conocida por su capacidad para regenerar partes del cuerpo, como las extremidades, la cola y partes del corazón. Habita en lagos y charcos con agua fría, limpia y bien oxigenada. El <i>Ambystoma rosaceum</i> es un animal acuático, y se alimenta principalmente de pequeños invertebrados acuáticos. Se encuentra en peligro de extinción debido a la degradación de su hábitat y la introducción de especies invasoras.

**Cuadro VI-2. Descripción gráfica de las especies incluidas en la NOM - 059.**



*Buteo jamaicensis*



*Turdus migratorius*



*Myadestes occidentalis*



*Accipiter striatus*



*Cinclus mexicanus*



*Choronycteris mexicana*



*Buteo albonotatus*



*Sciurus aberti*



*Corynorhinus mexicanus*



*Ambystoma rosaceum*

#### VI.1.4.4. Actividades

En el programa de rescate y reubicación de fauna incluye diferentes actividades, las cuales pueden desarrollarse de manera secuencial, independiente y/o simultánea, las cuales se describen a continuación.

##### VI.1.4.4.1. Capacitación al personal

La capacitación del personal que laborará en las diferentes etapas de la obra es una actividad indispensable y será de manera obligatoria realizarla antes de cada etapa y/o actividad. Es posible que durante la vida útil de la obra aparezcan individuos de fauna silvestre, a pesar de todos los esfuerzos desarrollados para su rescate, por lo que es de suma importancia mantener los trabajadores capacitados para esta tarea.

La capacitación se centrará en un taller de educación ambiental en dónde se abordarán los siguientes temas.

- Estado de conservación de los animales silvestres
- Listado de fauna con posibilidad a encontrarse en el sitio y su estatus en la [NOM – 059-SEMARAT-2010](#).
- Actividades para ahuyentar la fauna silvestre
- Importancia de las labores de rescate
- Niveles de peligrosidad de las especies y su tipo de manejo
- Legislación ambiental sobre vida silvestre, los cuidados necesarios y situaciones de emergencias

Cabe señalar que queda estrictamente prohibido al personal involucrado en el trabajo de campo realizar colecta, cacería, comercialización u otra actividad que afecte la fauna silvestre regional.

##### VI.1.4.4.2. Ahuyentamiento de fauna

Al inicio de la etapa de preparación del sitio se realizarán recorridos por el sitio, haciendo el mayor ruido posible para permitir el desplazamiento de la fauna y sólo en caso de existir fauna de lento desplazamiento, se deberá realizar el rescate de la especie y ubicarla en un lugar seguro similar a su hábitat.

Aunque existen diferentes técnicas para ahuyentar la fauna, como la utilización de siluetas, reflectores, cintas de colores, e incluso el uso de humo y uso de feromonas, se ha **elegido el uso de reproducción de sonidos (ruido)** como el método que menor impacto generará y el más eficiente por la naturaleza de la obra.

##### Reproducción de sonidos (*estimulo auditivo o ruido*)

Uno de los métodos más empleados, es la reproducción de diferentes tipos de sonidos que generen estímulos auditivos. La reproducción de éstos busca simular la presencia de: personas, maquinaria operando, animales depredadores, entre otros; con lo cual se genere estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento.

Puede ser utilizado un **bafle o parlante amplificador** de sonido, o generar el ruido con instrumentos musicales como panderetas, silbatos, trompetas o cualquier otro medio que cause sonidos diferentes a los del ambiente natural. Los sonidos deben generarse en lugares en los que se logre abarcar en la totalidad el área que se quiere ahuyentar. Es recomendable reproducir los sonidos en tiempos y momentos diferentes. Esta técnica ha mostrado una respuesta positiva principalmente en aves y mamíferos, se puede utilizar en cualquier horario.

##### VI.1.4.4.3. Identificación

Una vez que se haya efectuado el ahuyentamiento será necesario conocer si existen individuos a rescatar, por lo que se realizara un recorrido por el sitio, poniendo en práctica la **observación directa e indirecta**.

###### ➤ Observación directa

Consiste en realizar un reconocimiento en el sitio para identificar los individuos a rescatar de manera visual (especies de flora y fauna).

###### ➤ Identificación indirecta

La detección de las especies de manera indirecta consiste en localizar rastro de individuos a través de nidos, excretas, sonidos, etc., que nos permitan conocer su localización exacta.

Con lo anterior, podrá ubicarse si existen individuos, nidos, o madrigueras a rescatarse, y deberá ponerse en práctica la mejor técnica para su manejo.

#### **VI.1.4.4. Método para el manejo de las especies**

En caso de identificarse algún individuo, deberá aplicarse el mejor método de rescate.

##### **VI.1.4.4.1. Anfibios**

Aunque no se identificaron anfibios a nivel SA, es importante establecer un programa de manejo en caso de llegarse a presentar algún individuo no identificado dentro de los trabajos aplicándose las actividades siguientes:

- Podrán ser atrapadas manualmente, la captura de las especies más difíciles de recolectar se hace generalmente con palo que tenga un lazo y en la punta un recipiente plástico.
- La captura se realiza acercando lentamente la vara, paralela al cuerpo del individuo.
- Se colocarán en bolsas de plástico tipo ziploc (con pequeños orificios) con un poco de sustrato húmedo para evitar su desecación, ya que estos individuos dependen de condiciones de elevada humedad para su sobrevivencia.
- Este grupo es relativamente sencillo de manipular y de liberar, son especies cuyos hábitos son diurnos, por lo que deberán ser liberadas durante el día, pero no a plena luz. Colocarlo al nivel del suelo y abrir la bolsa y moverlo para que el animal salga solo.

##### **VI.1.4.4.2. Aves**

Las aves son muy sensibles a los sonidos, por lo que se puede esperar que el ahuyentamiento a través de la generación del ruido sea exitoso; sin embargo, los casos en los que las aves no responderán a este estímulo se centra en nidos y polluelos, por lo que en su caso deberá aplicarse las actividades siguientes:

#### **Para la captura:**

- Si es grande y se defiende con sus garras o pico (caso de las rapaces y otras especies) tirarle una manta o trapo grande por encima y fijarle las patas juntas con cinta engomada o aisladora. Si es posible hacer lo mismo en el pico.
- Si es pequeño e inofensivo, simplemente tomarlo con las manos suavemente y transportarlo. Los cuidados deben enfocarse a no apretarlo para que respire libremente.

#### **Para transportarlo:**

- Lo mejor es llevarlo en una caja de cartón que sea adecuada al tamaño del ave, que no sobre mucho espacio ni que esté muy apretada, pueden ser usadas las jaulas.
- Debe permanecer a oscuras. Si se transporta en una jaula debe estar envuelta en una tela oscura.
- Tiene que disponer de buena ventilación (agujeros en las paredes de la caja o tela de la jaula).
- Al transportar evitar movimientos bruscos, sacudones, golpes y vuelcos de la caja o jaula.
- No golpear las paredes o mover la caja o jaula para saber si el ave aún está viva (se debe observar por los orificios de esta).
- Evitar que otros animales husmeen, ladren, arañen o ataquen la caja o jaula.
- No alimentarlo ni darle agua (siempre que se llegue al lugar de rescate en menos de dos horas).
- Evitar toda causa de estrés.

#### **¿Qué hacer si el ave no se presenta sana?**

- Se debe tratar de identificar qué problema tiene:

**Fractura.** Las alas y patas son las extremidades de fractura más frecuentes. Es relativamente fácil diagnosticarlo ya que el miembro tiene forma y/o movimientos que no son los naturales (es posible comparar las formas y movimientos del par de miembros homólogos para ver posibles diferencias entre ellos). Se pueden presentar dos posibilidades ante una fractura.

**Abierta,** junto a un hueso quebrado hay una herida. En caso de fractura abierta debe iniciarse por desinfectar la herida (eidóforo), tres veces por día, durante dos días. Se debe tratar de mantener el miembro más o menos inmovilizado para que no se agrave ni duela. Se debe administrar un antibiótico, durante 7 días. Luego de los dos primeros días de desinfección, si la herida aparenta estar bien se debe inmovilizar el miembro durante 20 días.

**Cerrada,** únicamente hay fractura y no hay heridas. Si es un ala debe plegarse en su lugar, contra el cuerpo, y con una cinta aisladora rodear el cuerpo apretando el ala contra el mismo en posición normal. La otra ala debe quedar libre. En caso de que el ave despida olor o se encuentre decaída sacar la cinta y revisar la herida. Si es una pata debe plegarse en su lugar, contra el cuerpo, y con una cinta aisladora rodear el cuerpo apretando la pata contra el mismo en posición normal. La otra pata debe quedar libre. En caso de que el ave despida olor o se encuentre decaída sacar la cinta y revisar la herida.

Este tratamiento puede tener éxito o no. Por esa razón siempre lo más conveniente es consultar un veterinario dedicado a aves y/o mascotas.

**Heridas.** En general las heridas en las aves tienen poco sangrado. Si existiera debe comprimirse la zona sangrante hasta que se detenga la hemorragia. Tanto las heridas grandes como pequeñas terminan cicatrizando. Lo importante es evitar o cortar la infección. Con curas de eidóforo tres veces por día y algún antibiótico es suficiente. Seguir con este tratamiento hasta que la herida cierre.

**Otros estados patológicos.** Muchas veces no hay signos claros de una enfermedad para que una persona sin conocimientos pueda hacer un diagnóstico como en los casos anteriores. Se puede apreciar al ave que no come y/o está decaída y/o tiene diarrea y/o estornuda o tose. En estos casos se debe administrar un antibiótico. Es importante que lo vea un veterinario dedicado a las aves o mascotas.

## Alimentación y nido

**Alimentación.** Para saber que alimento suministrar al pichón se debe saber si es una rapaz o no, ya que las demás especies pueden ser alimentadas, en principio con la misma comida.

Como saber si es una rapaz. Dos datos son fundamentales para saberlo: i) Pico relativamente voluminoso y grueso, ganchudo y ii) Patas fuertes y con uñas en forma de garra.

**Alimentando una rapaz.** Administrar carne picada colocándola dentro del pico de la rapaz. Con el paso de los días abrirá el pico pidiendo ser alimentado cuando ve llegar la carne. Cuando tenga algunos días acostumbrado a la comida poner carne en el suelo hasta que comience a comerla por voluntad propia. A partir de allí seguir de esta forma. Administrar carne hasta que se note un crecimiento en el buche. Repetir la comida cada vez que el buche desaparezca. No es necesario administrar agua ya que la extrae en cantidad suficiente de la carne. No dar otra alimentación hasta que sea liberado. Nunca dar pan, leche u otras comidas. Evitar que el ave se acostumbre a la presencia humana administrando la comida desde atrás de una tela o cortina. No debe ver quien lo alimenta para evitar la improntación. El próximo paso es la reintroducción en su hábitat.

**Alimentando un ave de otra especie.** Cuando no se trate de una rapaz, si bien cada especie da su tipo de alimento, este puede ser el alimento para administrar: hervir un huevo y una papa (sin sal) durante 10 minutos. Pisarlos con un tenedor (puré). Guardar en la heladera. Cuando se tenga que administrar, tomar un poco de la heladera, agregarle algo de agua (para que quede chirlo). Introducirlo en una jeringa de dar inyecciones, abrir el pico, poner la punta de la jeringa hasta dentro de la garganta y descargar el alimento. Cuando el buche sea notorio dejar de alimentar. Repetir

cuando el buche se vacíe. No es necesario administrar agua ya que la extrae en cantidad suficiente del puré. No dar otra alimentación hasta que sea liberado. Nunca dar pan, leche u otras comidas. Evitar que el ave se acostumbre a la presencia humana administrando la comida desde atrás de una tela o cortina. No debe ver quien lo alimenta para evitar la improntación.

**Nido.** Construir un nido, de tamaño adecuado al ave, con papel de cocina sobre un plato hondo (sopero). Mantener una temperatura adecuada. Se puede usar una bombita eléctrica de 60 watts, a 25 centímetros por encima del pichón y en un extremo del nido. De esa forma la cría pueda alejarse o acercarse a la fuente de calor. También es posible como forma alternativa colocar una bolsa de agua caliente bajo el nido. Lo mejor es alternar la bombita durante el día y la bolsa de agua caliente en la noche.

**Liberación.** La liberación y reintroducción en su medio ambiente es el último paso por seguir. Se deben llenar estos requisitos para que el ave pueda ser reintroducida:

- 1) Volar, nadar, correr (según sea/n su modo/s de desplazarse) de forma normal.
- 2) Alimentarse por sí solo.
- 3) Que sus dos ojos estén sanos y con buena visión.
- 4) Que no tenga **impronta**.
- 5) Bien alimentado. Una vez liberado debe dejársele comida, donde fue suelto, por si no encuentra por su cuenta otro alimento.
- 6) Sano.

Liberarlo en un ambiente y en las condiciones con las siguientes características:

- 1) Medio ambiente donde normalmente vive la especie (monte, bañado, costa marina, etc.).
- 2) En una zona donde habitualmente no se encuentren personas.
- 3) En lo posible alejado de posibles depredadores de la especie.
- 4) Cerca de donde pueda encontrar alimento (de acuerdo con su especie) y agua.
- 5) Lejos de aerogeneradores y otras infraestructuras humanas.
- 6) Dejarlo salir por propia voluntad de la caja o jaula.
- 7) Esperar 1/2 hora antes de liberarlo luego de haber concluido el viaje hacia el lugar de suelta.
- 6) En horas del amanecer.
- 7) Buen clima.

**Como evitar la improntación.** Se sugiere en caso de tener que alimentar, cuidar o rescatar algún ejemplar seguir estas indicaciones:

- 1) Infórmese sobre los hábitos y comportamientos del ave que está criando para imitar a los padres.
- 2) Coloque un espejo, en la caja o jaula, en el que pueda ver su cuerpo entero.
- 3) Imite los sonidos de su especie o use grabaciones.
- 4) Trate de confeccionar un muñeco con la forma, tamaño y colores similares a los adultos de su especie. Esta especie de maniquí debería ser de forma que el pico sea la jeringa con la que se administra el alimento.
- 5) Evite exponerse donde pueda ser visto por la cría.

#### **VI.1.4.4.4.3. Reptiles**

**Réptiles comunes.** Derivado del posible inventario faunístico a encontrarse en el sitio, pueden existir diferentes tipos de lagartijas, gecos y alicantes, los cuales pueden ser fácilmente manejados con las acciones siguientes:

- Podrán ser atrapadas manualmente, la captura de las especies más difíciles de recolectar se hace generalmente con palo que tenga un lazo en la punta.
- La captura se realiza acercando lentamente la vara, paralela al cuerpo del individuo.
- Se colocarán en bolsas de tipo costal, que permita la entrada de aire.
- Este grupo es relativamente sencillo de manipular y de liberar. La liberación nunca debe ser en la noche, ya su temperatura corporal depende del ambiente. Colocarlo al nivel del suelo y abrir la bolsa y moverlo para que el animal salga solo.

**Víboras.** Se realizarán recorridos cercanos al sitio, principalmente entre los roqueríos y cuevas para el avistamiento de la especie, en caso de encontrar individuos estos serán capturados y reubicados a otra zona, cabe mencionar que esta especie se adapta a todo tipo de terreno por lo que su reubicación no resultara complicada.

Para el rescate de víboras en caso de ser encontradas, se hará lo siguiente:

- Mantener una distancia de cuando menos 5 metros para que la víbora este bajo control, así es más seguro que esté tranquila y no se esconda.
- Una víbora de cascabel puede asustarse cuando alguien se le aproxima en el campo abierto. Para evitar esto, hay que esconderse detrás de arbustos u otros objetos cercanos, y así reducir la posibilidad que la víbora se vuelva agresiva. Siempre debe tenerse en cuenta el **área de seguridad** sugerida anteriormente. Si la víbora esta enrollada, al atacar puede estirarse hasta  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  de su longitud total. Pero si la víbora ya está estirada, su área de ataque es menor.
- En el momento de captura, acercarse muy lento, agarrarla con las pinzas en el medio de su cuerpo y sin poner mucha presión. Solo debe presionarse lo suficiente para que no se escape y así poder moverla al recipiente de reubicación.
- Colocar con cuidado la víbora en el recipiente de reubicación y tapanlo de inmediato. Es muy importante asegurarse que el recipiente no pueda destaparse en forma accidental, usando una cuerda o cinta aislante. Colocar el recipiente en algún lugar visible, alejado de toda la gente y en la sombra, hasta el momento en que se vaya a hacer la reubicación. El recipiente debe estar claramente identificado con una etiqueta que diga "**Víbora de cascabel viva**" y se debe liberar nuevamente en un área segura a las pocas horas de ser capturada.
- Para liberar a la víbora, colocar el recipiente en el piso, quitar la tapa y voltear el recipiente con cuidado, manteniendo el recipiente como barrera de protección. Las pinzas o ganchos pueden ayudar para remover la tapa y ayudar a la víbora para que se salga del recipiente. O simplemente dejar el recipiente abierto para darle lugar a que la víbora se salga tranquilamente.

El equipo recomendado para esta operación es el siguiente:

- Gancho y/o pinzas para víboras, que tengan un mango largo y con una pinza que no vaya a lastimar a las víboras. También se puede usar un rastrillo o una escoba, pero debe de tenerse cuidado en cómo manejarlas porque las víboras son bastante frágiles.
- Un recipiente para transportar a la víbora. Esto puede ser una cubeta de basura con agarraderas y con tapa de seguridad. El recipiente ideal puede ser de color claro para que no absorba el calor del sol, se deben hacer unos hoyos pequeños en la tapa para ventilación y poner una etiqueta que diga "**Víbora de cascabel viva**".

#### **VI.1.4.4.4. Mamíferos**

Al igual que las aves, los mamíferos son muy sensibles a los sonidos, y en general las especies de mamíferos con posibilidad de encontrarse en el sitio son de rápido desplazamiento. Estos individuos se moverán con el ahuyentamiento y con el ruido de los trabajos, sin embargo, en caso de llegar a identificado alguno de los organismos antes mencionados será capturado y transportado para posteriormente liberarlo en un área similar.

En caso de llegar a encontrar algún individuo que sea sujeto a rescate y reubicación se podrá utilizar el siguiente equipo:

**Gancho para manejo:** Permite la manipulación de los animales de forma ligera. Está fabricado en aluminio y/o madera, con dos soportes de espuma para brindar un mejor agarre al equipo.

**Guacales para transporte:** Se trata de una especie de jaula o caja plástica de diferentes tamaños en las cuales se ubica el animal, ya sea para su transporte o para mientras se encuentra en tratamiento.

**Botes plásticos:** recipientes plásticos para el traslado de animales al área de depósito.

#### VI.1.4.4.5. Cronograma

Se realizarán recorridos, conforme el avance de la obra, estos recorridos tendrán la finalidad verificar la presencia y/o ausencia de los organismos. La calendarización de las actividades para la localización y en su caso rescate de especies se presenta en el cuadro siguiente.

**Cuadro VI-3. Cronograma general de trabajo.**

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recorrido de campo (búsqueda de hábitats y avistamiento)	X		X		X		X		X		X	
Colecta de organismos	x		X		X		X		X		X	
Rescate de especies encontradas	X		X		X		X		X		X	
Monitoreo		X		X		X		X		X		X

#### VI.1.4.4.6. Seguimiento y evaluación

Para poder dar seguimiento a las actividades programadas debe tener registro de los casos de rescate, y evidencia de estos.

**Toma de datos.** Se deberá contar con una bitácora de rescate de individuos, que incluya la información del individuo como: taxonomía, estado de salud, sitio donde fue encontrado y que manejo se le dio o dará.

**Evidencia fotográfica.** Realizar un registro fotográfico de los individuos rescatados y si es posible de los avistamientos de fauna.

**Revisión de área de rescate.** Para dar seguimiento a la protección y rescate, así como, establecer la eficacia de la medida ambiental, será necesario visitar el área en dónde serán liberados los individuos.

Con los datos de los puntos anteriores, podrá generarse un informe en dónde se evalúen la eficacia del programa.

#### VI.1.4.4.7. Área considerada para el rescate

El sitio evaluado idóneo para realizar el rescate corresponde a un sitio que tenga las mismas condiciones de vegetación y que se encuentra alejado de actividades antropogénicas.

#### VI.1.5. Programa de conservación de suelo

El programa de restauración tiene el objetivo de evitar la pérdida de suelo por la remoción de la cubierta vegetal, por tanto, será necesario realizar prácticas de conservación y restauración de los suelos mediante el control y manejo de los desperdicios que resulten del CUSTF. Para poder definir el tipo de obras y cantidad será necesario cuantificar la erosión potencial del sitio donde se removerá la cubierta vegetal (0.36 ha). Se realizaron los cálculos de la erosión actual en el sitio y sistema ambiental. Los resultados de la degradación hídrica y eólica se resumen en el cuadro siguiente.

**Cuadro VI-4. Erosión total para el sitio con el CUSTF.**

Factor	Erosión (ton/ha/año)	
	Hídrica	Eólica
CUSTF	76.81	9.5

#### VI.1.5.1. Descripción de las obras de restauración

En la etapa de preparación del sitio la vegetación **será removida**, toda vez que, para la instalación de la infraestructura, el sitio deberá estar despejado de aquella vegetación que pudiese ocasionar algún daño a la estructura durante la etapa de operación – mantenimiento. Las actividades de restauración que se proponen están encaminadas a evitar la erosión, la pérdida de suelo, conservación de la biodiversidad, evitar el azolve a los cuerpos de agua y lograr el equilibrio en el balance hídrico. Las obras y prácticas de restauración se describen a continuación.

### VI.1.5.2. Acomodo de material vegetal

La primera acción de mitigación de la erosión durante la preparación del sitio será disponer aquel material vegetal que resulte de la remoción del estrato arbóreo (no comercial) en franjas al contorno, debido a que la limpieza de las áreas favorece principalmente al suelo evitando la erosión e incrementando la infiltración del agua; además, está comprobado que participa en el buen crecimiento de los árboles incrementando la materia orgánica y por tanto la fertilidad del suelo. Esta actividad también reduce los riesgos de incendios y plagas. El acomodo de material vegetal no lleva un diseño técnico preciso, consiste más bien en formar cordones o fajas de material siguiendo las curvas del nivel del terreno; esto es, colocar barreras de material muerto perpendiculares a la pendiente del terreno para que propicien la disminución de la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que intercepten los posibles materiales y azolves que se erosionen ladera arriba. La localización geográfica del sitio donde se establecerán los acordonamientos corresponde son las áreas aledañas al sitio donde se realizará la obra. En el supuesto que el material vegetal no sea lo suficiente para cumplir la meta estas barreras se construirán con piedras del sitio. El cálculo del volumen de azolve a retener con la construcción de este tipo de obras es el siguiente:

1. Se realiza un modelo de cubicación de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto con las dimensiones siguientes:

**Cuadro VI-5. Modelo de cubicación de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto**

Dimensiones (m)			Factor de espacio	Volumen (m <sup>3</sup> )
Largo	Ancho	Alto		
1	0.4	0.4	0.5	0.08

**Nota: El resultado es solo el volumen de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto como tal**

2. Se determina la distancia entre cordones de material acomodado, se debe considerar la pendiente del terreno y la cantidad de lluvia que se presenta en la región. El espaciamiento entre cordones se calcula mediante la expresión siguiente:

$$IV = \left(2 + \frac{P}{364}\right) * 0.305$$

**donde: IV = intervalo vertical o desnivel (m), P= pendiente del terreno (%), 3= factor que se utiliza donde la precipitación anual es menor a 1200 mm, 4 = factor que se utiliza donde la precipitación anual es mayor a 1200 mm y 0.305 = factor de conversión de pies a metros.**

Sustituyendo los valores del área de estudio;

$$IV = \left(2 + \frac{P}{3}\right) * 0.305$$

3. Posteriormente se estima el intervalo horizontal (IH).

$$IH = \left(\frac{IV}{P}\right) * 100$$

4. El volumen de azolve que puede retener el acordonamiento se estima con la expresión siguiente:

$$Vol = \left[\left(\frac{IH * H}{2}\right) * L\right] * FE = 1.3m^3$$

**dónde: IH= espaciamiento (m), H= altura (m), L= largo o longitud (m) y FE= factor de espaciamiento**

5. Calculado el volumen que puede retener la presa modelo el siguiente paso es convertirlo los metros cúbicos a toneladas, para lo cual se utiliza la densidad aparente de la clase de textura que en este caso es franco.

$$Vol = 1.3 * 1.4 = 1.76$$

La meta es lograr **363.88 metros** de acordonamiento de material vegetal muerto para retener parte de la erosión potencial total, equivalente a **29.11 ton/año** de azolve que se retendrá con dicha obra. La erosión restante se mitigará con presas de piedra acomodada.

### VI.1.5.3. Presas de control azolves

Las presas de control de azolves son estructuras construidas con piedras acomodadas, las cuales se colocan transversalmente a la dirección del flujo de la corriente y se utilizan para el control de la erosión en cárcavas. El objetivo es controlar la erosión en cárcavas, reducir la velocidad de escurrimiento y retener el azolve. Los beneficios son retención de sedimentos, incrementar la infiltración en el cauce, disminuir la velocidad del agua, estabilizar lechos de cárcavas y mejorar la calidad del agua escurrida. El cálculo del volumen de azolve a retener con la construcción de las obras de restauración (presas filtrantes de piedra acomodada) fue el siguiente:

1. Se realiza un modelo de cubicación de una presa de piedras acomodada con las dimensiones (ancho, alto y largo) de las cárcavas medidas en campo (cuadro siguiente):

**Cuadro VI-6. Ejemplo de un modelo de cubicación de una presa filtrante de piedra**

Dimensiones del muro (m)			Volumen (m³)	Dimensiones del talud (m)			Volumen (m³)	Volumen total (m³)
Largo	Ancho	Alto		Base	Altura	Largo * 0.5		
3	1	1.3	3.9	2.2	1.3	2	5.72	9.62

*Nota: El resultado es solo el volumen de una presa como tal y no el volumen que puede llegar a retener*

2. Se estima el espaciamiento entre presas de acuerdo con la altura efectiva y la pendiente de la cárcava. La fórmula para estimar el espaciamiento entre presas es la siguiente:

$$E = \frac{H}{P} = \frac{1}{P25} * 100 = 4.0m =$$

**dónde: E= espaciamiento (m), H= altura (m) y P= pendiente de la cárcava (%).**

3. Se cubica el volumen de azolve a retener usando la expresión siguiente.

$$V = \frac{E * H}{2} * Largo = \frac{4 * 1}{2} * 5 = 10m^3$$

4. Calculado el volumen que puede retener el modelo de cubicación de la presa filtrante, el siguiente paso es convertir los metros cúbicos a toneladas, para lo cual se utiliza la densidad aparente de la clase de textura que en este caso es **franco** con una densidad aparente es de **1.1 g/cm³** (cuadro siguiente).

**Cuadro VI-7. Clases texturales del suelo y densidad aparente en (gramos/cm³)**

Clases texturales	Densidad aparente (gramos/cm³)
Arena	1.6
Franco arenoso	1.5
Franco	1.4
Franco limoso	1.3
Franco arcilloso	1.2
Arcilla	1.1

**Fuente: Manual de obras y prácticas, cuarta edición (CONAFOR, 2013)**

Entonces para el modelo de la presa filtrante en el supuesto de considerar una altura de 1.3 m y una pendiente de 25% el volumen de suelo a retener es de **52.7 toneladas**. Finalmente, se divide la erosión total a retener entre el volumen de la presa hipotética, como se muestra en el cuadro siguiente:

**Cuadro VI-8. Metodología de cálculo para estimar el número de presas a considerar para retener la erosión potencial total.**

Variable	Valor	Unidad
Altura	1.3	m
Largo	5	m
Pendiente	25	%
Espaciamiento	4	m
Volumen	13	m³

Densidad	1.1	gr/cm <sup>3</sup>
Volumen	14.3	Toneladas
Erosión total	86.3	Toneladas
Número de presas	4	Cantidad
Metros cúbicos de presas	38.48	m <sup>3</sup>

Los metros cúbicos de presas a construir resultaron del producto del número de presas por el volumen de la presa modelo. Entonces, para retener el suelo por causa de la erosión hídrica potencial restante del sitio (**86.3**) se requiere de la construcción de **4 presas** que tendrán un volumen de **57.2 toneladas**.

#### VI.1.5.4. Resultados esperados del programa

Con la ejecución de las obras propuestas en el programa de conservación de suelos se espera un balance cero ya que de acuerdo a los cálculos realizados se logrará retener el 100% de la erosión hídrica potencial generado por efecto del CUSTF.

#### VI.1.5.5. Ubicación de las obras

El material vegetal muerto será colocado en áreas adyacentes al sitio del CUSTF que presenten alteraciones previas, con el fin de favorecer la restitución del suelo y la cobertura orgánica. Asimismo, se construirán presas de control de azolves en puntos estratégicos con alta susceptibilidad a la erosión, a fin de mitigar eficazmente los procesos de pérdida de suelo.

#### VI.1.6. Programa de rescate de especies de flora

El programa de reubicación tiene como finalidad establecer los procedimientos para el rescate, reubicación y conservación de la flora en el área de CUSTF dentro de un ecosistema de selva baja caducifolia. Se busca minimizar el impacto ambiental derivado de las actividades de construcción y garantizar la supervivencia de las especies rescatadas mediante su reubicación en áreas adecuadas con condiciones similares a su hábitat natural.

#### Objetivos

- Identificar y registrar las especies de flora presentes en la zona de CUSTF.
- Implementar acciones para el rescate y reubicación de las especies con alto valor ecológico.
- Garantizar la supervivencia de las especies reubicadas mediante técnicas adecuadas de trasplante y mantenimiento.
- Promover la conservación de la biodiversidad del ecosistema afectado.

La reubicación y rescate de flora es una estrategia clave para la mitigación de impactos ambientales derivados de la remoción de la vegetación. Contribuye a la conservación de especies de interés ecológico, evitando la pérdida de biodiversidad y promoviendo la recuperación de ecosistemas afectados por la intervención humana. Además, de conservar las especies que se encuentran enlistadas dentro de las [NOM-059](#).

Derivado del inventario realizado en la zona de CUSTF se localizaron tres especies susceptibles a ser reubicadas, sin embargo, cabe la posibilidad de encontrar otras especies enlistadas en la NOM-059, las cuales en caso de encontrarse serán consideradas dentro del programa de rescate.

**Cuadro VI-9. Identificación de número de individuos de flora susceptibles a rescate**

Especie	Nombre común	Estrato	Número de individuos
<i>Opuntia durangensis</i>	Nopal de Durango	Cactácea	2
<i>Mammillaria senilis</i>	Biznaga cabeza de viejo	Cactácea	3
<i>Echinocereus polyacanthus</i>	Alicoche	Cactácea	5

#### Metas

Rescatar y reubicar de un total de 10 individuos de flora, priorizando aquellas especies de importancia ecológica o con algún estatus de conservación.

#### **VI.1.6.1. Selección del sitio de reubicación**

La selección del sitio de reubicación es una parte clave del proceso, ya que se busca encontrar un lugar que ofrezca condiciones similares a las del área original donde se encuentran los individuos a rescatar. Esto incluye la evaluación de varios factores como el tipo de suelo, la disponibilidad de agua, la exposición al sol y la temperatura.

Es fundamental que el suelo del nuevo sitio tenga características similares al del lugar de origen, como su capacidad para retener agua y ofrecer los nutrientes necesarios para las plantas. Además, el lugar debe contar con una buena cantidad de luz solar, pero también tener algo de sombra si las especies lo requieren.

#### **VI.1.6.2. Capacitación del personal**

El personal que participará en la reubicación recibirá capacitación especializada sobre el manejo adecuado de las especies y el uso correcto del equipo de protección personal (EPP), como guantes, gafas, botas y trajes especiales. Se impartirán charlas sobre el comportamiento de las especies, las técnicas de extracción y plantación, y los procedimientos para evitar daños tanto al personal como a las plantas.

#### **VI.1.6.3. Planificación de la extracción de los individuos**

La extracción de los individuos será realizada siguiendo un protocolo preciso que minimice el daño a las plantas y a su entorno. Se determinarán los métodos de extracción más adecuados según las características de cada especie (por ejemplo, el uso de palas, espátulas o herramientas especializadas para plantas con raíces profundas o delicadas). Antes de la extracción, se marcarán los ejemplares para asegurar que sean transportados de manera correcta, y se evaluará su estado de salud para asegurar que sean aptos para el trasplante.

#### **VI.1.6.4. Extracción y manejo de los individuos**

Durante la extracción, se priorizará la conservación del sistema radicular, con especial atención en evitar la ruptura de las raíces principales. Para ello, se utilizarán técnicas que minimicen la alteración del suelo alrededor de las raíces y se garantizará que cada planta sea extraída con la mayor cantidad posible de tierra adherida. Los individuos serán cuidadosamente colocados en recipientes adecuados para su transporte, tales como bolsas o cajas especiales, para evitar la deshidratación o daño durante el traslado.

#### **VI.1.6.5. Transporte a la zona de trasplante**

El traslado de los individuos a la zona de reubicación será realizado de manera rápida y cuidadosa para evitar el estrés o daño adicional a las plantas. Durante el traslado, se garantizará la protección de las raíces y se emplearán medidas para mantener la humedad del sustrato. El transporte se realizará en un vehículo Pick up, evitando las vibraciones y movimientos bruscos que puedan dañar las plantas.

#### **VI.1.6.6. Plantación en la zona de reubicación**

En la zona de reubicación, se procederá a la plantación de los individuos, siguiendo un plan de distribución que considere las necesidades de cada especie, tales como distancia entre plantas, orientación respecto al sol y protección contra vientos fuertes. Se realizarán hoyos de plantación adecuados al tamaño del sistema radicular de cada individuo. Las raíces se colocarán con cuidado para asegurar un buen contacto con el suelo, y se cubrirán con tierra de calidad. Posteriormente, de ser necesario se regará para garantizar una buena hidratación y buscar la sobrevivencia del 100% de los individuos rescatados.

#### VI.1.6.7. Monitoreo y mantenimiento post-trasplante

Una vez realizado el trasplante, se implementará un programa de monitoreo regular para evaluar el estado de salud de los individuos reubicados. Se llevarán a cabo visitas periódicas al sitio de reubicación para verificar el establecimiento de las plantas, la adaptación de las raíces al nuevo entorno y la presencia de signos de estrés o enfermedades. Las visitas serán al menos dos veces al año durante 5 años, lo que garantizará un correcto monitoreo y de ser necesario realizar acciones de riego de auxilio o incorporación de tierra fértil.

#### VI.1.7. Programa de reforestación

Los ecosistemas forestales son la fuente de una gran variedad de bienes y servicios económicos, biológicos y recreativos que la sociedad demanda en satisfacción de sus necesidades, pero además representa el medio físico y biótico, donde se desarrollan de forma interrelacionada numerosos procesos ecológicos, que hacen posible, entre otras cosas, la permanencia y evolución de las especies.

Los bosques son una fuente de ingresos económicos, que se generan de aprovechamiento de especies maderables y no maderables según sea el caso, pero también se requieren actividades que ayuden a la conservación y rendimiento sostenido de la masa forestal, una de estas actividades es la reforestación. Al restablecer o incrementar la cobertura arbórea, se aumenta la fertilidad del suelo y se mejora su retención de humedad, estructura y contenido de nutrientes. La producción de biomasa ayudará, indirectamente, a mantener la fertilidad del suelo, además se reduce la erosión hídrica y eólica. La cobertura arbórea también ayuda a reducir el flujo rápido del agua de lluvia, regulando, de esta manera, el caudal de los ríos, mejorando la calidad del agua y reduciendo la entrada de sedimentos a las aguas superficiales. Para compensar la pérdida de vegetación, se propone reforestar **1 ha** de especies nativas de los géneros *Prosopis* y *Vachellia* otras hojosas La reforestación propuesta es con fines de conservación, protección y restauración es decir es una medida de compensación a la remoción de la vegetación por el CUSTF.

##### VI.1.7.1. Elección de las especies a reforestar

Conviene elegir las especies de la región que mejor se adapten a las condiciones actuales del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y objetivos de la reforestación, entre otras. Dado que la reforestación tiene como objeto principal la restauración, se ha considerado el pasto *Eragrotis mexicana*, por ser una especie primaria de la sucesión ecológica, y ayudará a estabilizar el suelo para el establecimiento de las especies de las etapas siguientes. También se considera la especie *Prosopis glandulosa* y *Vachellia sp* por ser representativas, abundantes y fáciles de reproducir.

##### VI.1.7.2. Objetivos

- Realizar la reforestación de **1 hectárea** con especies nativas de la región para incrementar la cobertura arbórea, evitar la erosión, restablecer las condiciones de cubierta vegetal, garantizar la permanencia y propagación de las áreas forestales como medida de compensación.
- Capturar la mayoría de las emisiones de GEI producidas por el desarrollo del proyecto
- Restablecer las condiciones de cubierta vegetal una vez terminadas las obras.
- Garantizar la permanencia y regeneración de las áreas forestales.
- Evitar la erosión.
- Cumplir con las actividades de compensación.
- Restaurar una zona degradada cercana al sitio de CUSTF

##### VI.1.7.3. Metas

Realizar una reforestación en **1 hectáreas** de *Prosopis sp* y *Vachellia sp*.

##### VI.1.7.4. Metodología

#### **VI.1.7.4.1. Selección de especies**

Según la CONAFOR (2010), conviene elegir especies que sean de la región para que su adaptación a las condiciones del ecosistema (suelo, topografía, disponibilidad de agua, etc.) sea mejor. De preferencia se deben seleccionar especies forestales nativas, por lo que se realizó la elección de las especies siguientes.

- *Prosopis laevigata*.
- *Vachellia sp*

#### **VI.1.7.4.2. Determinación de la densidad de reforestación**

La determinación de la cantidad de planta o semilla requerida para la reforestación depende principalmente del arreglo o diseño de la reforestación, que puede ser: tres bolillo, marco real o enriquecimiento de rodales o incluso al voleo; también es importante considerar el ecosistema, ya que la estructura y conformación es diferente para cada uno. Para ambas especies lo recomendable es utilizar el sistema al voleo, sin embargo, se buscará que mantengan la densidad original del sitio.

#### **VI.1.7.4.3. Estado físico y sanitario de la planta**

La planta utilizada en la reforestación será adquirida en los viveros de la región; para asegurar un porcentaje aceptable de sobrevivencia deberá contar con las características siguientes (CONAFOR, 2010).

- Diámetro mínimo a la base de 4 mm.
- Altura entre 15 y 25 cm.
- La raíz debe tener un eje central y sus raíces laterales deben estar distribuidas, no deben tener malformaciones o nudos.
- Vigor y sanidad: color del follaje propio de la especie, sin alteraciones morfo fisiológicas y libre de plagas o enfermedades.

#### **VI.1.7.4.4. Época de la plantación**

Este factor tiene influencia directa en la sobrevivencia de la planta y en el crecimiento inicial, de tal forma que la plantación se debe establecer cuando se presente el balance hídrico más adecuado (alta humedad atmosférica y coeficiente de evaporación mínimo). La mejor época de plantación es cuando el sitio cuenta con las condiciones siguientes: suelo húmedo, precipitación presente, mínima evapotranspiración, sistema radicular de la planta en latencia. Considerando lo anterior, se propone que estos trabajos se lleven a cabo en los meses de julio y agosto, por ser considerado la época de lluvias para la zona, preferentemente cuando la humedad del suelo se encuentre a 25 cm o más de profundidad. La fecha límite para establecer planta será 45 días antes de que finalice el periodo de lluvias, con la finalidad de que la planta absorba agua suficiente para su arraigo antes de que el medio ambiente la someta a condiciones estresantes (temperaturas extremas y sequía).

#### **VI.1.7.4.5. Técnica de plantación**

Será utilizado el **sistema de cepa común** que consiste en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm (tierra más fértil) y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos. Al momento de la plantación se deben seguir las recomendaciones siguientes:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si está es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Quitar el tubete o bolsa de la planta sin dañar la raíz.

3. Antes de colocar el árbol en la cepa, agregar tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mayor disposición de nutrientes. Adicionalmente se pueden agregar algunos gramos de fertilizante granulado de liberación prolongada como es el caso del *MULTICOTE (4) 11-2-4*.
4. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta de tal forma que permita la aireación y drenaje en el suelo.
5. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta a estrés físico por el traslado.
6. Es necesario hacer un cajete alrededor de la planta para detener la erosión por escorrentía, capturar agua de lluvia o de riego para favorecer el desarrollo de la planta e incrementar la posibilidad de sobrevivencia de está.

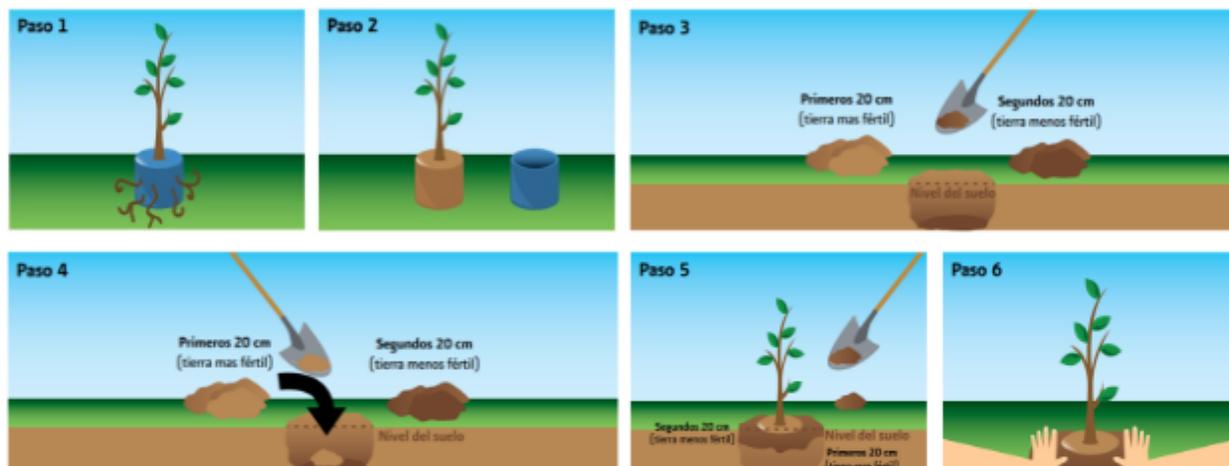


Figura VI-1. Sistema de cepa común a utilizar en la reforestación (CONAFOR, 2010)

Para asegurar que la reforestación se realice con éxito se debe considerar lo siguiente:

1. Nunca se debe plantar un árbol con la bolsa de plástico o tubete, porque se obstruye el desarrollo de las raíces.
2. Si la cepa se hace muy profunda y el tallo del árbol queda muy hundido, se asfixiará.
3. Si la cepa se hace poco profunda, las raíces podrían quedar en la superficie, con lo que el árbol se deshidratará. En otro caso, el árbol puede quedar inclinado, lo que provocará un crecimiento déforme o su muerte.
4. Debe colocarse una sola planta por cepa. Si se colocan dos o más plantas en la misma cepa es probable que las dos logren establecerse y compitan por los nutrientes, lo que provocará un crecimiento lento de ambas plantas.

#### VI.1.7.4.6. Lugares de acopio

La planta necesaria para ejecutar la reforestación será adquirida en los viveros de la región.

#### VI.1.7.4.7. Indicadores de evaluación

Evidencia fotográfica, informes anuales y planos georreferenciados.

#### VI.1.7.4.8. Mantenimiento y monitoreo de la supervivencia de los individuos

Para el mantenimiento de la reforestación, se aplicará un cajeteo en el siguiente año inmediato a la plantación, con la finalidad de proporcionar mayor captación de agua, de tal forma que garantice la sobrevivencia de la planta. La fertilización de la reforestación es otra práctica que considerar, ya que esto permitirá proveer de mayores nutrientes. Durante los primeros 5 años de la plantación, se realizará un análisis de sobrevivencia, reemplazando las plántulas muertas en caso de ser necesario. Con la aplicación de estas medidas se garantizará mayor probabilidad de

sobrevivencia de las plantas, sin embargo, si la sobrevivencia en cada año es menor al 90% estas plantas se estarán reponiendo.

Con la aplicación de estas medidas se otorgará mayores oportunidades de que la reforestación aplicada tenga un mayor éxito.

#### VI.1.7.5. Programa de actividades

El programa de actividades para realizar la reforestación es el siguiente.

**Cuadro VI-10. Programa de actividades de la reforestación.**

Actividad	Año 1 (meses)												Años				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2	3	4	5	
Planeación de carácter técnico	X	X															
Preparación de material y equipo			X														
Delimitación de las áreas				X													
Plantación					X	X	X	X									
Evaluación								X					X	X	X	X	
Mantenimiento (reposición cuando se requiera)										X							
Informes de actividades									X	X			X	X	X	X	

#### VI.1.7.6. Evaluación del rescate y reubicación

La evaluación se realizará durante los **primeros 5 años** de la plantación, se realizará un análisis de sobrevivencia, reemplazando las plántulas muertas en caso de ser necesario con esto se garantiza la protección a las especies consideradas en el presente programa.

En el mes de junio, cuando las temperaturas y las sequías han dejado sus estragos, se realizará un recorrido por la reforestación, para evaluar los daños y estimar la planta que habrá que reponer hasta alcanzar el 80% de sobrevivencia mínima; esta evaluación se realizará de manera periódicamente en el transcurso de los primeros cinco. Los recorridos, no sólo tendrán el objeto de evaluar el número de plantas existentes y aquellas por reponer, sino que también se tendrán que analizar, su vigor, sanidad, y respuesta al medio.

#### VI.1.7.7. Sobrevivencia mínima esperada y acciones emergentes

La sobrevivencia mínima que se espera es del 85%. Lo anterior considerando el mantenimiento que consistirá en deshierbe, riegos de auxilio y fertilización. Si los resultados del monitoreo anual de la reforestación indican que la sobrevivencia está por debajo del valor mínimo aceptable que se ha propuesto, se procederá a la reposición de los individuos faltantes para cumplir con dicha meta.

#### VI.1.7.8. Informe de avances y resultados

Los informes serán presentados a la SEMARNAT de la manera siguiente.

- Un informe, una vez realizada la plantación.
- Un informe anual correspondiente a la evaluación sobre el porcentaje de sobrevivencia.

**VI.1.8 Actividades de mitigación en las diferentes etapas**

Las principales medidas de mitigación, prevención y restauración para los diferentes componentes ambientales de acuerdo con las diferentes etapas son las siguientes

**Cuadro VI-11. Medidas propuestas para los diversos componentes ambientales.**

Componente	Clave Medida	Medida	Preparación del sitio	Construcción	Operación - mantenimiento	Abandono del sitio	Etapas y duración
Aire	1	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	*	*	*	*	Durante toda la vida útil
Aire	2	Se prohíbe el uso de fuego en cualquiera de las actividades	*	*	*	*	Durante toda la vida útil
Aire	3	Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr dentro del sitio.	*	*	*	*	Durante toda la vida útil
Aire	4	Mantenimiento preventivo y correctivo a los caminos de acceso.	*	*	*	*	Durante toda la vida útil
Aire	5	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.	*	*	*	*	Durante toda la vida útil
Aire	6	El material que durante su transporte pudiera emitir partículas a la atmósfera, deberá ser cubierto con lornas para evitar la dispersión de partículas.		*	*		Construcción, operación - mantenimiento
Aire	7	Establecer un programa de riego periódico en zonas con tránsito frecuente de vehículos y maquinaria para minimizar la emisión de partículas suspendidas.	*	*	*	*	Durante toda la vida útil
Aire	8	Implementar un monitoreo de calidad de aire en la zona para evaluar el impacto negativo en caso de producirse.	*	*	*	*	Durante toda la vida útil
Agua	9	Instalar sanitario portátil en el frente de obra.	*	*	*	*	Durante toda la vida útil
Agua	10	Realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvias.	*	*	*	*	Durante toda la vida útil

Agua	11	Cobrar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos.	*	*	*	*	Durante toda la vida útil
Agua	12	Restringir el movimiento de vehículos fuera de las áreas autorizadas.	*	*	*	*	Durante toda la vida útil
Agua	13	Que la explotación de los yacimientos se lleve a cabo conforme el programa de trabajo.			*		Operación - mantenimiento
Agua	14	El camino por rehabilitar deberá contar con cunetas para el desvío del agua para evitar la destrucción de este.	*	*	*	*	Durante toda la vida útil
Agua	15	Se hará un muestreo semestral de las corrientes de agua para comprobar su calidad.			*		Operación - mantenimiento
Agua	16	Implementar un sistema de drenaje adecuado en el sitio de explotación para evitar encharcamientos y erosión.			*		Operación - mantenimiento
Agua	17	Promover el uso eficiente del agua en las comunidades cercanas, a través de campañas de concienciación y apoyo en la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia.	*	*	*	*	Durante toda la vida útil
Topografía	18	Que la explotación de los recursos solo sea en las zonas establecidas.			*		Operación - mantenimiento
Topografía	19	No realizar perforaciones a profundidad.			*		Operación - mantenimiento
Topografía	20	Evitar la acumulación de material estéril en pendientes pronunciadas para prevenir deslizamientos y erosión.			*		Operación - mantenimiento
Topografía	21	Monitorear de manera periódica los cambios en la topografía para ajustar las estrategias de explotación y evitar afectaciones mayores.			*		Operación - mantenimiento

Topografía	22	Delimitar claramente las áreas de extracción y restringir el tránsito de maquinaria fuera de estas zonas.				x			Operación - mantenimiento
Topografía	23	Reconfigurar el relieve de las zonas explotadas para integrar la morfología del terreno con el paisaje circundante.					x		Operación - mantenimiento
Suelo	24	Se respetarán las áreas delimitadas para las obras	x	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Suelo	25	Manejo adecuado de los residuos sólidos.	x	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Suelo	26	Se prohíbe realizar mantenimiento a vehículos y maquinaria en el sitio.	x	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Suelo	27	Jornada de limpieza de caminos y áreas de tabajo.	x	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Suelo	28	Implementar mecanismo de recolección de grasas y aceite (casos fortuitos).	x	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Suelo	29	Implementar un programa de restauración en el abandono del sitio.					x		Abandono de sitio
Suelo	30	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento del camino a rehabilitar, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos.	x	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Suelo	31	Se deberán suavizar los taludes durante la etapa de abandono del sitio.					x		Abandono de sitio
Suelo	32	Queda estrictamente prohibido desarrollar caminos alternos que no se contemplen en el programa de trabajo.	x	x	x	x	x		Durante toda la vida útil

Suelo	33	Se acomodará y picará los productos forestales maderables resultado de la remoción de la vegetación en áreas aleatorias a la zona de acceso en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación y disminuir la erosión hídrica.	x					Preparación de sitio
Suelo	34	En las áreas forestales con pendientes mayores a los 15 grados y en aquellas que presentan problemas de erosión o un aumento del grado de erosión ocasionado, aplicar un programa de conservación de suelos.				x		Abandono de sitio
Suelo	35	Picar y esparcir los residuos vegetales producto del desmonte en los suelos desnudos, con el fin de facilitar la incorporación de los elementos bioquímicos al suelo a través de su proceso natural de biodegradación sin interferir con la germinación de las semillas.	x					Preparación de sitio
Paisaje	36	Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina.	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Paisaje	37	Manejo adecuado de los residuos.	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Paisaje	38	Diseñar la disposición de residuos y escombro en zonas de baja visibilidad o integradas con el relieve existente.	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Paisaje	39	Rehabilitar las áreas intervenidas con cobertura vegetal nativa para integrar visualmente el sitio al entorno.				x		Abandono de sitio
Fauna	40	Ahuyentar de manera temporal a la fauna silvestre antes de iniciar cualquier actividad.	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Fauna	41	Prohibición de caza de fauna silvestre.	x	x	x	x		Durante toda la vida útil

Explotación de recursos minerales metálicos en Metales, Tepic, Jalisco, Durango.

Fauna	42	Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Fauna	43	Queda prohibida la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas.	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Fauna	44	Realizar capacitaciones periódicas al personal sobre la importancia de la fauna local y las acciones para su protección.	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Fauna	45	Mantener cerrados y protegidos los contenedores de residuos para evitar que la fauna silvestre los utilice como fuente de alimento.	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Fauna	46	Implementar horarios específicos de trabajo para reducir el impacto acústico en los momentos de mayor actividad de la fauna.	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Flora	47	Prohibir la remoción de la vegetación (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados).	x	x				Preparación de sitio, construcción
Flora	48	Prohibir el uso del fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales.	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Flora	49	Aplicar un programa de abandono del sitio, que implique la reforestación del sitio.					x	Abandono de sitio
Flora	50	Implementar un programa de rescate y reubicación de flora y fauna.	x					Preparación de sitio
Flora	51	Minimizar el uso de maquinaria pesada en zonas con cobertura vegetal para reducir la compactación del suelo y el daño a raíces.	x	x	x	x		Durante toda la vida útil
Flora	52	Promover la regeneración natural en zonas menos impactadas mediante la protección de brotes y plántulas.					x	Abandono de sitio

Flora	53	Implementar técnicas de siembra directa y dispersión de semillas en áreas degradadas.					x	Abandono de sitio
Sociedad	54	Contratación de habitantes que radiquen en las poblaciones del AI.	x	x	x	x	x	Durante toda la vida útil
Sociedad	55	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	x	x	x	x	x	Durante toda la vida útil
Sociedad	56	Mantenimiento de caminos.	x	x	x	x	x	Durante toda la vida útil
Sociedad	57	Acceso a servicios médicos (solo para los obreros).	x	x	x	x	x	Durante toda la vida útil
Sociedad	58	Implementar un programa de sensibilización sobre seguridad laboral dirigido a los trabajadores, promoviendo la cultura de prevención de accidentes.	x	x	x	x	x	Durante toda la vida útil
Sociedad	59	Garantizar condiciones laborales dignas, con horarios de trabajo adecuados y el respeto a los derechos laborales, para evitar el agotamiento o accidentes laborales.	x	x	x	x	x	Durante toda la vida útil
Sociedad	60	Establecer brigadas de primeros auxilios dentro de las instalaciones del proyecto y proporcionar acceso a equipos médicos básicos en el sitio de trabajo.	x	x	x	x	x	Durante toda la vida útil
Sociedad	61	Desarrollar proyectos de infraestructura social en colaboración con la comunidad local, como la mejora de las instalaciones educativas o el acceso a servicios básicos.	x	x	x	x	x	Durante toda la vida útil
Sociedad	62	Promover programas de salud comunitaria que beneficien a la población local, mediante la mejora de servicios médicos, campañas de vacunación y chequeos de salud periódicos.	x	x	x	x	x	Durante toda la vida útil

Explotación de recursos minerales metálicos en Metales, Tepic, Durango.

Sociedad	63	Establecer un programa de apoyo a la educación y formación profesional para los habitantes de las poblaciones cercanas al área de influencia (AI).	x	x	x	x	Durante toda la vida útil
Sociedad	64	Crear un fondo de desarrollo comunitario para financiar proyectos sociales como reparaciones, mejoras a viviendas, actividades recreativas o programas culturales que beneficien a la población local.	x	x	x	x	Durante toda la vida útil

#### **VI.1.9. Actividades de mitigación como consecuencia del abandono del sitio (abandono definitivo)**

Como se ha descrito en el programa de trabajo, la etapa de abandono definitivo del sitio se llevará a cabo una vez que la explotación haya llegado al final de su vida útil, sin embargo, ha de plantearse las actividades para su abandono definitivo siguientes.

- Una vez completada la demolición y limpieza del lugar, restituir el paisaje teniendo en cuenta el entorno circundante para lograr su integración.
- Realizar la disposición adecuada de escombros en sitios debidamente autorizados, si no es posible el rehúso o reciclaje de los mismos.
- Realizar la reforestación sobre las áreas desprovistas de vegetación.
- La capa superficial del suelo vegetal será recuperada y dispuesta sobre el área que ocupa los patios de maniobras para su reforestación.
- Se ejercerá un control sobre la basura generada, para su disposición en el lugar que destine la autoridad local competente.
- En las actividades de restauración, se utilizarán únicamente individuos de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas locales.

#### **VI.1.10. Sustentabilidad con las medidas de mitigación y prevención aplicadas**

Por la naturaleza de las obras y actividades se tendrán impactos negativos, sin embargo, en el presente estudio se proponen las medidas de mitigación y prevención para su corrección, por otra parte, los impactos benéficos serán mayores que los adversos, al aplicar las medidas de mitigación tal como se recomienda en este estudio por lo que no se tendrán impactos residuales a largo plazo sobre los componentes más vulnerables como la flora y el suelo. Ya que se buscará llevar lo más posible a su estado original la vegetación, una vez terminada la vida útil de la obra. El impacto residual o a largo plazo será sobre el **paisaje** el cual será compensado a través de la reforestación de áreas adyacentes al sitio. La sustentabilidad ambiental se basa en establecer correctamente las medidas de prevención, mitigación y restauración durante cada etapa. A continuación, se comparan los impactos adversos antes y después de que se apliquen el plan de manejo ambiental.

En la región, a pesar del **alto grado de marginación**, la minería representa un importante detonante económico debido a la abundancia de recursos minerales con alto valor comercial. La explotación responsable de estos yacimientos puede generar empleos directos e indirectos, impulsando el desarrollo de infraestructura y servicios en las comunidades cercanas. Además, la inversión en minería fomenta la creación de cadenas productivas que fortalecen otros sectores como el transporte, la construcción y el comercio local. Con una gestión adecuada y sustentable, la actividad minera no solo contribuiría a la reducción de la pobreza extrema, sino que también podría mejorar la calidad de vida de la población mediante la implementación de programas sociales, capacitación laboral y la diversificación de actividades económicas en la región.

**Cuadro VI-12. Procedimiento de cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas.**

Impacto	Clave	Medida	Componentes Indirectos que beneficia	Forma de mitigación de impactos	Especificaciones de operación y mantenimiento
Dispersión de partículas contaminantes que pueden afectar la salud del personal	1	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Se reducen las emisiones por tener mantenimiento adecuado los equipos y vehículos.	Los vehículos y maquinaria a utilizarse deberán cumplir con la NOM-041 y NOM-045.
Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	2	Se prohíbe el uso de fuego en cualquiera de las actividades	Suelo, Biota, Paisaje	Se previenen incendios forestales al evitar el uso de fuego	Queda estrictamente prohibido para todo el personal el uso de fuego
Dispersión de partículas contaminantes que pueden afectar la salud del personal	3	Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr dentro del sitio.	Suelo, Biota, Social	Reducción en la generación de polvos y disminución del ruido en el sitio	Controlar la velocidad a la que transitan los vehículos en el sitio
Reducción de la permeabilidad y capacidad de infiltración debido la compactación del suelo por el tránsito de vehículos	4	Mantenimiento preventivo y correctivo a los caminos de acceso.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Al mantener los caminos en buenas condiciones se evita la generación de polvos.	Mantener la nivelación y drenaje apropiado en los caminos y zona de acceso, y mantener las cunetas de desagüe libres de obstáculos.
Dispersión de partículas contaminantes que pueden afectar la salud del personal	5	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.	Social	Reducción de ruido por mantenimiento adecuado los equipos y vehículos.	Cumplir con los programas de mantenimiento preventivo de los equipos. Cumplir con las NOM-080, NOM-080-STP y NOM-081.
Dispersión de partículas contaminantes que pueden afectar la salud del personal	6	El material que durante su transporte pudiera emitir partículas a la atmósfera, deberá ser cubierto con loras para evitar la dispersión de partículas.	Agua, suelo	Mitigación en la contaminación por partículas durante el transporte de los minerales	Cumplir con las especificaciones de la NOM-043-SEMA/RNA/T-1993, que establece el control de emisiones de partículas en tuercas fijas y con la NOM-002-SCT-2011, que regula el transporte de materiales y residuos peligrosos, incluyendo su contención para evitar derrames o dispersion.

<p>Dispersión de partículas contaminantes que pueden afectar la salud del personal</p>	<p>7</p>	<p>Establecer un programa de riesgo periódico en zonas con tránsito frecuente de vehículos y maquinaria para minimizar la emisión de partículas suspendidas.</p>	<p>Agua, suelo</p>	<p>Mitigación en la contaminación por partículas durante el transporte de los minerales</p>	<p>Cumplir con las especificaciones aplicables de NOM-043-SEMA/RNAT-1993, que establece los límites máximos permisibles de emisión de partículas en fuentes fijas. Cumplir con las especificaciones aplicables de la NOM-147-SEMA/RNAT/SSA1-2004, que regula la calidad del aire y el control de contaminantes, incluyendo partículas suspendidas.</p>
<p>Dispersión de partículas contaminantes que pueden afectar la salud del personal</p>	<p>8</p>	<p>Implementar un monitoreo de calidad de aire en la zona para evaluar el impacto negativo en caso de producirse.</p>	<p>Agua, Suelo, Biotá, Social</p>	<p>Identificar posibles fuentes de contaminación atmosférica</p>	<p>Cumplir con las especificaciones aplicables de NOM-156-SEMA/RNAT-2012, que establece los lineamientos para el monitoreo de calidad del aire en zonas específicas. Así como con la NOM-172-SEMA/RNAT-2019, que establece los criterios para la evaluación y comunicación del riesgo a la población por la calidad del aire.</p>
<p>Contaminación de agua por sedimentos</p>	<p>9</p>	<p>Instalar sanitario portátil en el frente de obra.</p>	<p>Agua, Suelo</p>	<p>El sanitario servirá para evitar que las aguas residuales entren en contacto con el suelo y el agua en el sitio.</p>	<p>El sanitario solo será utilizado durante las etapas de preparación del sitio y parte de la construcción, ya que, el desarrollo minero contempla adecuar un sistema sanitario en los dormitorios, comedor y casete de vigilancia. Cumplir con la NOM-001-STPS-2008, que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, incluyendo la obligación de proporcionar sanitarios adecuados para los trabajadores</p>
<p>Erosión de sedimentos y pérdida de fertilidad</p>	<p>10</p>	<p>Realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvias.</p>	<p>Suelo, Agua, Paisaje</p>	<p>Al realizar el mantenimiento fuera del temporal de lluvias se evitan los caminos y se evitan generar daños mayores al componente suelo.</p>	<p>Se llevará a cabo sólo en épocas de estiaje, con el fin de evitar dañar los caminos en tiempos de gusa.</p>
<p>Reducción de la permeabilidad y capacidad de infiltración debido a la compactación del suelo por el tránsito de vehículos</p>	<p>11</p>	<p>Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos.</p>	<p>Suelo, Agua</p>	<p>La colocación de material de calidad asegurará que los caminos se mantengan en buenas condiciones.</p>	<p>La rehabilitación de los caminos utilizando material de calidad evitará la erosión de partículas de suelo.</p>

Reducción de la permeabilidad y capacidad de infiltración debido a la compactación del suelo por el tránsito de vehículos	12	Restringir el movimiento de vehículos fuera de las áreas autorizadas.	Suelo	Al restringir el acceso y movimiento de los vehículos en zonas no autorizadas, se evitará la erosión y compactación del terreno.	Utilizar solo las zonas con autorización para el movimiento de los vehículos.
Movimiento de material geológico subterráneo	13	Que la explotación de los yacimientos se lleve a cabo conforme el programa de trabajo.	Suelo, Agua	Delimitar de manera oportuna y visible los vértices y las zonas de trabajo	Evitar la contaminación del recurso hídrico al no respetar las zonas de trabajo
Erosión de sedimentos y pérdida de fertilidad	14	El camino por rehabilitar deberá contar con cunetas para el desvío del agua para evitar la destrucción de este.	Suelo, Agua	Se rehabilitarán los caminos de acceso instalando y rehabilitando las cunetas	Favorecer la vida útil de los caminos, evitando el daño a los vehículos que transitan por el lugar además de evitar la erosión. Además de cumplir con las especificaciones aplicables de la NOM-015-SEMA/RNA T/SACARPA-2007, que establece criterios para la protección del suelo y la prevención de la erosión en actividades agropecuarias, incluyendo el manejo del escurrimiento.
Contaminación de agua por sedimentos	15	Se hará un muestreo semestral de las corrientes de agua para comprobar su calidad.	Agua	Implementar muestreos dos veces al año con el fin de saber si el agua está siendo contaminado por los sedimentos producido de la explotación	Mantener un control sobre la calidad del agua en la zona. Cumplir con las especificaciones aplicables de las NOM-001-SEMA/RNA T-2021, NOM-127-SSA1-2021 y NOM-200-SSA1-2002
Contaminación de agua por sedimentos	16	Implementar un sistema de drenaje adecuado en el sitio de explotación para evitar encalcamientos y erosión.	Agua, Suelo	Tener control sobre las descargas a fin de evitar accidentes en los frentes de trabajo	Evitar la contaminación del recurso hídrico evitando el arrastre de suelo fértil
Contaminación de agua por sedimentos	17	Promover el uso eficiente del agua en las comunidades cercanas, a través de campañas de concientización y apoyo en la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia.	Aguas, Social	Implementar campañas de concientización de las personas relacionadas con la preservación y cuidado del agua	Realizar por lo menos una campaña de concientización en las localidades cercanas

Movimiento de material geológico subterráneo	18	Que la explotación de los recursos sobre sea en las zonas establecidas.	Agua, Suelo, Biotas, Paisaje	Apegarse en todo momento a los lineamientos de acuerdo con el plan de trabajo establecido.	Se compactarán perfectamente para evitar el arastre del material geológico, y se tendrán en buenas condiciones las cunetas.
Movimiento de material geológico subterráneo	19	No realizar perforaciones a profundidad.	Agua, Suelo, Biotas, Paisaje	Apegarse en todo momento a los lineamientos de acuerdo con el plan de trabajo establecido.	Se compactarán perfectamente para evitar el arastre del material geológico, y se tendrán en buenas condiciones las cunetas.
Movimiento de material geológico subterráneo	20	Evitar la acumulación de material estéril en pendientes pronunciadas para prevenir deslizamientos y erosión.	Agua, Suelo	Mantener un control estricto sobre los trabajos que se lleven a cabo en cada una de las etapas de explotación	Respetar las zonas establecidas para llevar a cabo los trabajos incluyendo las zonas para acumular de material
Movimiento de material geológico subterráneo	21	Monitorear de manera periódica los cambios en la topografía para ajustar las estrategias de explotación y evitar afectaciones mayores.	Agua, Suelo, Paisaje	Apegarse en todo momento a los lineamientos de acuerdo con el plan de trabajo establecido.	Realizar de manera periódica visitas de inspección en las zonas donde se este llevando a cabo la explotación
Reducción de la permeabilidad y capacidad de infiltración debido la compactación del suelo por el tránsito de vehículos	22	Delimitar claramente las áreas de extracción y restringir el tránsito de maquinaria fuera de estas zonas.	Agua, Suelo, Biotas, Paisaje	Al delimitar de manera visible las zonas de trabajo se evitará la erosión y compactación del terreno.	Utilizar solo las zonas con autorización para el tránsito de la maquinaria durante los trabajos
Pérdida de armonía visual	23	Reconfigurar el relieve de las zonas explotadas para integrar la morfología del terreno con el paisaje circundante.	Suelo, Paisaje	Considerar el relieve natural de la zona para intentar guiarlo mediante obras de reingeniería	Restituir el sitio a su forma original considerando el paisaje natural en la zona
Movimiento de material geológico subterráneo	24	Se resaltarán las áreas delimitadas para las obras.	Agua, Suelo, Biotas, Paisaje	Al delimitar de manera visible las zonas de trabajo se evitará la erosión y compactación del terreno.	Utilizar solo las zonas con autorización para el tránsito de la maquinaria durante los trabajos

Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	25	Manejo adecuado de los residuos sólidos.	Suebo, Agua, Biota, Paisaje	Evitar la contaminación de las agua y suelo.	Información con referencia al manejo de los residuos generados en los frentes de obra. Cumplir con las especificaciones de la NOM-161-SEMA/RNA1-2011, que establece los criterios para la clasificación, manejo y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Cumplir con la NOM-087-SEMA/RNA1-SSA1-2002, en caso de que se generen residuos peligrosos biológico-infecciosos, y con la NOM-012-SEMA/RNA1-2005, que define las características y el manejo de residuos peligrosos.
Reducción de la permeabilidad y capacidad de infiltración debido la compactación del suelo por el tránsito de vehículos	26	Se prohíbe realizar mantenimiento a vehículos y maquinaria en el sitio.	Suebo, Agua, Biota, Paisaje	Se reducen la contaminación al suelo y agua al prohibir estas actividades en el sitio.	En el sitio se establecerá un taller para brindar los servicios básicos a los vehículos y maquinaria. Cumplir con las especificaciones aplicables de las NOM-138-SEMA/RNA1/SSA1-2012 y NOM-002-SEMA/RNA1-2010
Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	27	Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.	Suebo, Agua, Biota, Paisaje	Remediar y corregir en caso de existir la mala disposición de los residuos sólidos.	Realizar jornadas de limpieza de caminos y frentes para la recolección de los residuos.
Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	28	Implementar mecanismo de recolección de grasas y aceite (casos fortuitos).	Suebo, Agua, Biota, Paisaje	Durante el desarrollo del proyecto se realizarán jornadas para coleccionar todos aquellos materiales contaminantes a fin de evitar la contaminación del agua	Las jornadas de limpieza serán obligatorias durante todas las etapas.
Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	29	Implementar un programa de restauración en el abandono del sitio.	Suebo, Agua, Biota, Paisaje	Se efectuará un abandono del sitio con el objetivo de mitigar los impactos negativos.	Las obras de compensación mitigarán los efectos negativos derivados del aprovechamiento de yacimientos.
Dispersión de partículas contaminantes que pueden afectar la salud del personal	30	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento del camino a rehabilitar, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos.	Suebo, Agua, Biota, Paisaje	Al colocar material de buena calidad se protegerá el cuidado de los caminos evitando que el suelo se erosione y se contamine el agua.	Se colocará material adecuado en todas las áreas que sea necesario, en especial al rehabilitar los caminos de acceso.

Erosión de sedimentos y pérdida de fertilidad	31	Se deberá suavizar los taludes durante la etapa de abandono del sitio.	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	La colocación de material de calidad asegurará que los caminos se mantengan en buenas condiciones.	El promotor debe vigilar que las obras se desarrollen de acuerdo con el programa de abandono
Erosión de sedimentos y pérdida de fertilidad	32	Queda estrictamente prohibido desarrollar caminos alternos que no se contemplen en el programa de trabajo.	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Los caminos y la zona de explotación serán claramente definidos	Todos los trabajadores en especial los operadores deberán conocer las áreas autorizadas, incluidos los caminos de rodamiento
Alteración en la regeneración natural y en los ciclos fenológicos de las especies vegetales.	33	Se acomodará y picará los productos forestales maderables resultado de la remoción de la vegetación en áreas aledañas a la zona de acceso en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación y disminuir la erosión hídrica.	Suelo, Agua	Se minimizan los efectos adversos que se pudieran presentar producto de la erosión eólica o hídrica	Mantener un control sobre las actividades que se estén desarrollando durante la preparación del sitio
Alteración en la regeneración natural y en los ciclos fenológicos de las especies vegetales.	34	En las áreas forestales con pendientes mayores a los 15 grados y en aquellas que presenten problemas de erosión o un aumento del grado de erosión ocasionado, aplicar un programa de conservación de suelos.	Suelo, Agua	Evitar los efectos negativos producto de la remoción de vegetación	Identificar las zonas más propensas o dañadas, con el objetivo de restaurarlas mediante la implementación de buenas prácticas
Alteración en la regeneración natural y en los ciclos fenológicos de las especies vegetales.	35	Picar y esparcir los residuos vegetales producto del desmonte en los suelos desnudos, con el fin de facilitar la incorporación de los elementos biológicos al suelo a través de su proceso natural de biodegradación sin interferir con la germinación de las semillas.	Suelo, Fibra	Ayudar a la restauración natural y la recuperación de zonas con problemas de erosión	Identificar las zonas que carecen de vegetación para posteriormente incorporar el material vegetal resultante de la remoción de vegetación.
Pérdida de armonía visual	36	Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina.	Suelo, Paisaje	El establecimiento de las obras de manera paulatina ayudará a tener un mejor aspecto visual.	El desarrollo de las obras en la etapa de construcción de obedecer al orden planeado y de acuerdo con los lineamientos establecidos.

Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	37	Manejo adecuado de los residuos.	Agua, Biotá, Paisaje	Durante el desarrollo del proyecto se realizarán jornadas para coleccionar todos aquellos materiales contaminantes a fin de evitar la contaminación	Las jornadas de limpieza serán obligatorias durante todas las etapas
Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	38	Disefiar la disposición de residuos y escombro en zonas de baja visibilidad o ilegales con el relieve existente.	Suelo, Paisaje, Biotá	Habilitar una zona para el acomodo de escombro	Evitar la acumulación de material y/o residuos en zona so áreas no permitidas
Pérdida de armonía visual	39	Rehabilitar las áreas intervenidas con cobertura vegetal nativa para integrar visualmente el sitio al entorno.	Agua, Biotá, Paisaje	Ayudará a aumentar la cobertura vegetal como medida de compensación ambiental, con el fin de disminuir los impactos negativos derivados del desarrollo minero.	Establecimiento y reforestación con especies nativas.
Desplazamiento de especies de fauna silvestre	40	Aumentar de manera temporal la fauna silvestre antes de iniciar cualquier actividad.	Biotá	Permitir el ahuyentamiento de la fauna es la medida más efectiva y ayudará a no tener afecciones.	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.
Aumento en la vulnerabilidad de las especies debido a la reducción de refugios y fuentes de alimento	41	Prohibición de caza de fauna silvestre.	Biotá	Al informar acerca de las características e importancia de la fauna, y prohibición de la cacería se tendrá un efecto de conciencia ambiental.	Prohibir la cacería legal durante en las diferentes etapas de la obra.
Desplazamiento de especies de fauna silvestre	42	Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.	Biotá	Al informar acerca de las características e importancia de la fauna, y prohibición de la cacería se tendrá un efecto de conciencia ambiental.	Elaborar y colocar 2 tableros alusivos a la prohibición de la caza legal

Alteración en la regeneración natural y en los ciclos fenológicos de las especies vegetales.	43	Queda prohibida la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas.	Biota	Delimitar adecuadamente las áreas autorizadas en la etapa de preparación del sitio.	El delimitar las zonas de manera eficiente y oportuna coadyuvará a evitar instalar infraestructura no autorizada.
Desplazamiento de especies de fauna silvestre	44	Realizar capacitaciones periódicas al personal sobre la importancia de la fauna local y las acciones para su protección.	Social, Biota	Realizar una capacitación acerca de la importancia de la fauna local antes de iniciar con las actividades	Al concientizar al personal sobre la importancia de la fauna esta no será perturbada o cazada de manera ilegal por el personal
Aumento en la vulnerabilidad de las especies debido a la reducción de refugios y fuentes de alimento	45	Mantener cerrados y protegidos los contenedores de residuos para evitar que la fauna silvestre los utilice como fuente de alimento.	Biota	Tener ubicadas las áreas donde se disponga de contenedores para lograr tener un control sobre su estado	Tener en buen estado tanto el contenedor como la cubierta para evitar que los animales entren a alimentarse de los desechos
Desplazamiento de especies de fauna silvestre	46	Implementar horarios específicos de trabajo para reducir el impacto acústico en los momentos de mayor actividad de la fauna.	Biota, Social	Respetar los horarios de trabajo en apego al cronograma de actividades establecido	Queda estrictamente prohibido el uso de maquinaria fuera de horas de trabajo
Aumento en la vulnerabilidad de las especies debido a la reducción de refugios y fuentes de alimento	47	Prohibir la remoción de la vegetación (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados).	Biota, Suelo, Paisaje	Con la delimitación de los polígonos para el desarrollo minero, se garantizará que no se afecte la vegetación.	Evitar daños a vegetación circundante al sitio
Desplazamiento de especies de fauna silvestre	48	Prohibir el uso del fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales.	Biota, Suelo, Paisaje	Reducir el riesgo que promócara incendios forestales por actividades antropicas.	Evitar daños a vegetación circundante al sitio

Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	49	Aplicar un programa de abandono del sitio, que implique la reforestación del sitio.	Agua, Biota, Paisaje	Ayudará a aumentar la cobertura vegetal como medida de compensación ambiental, con el fin de disminuir los impactos negativos derivados del desarrollo minero.	Establecimiento y reforestación con especies nativas.
Aumento en la vulnerabilidad de las especies debido a la reducción de refugios y fuentes de alimento	50	Implementar un programa de rescate y reubicación de flora y fauna.	Agua, Biota, Paisaje	Ayudará a aumentar la cobertura vegetal como medida de compensación ambiental con el fin de disminuir los impactos negativos derivados del desarrollo minero.	Establecimiento y reforestación con especies nativas.
Reducción de la permeabilidad y capacidad de infiltración debido a la compactación del suelo por el tránsito de vehículos	51	Minimizar el uso de maquinaria pesada en zonas con cobertura vegetal para reducir la compactación del suelo y el daño a raíces.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Al delimitar de manera visible las zonas de trabajo se evitará la erosión y compactación del terreno.	Utilizar solo las zonas con autorización para el tránsito de la maquinaria durante los trabajos
Alteración en la regeneración natural y en los ciclos fenológicos de las especies vegetales	52	Promover la regeneración natural en zonas menos impactadas mediante la protección de brotes y plántulas.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Delimitar las zonas autorizadas para evitar la perturbación a la regeneración natural	Prohibir tránsito con vehículos en áreas no autorizadas
Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	53	Implementar técnicas de siembra directa y dispersión de semillas en áreas degradadas.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Localizar áreas propicias donde se pueden establecer especies vegetales mediante el brote de semillas o siembra directa	Regeneración de vegetación en zonas perturbadas o degradadas

Incremento de la Calidad de vida de los habitantes; Generación de empleos a nivel local y regional	54	Contratación de habitantes que radiquen en las poblaciones del AI.	Sociedad	En la contratación de personal se recomienda dar preferencia a los habitantes de la zona, con el fin de evitar la generación de impactos sobre el medio socioeconómico y canalizar parte de la demanda económica hacia la población.	Contratación de personas del AI.
Incremento de la Calidad de vida de los habitantes; Generación de empleos a nivel local y regional	55	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	Sociedad	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal acorde con las actividades que desarrollen, como cascos, tapabocas, gafas, guantes, botas, etc., bajo el mismo concepto se sugiere que durante todas las etapas del proyecto se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.
Reducción de la permeabilidad y capacidad de infiltración de todo la compactación del suelo por el tránsito de vehículos	56	Mantenimiento de caminos.	Agua, Suelo, Biotá, Paisaje	Al mantener los caminos en buenas condiciones se evita la generación de polvo.	Mantener la nivelación y drenaje apropiado en los caminos y zona de acceso, y mantener las cunetas de desague libres de obstáculos.
Incremento de la Calidad de vida de los habitantes; Generación de empleos a nivel local y regional	57	Acceso a servicios médicos (solo para los obreros).	Sociedad	Todos los trabajadores serán dados de alta en el seguro médico antes de comenzar las labores	Brindar seguridad a los trabajadores, y en caso de accidentes todos los trabajadores contarán con seguro médico por parte de la empresa.

Incremento de la Calidad de vida de los habitantes. Generación de empleos a nivel local y regional	58	Implementar un programa de sensibilización sobre seguridad laboral dirigido a los trabajadores, promoviendo la cultura de prevención de accidentes.	Sociedad	Antes de iniciar con las actividades implementar un programa de prevención de accidentes	Evitar accidentes laborales
Incremento de la Calidad de vida de los habitantes. Generación de empleos a nivel local y regional	59	Garantizar condiciones laborales dignas, con honorarios de trabajo adecuados y el respeto a los derechos laborales, para evitar el agotamiento o accidentes laborales.	Sociedad	Respetar las jornadas de trabajo en apego al cronograma de actividades establecido	Evitar accidentes laborales
Incremento de la Calidad de vida de los habitantes. Generación de empleos a nivel local y regional	60	Establecer brigadas de primeros auxilios dentro de las instalaciones del proyecto y proporcionar acceso a equipos médicos básicos en el sitio de trabajo.	Sociedad	Además de establecer brigadas es necesario contar con botiquines de primeros auxilios ubicados estratégicamente en las diferentes zonas de trabajo	Evitar accidentes laborales
Incremento de la Calidad de vida de los habitantes. Generación de empleos a nivel local y regional	61	Desarrollar proyectos de infraestructura social en colaboración con la comunidad local, como la mejora de las instalaciones educativas o el acceso a servicios básicos.	Sociedad	Apoyar con el desarrollo de infraestructura de calidad	Colaborar con el desarrollo regional en zonas con altos niveles de marginación
Incremento de la Calidad de vida de los habitantes. Generación de empleos a nivel local y regional	62	Promover programas de salud comunitaria que beneficien a la población local, mediante la mejora de servicios médicos, campañas de vacunación y chequeos de salud periódicos.	Sociedad	Todos los trabajadores serán dados de alta en el seguro médico antes de comenzar las labores	Brindar seguridad a los trabajadores, y en caso de accidentes todos los trabajadores contarán con seguro médico por parte de la empresa.
Incremento de la Calidad de vida de los habitantes. Generación de empleos a nivel local y regional	63	Establecer un programa de apoyo a la educación y formación profesional para los habitantes de las poblaciones cercanas al área de influencia (AI).	Sociedad	Apoyar a las comunidades locales con el desarrollo comunitario	Apoyar el desarrollo comunitario en zonas con alto nivel de marginación
Incremento de la Calidad de vida de los habitantes. Generación de empleos a nivel local y regional	64	Crear un fondo de desarrollo comunitario para financiar proyectos sociales como reparaciones menores a viviendas, actividades recreativas o programas culturales que beneficien a la población local.	Sociedad	Apoyar a las comunidades locales con el desarrollo comunitario	Apoyar el desarrollo comunitario en zonas con alto nivel de marginación

## VI.2. Impactos residuales

Los impactos residuales se refieren a efectos que permanecen en el ambiente después de aplicar las medidas de prevención, mitigación compensación y restauración. En gran medida el cumplimiento del programa de protección ambiental depende de la correcta aplicación de estas medidas; sin embargo, a pesar de ello, en mucho de los casos los impactos tienen una residualidad que es muy difícil establecer alguna medida para reducir el daño ambiental. Por tanto, para identificar y evaluar estos impactos se comparó el estado actual del factor ambiental con respecto al escenario probable del ambiente una vez que se encuentra en operación las obras. Para tal caso se usó la matriz de Batelle - Columbus modificada para la etapa de **operación** considerando los efectos que tendrán las medidas de prevención, mitigación compensación y restauración descritas anteriormente sobre el impacto ambiental. La metodología usada consideró mantener el índice de calidad ambiental ( $CA_1$ ) en su estado inicial (actual), el cual fue contrarrestado con el índice de calidad ambiental después de aplicar las medidas y que las obras ya se encuentran en operación ( $CA_2$ ), entonces, si el valor del impacto neto (**IN**) resulta negativo este impacto es considerado residual, dado que no tiene una forma de como mitigar el daño ambiental sobre ese parámetro evaluado. Los resultados se presentan en el cuadro siguiente.

**Cuadro VI-13. Identificación de los impactos residuales.**

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTRIOS	Índice de CA		CA <sub>N</sub> Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			CA <sub>1</sub>	CA <sub>2</sub>			IN <sub>1</sub>	IN <sub>2</sub>	
BIÓTICO	Flora	Desmonte	0.73	0.52	-0.2	80	58.4	41.6	-16.8
BIÓTICO	Flora	Fragmentación	0.46	0.23	-0.23	40	18.4	9.2	-9.2
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición	0.43	0.34	-0.09	60	25.8	20.4	-5.4
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad	0.52	0.51	-0.01	40	20.8	20.4	-0.4
BIÓTICO	Flora	Especies de interés	0.60	0.553	-0.047	20	12.0	11.1	-0.9
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento	0.70	0.68	-0.02	30	21.0	20.4	-0.6
BIÓTICO	Fauna	Mortandad	0.53	0.49	-0.04	20	10.6	9.8	-0.8
BIÓTICO	Fauna	Abundancia	0.70	0.66	-0.04	40	28.0	26.4	-1.6
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad	0.61	0.61	0	40	24.4	24.4	0.0
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés	0.69	0.58	-0.11	40	27.6	23.2	-4.4
FÍSICO	Topografía	Pendiente	0.62	0.49	-0.13	20	12.4	9.8	-2.6
FÍSICO	Topografía	Relieve	0.62	0.42	-0.203	15	9.3	6.3	-3.0
FÍSICO	Topografía	Orientación	0.52	0.42	-0.1	15	7.8	6.3	-1.5
FÍSICO	Topografía	Curvatura	0.52	0.39	-0.13	10	5.2	3.9	-1.3
FÍSICO	Suelo	Contaminación	0.73	0.42	-0.31	20	14.6	8.4	-6.2
FÍSICO	Suelo	Compactación	0.72	0.33	-0.39	20	14.4	6.6	-7.8
FÍSICO	Suelo	Temperatura	0.65	0.61	-0.04	10	6.5	6.1	-0.4
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica	0.67	0.34	-0.33	30	20.1	10.2	-9.9
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica	0.63	0.51	-0.12	50	31.5	25.5	-6.0
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica	0.68	0.45	-0.23	50	34.0	22.5	-11.5
FÍSICO	Suelo	Remoción	0.72	0.33	-0.39	20	14.4	6.6	-7.8
FÍSICO	Agua	Contaminación	0.61	0.51	-0.1	25	15.3	12.8	-2.5
FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial infiltración	e 0.68	0.58	-0.1	30	20.4	17.4	-3.0
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración	0.52	0.45	-0.07	25	13.0	11.3	-1.8
FÍSICO	Aire	Olor	0.69	0.65	-0.04	10	6.9	6.5	-0.4
FÍSICO	Aire	Visibilidad	0.62	0.51	-0.11	5	3.1	2.6	-0.6
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.72	0.49	-0.23	20	14.4	9.8	-4.6
FÍSICO	Aire	Ruidos	0.73	0.67	-0.06	20	14.6	13.4	-1.2

Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

FÍSICO	Paisaje	Calidad	0.71	0.58	-0.13	20	14.2	11.6	-2.6
FÍSICO	Paisaje	Visitantes	0.62	0.66	0.04	20	12.4	13.2	0.8
FÍSICO	Infraestructura	Caminos	0.41	0.49	0.08	20	8.2	9.8	1.6
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.49	0.52	0.03	10	4.9	5.2	0.3
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.43	0.11	5	1.6	2.2	0.6
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes	0.61	0.68	0.07	10	6.1	6.8	0.7
SOCIOECONOMICO	Cultura	Grupos étnicos	0.70	0.52	-0.18	10	7.0	5.2	-1.8
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.32	0.48	0.16	20	6.4	9.6	3.2
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Interacciones comerciales indirectos	0.33	0.51	0.18	20	6.6	10.2	3.6
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.32	0.28	-0.04	30	9.6	8.4	-1.2
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.33	0.31	-0.02	30	9.9	9.3	-0.6

Del análisis anterior los componentes que mantienen un impacto residual después de aplicar el programa de protección ambiental en la etapa de operación de las obras son los siguientes.

**Cuadro VI-14. Valor del cambio neto de los impactos residuales**

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA <sub>1</sub>	UIA <sub>2</sub>	
Flora	240	135.4	102.7	-32.7
Fauna	170	111.6	104.2	-7.4
Topografía	60	34.7	26.3	-8.4
Suelo	200	135.5	85.9	-49.6
Agua	80	48.7	41.4	-7.3
Aire	55	39.0	32.3	-6.8
Paisaje	40	26.6	24.8	-1.8
Infraestructura	35	14.7	17.2	2.5
Valores históricos	10	6.1	6.8	0.7
Cultura	10	7.0	5.2	-1.8
Centros de población	40	13.0	19.8	6.8
Estilos de vida	60	19.5	17.7	-1.8
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>591.80</b>	<b>484.16</b>	<b>-107.64</b>

Gráficamente, los valores negativos se pueden observar en la figura siguiente.

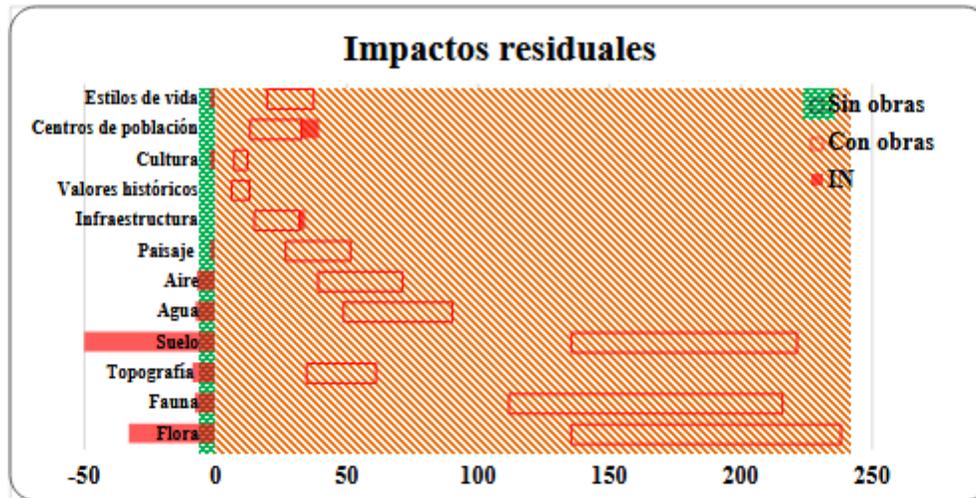


Figura VI-2. Identificación de los componentes que tienen impactos residuales

Las medidas que se proponen para minimizar y atenuar los impactos residuales se basan en aquellas presentadas de manera general, ya que se consideró sólo aquellas medidas que se van a aplicar con cierta efectividad, especificando la dimensión del impacto reducido. Los componentes que tendrán impactos residuales durante la vida útil son:

- Las obras modificarán permanentemente la topografía del sitio, no se podrá regresar el sitio en su estado original.
- El agua se verá alterada por el posible depósito de sedimentos como producto de la explotación.
- El suelo será un componente que tendrá impacto permanente, por el paso de vehículos y maquinaria pesada.
- El paisaje también será modificado de manera permanente, aunque con las plantaciones el sitio regresará a su estado original de manera paulatina.
- El aire será alterado por la generación de polvo como producto del tránsito de vehículos y maquinaria pesada.
- El material extraído ya no se regenerará por ningún medio.
- Pérdida parcial de cobertura vegetal.
- Alteración de la infiltración y escurrimiento del agua.
- Efectos en la calidad del agua subterránea.

### VI.3. Impactos sinérgicos y acumulativos

Un "impacto sinérgico" se produce cuando el efecto conjunto de impactos supone una incidencia mayor que la suma de los impactos individuales, por su parte un "impacto acumulativo" es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente. En el sitio un impacto sinérgico y acumulativo se refiere a la modificación del gasto del cauce natural, este impacto si no se llevan a cabo las medidas necesarias para permitir el flujo de agua, puede desencadenar un desastre ecológico agua abajo del embalse. Es necesario, considerar mantener este gasto ecológico para permitir la subsistencia de la fauna silvestre y domestica aguas debajo de la cortina. En gran medida el cumplimiento del programa de protección ambiental depende de las medidas de mitigación y compensación de los impactos **sinérgicos y acumulativos** y, debe vigilarse permanentemente el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación ambiental. La idea es mantener una vinculación con la acción, para conocer su relación con el medio ambiente. Entre las acciones de seguimiento que se proponen para minimizar y atenuar los impactos sinérgicos y acumulativos, se encuentran:

- a) Informes sobre situación ambiental y evolución del plan de cumplimiento de las medidas de protección.
- b) Informes sobre evolución de aspectos socioculturales.

- c) Estudios ambientales complementarios si así se ameritan.

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1. Pronóstico del escenario

Ambiental, haciendo un pronóstico con base en el diagnóstico ambiental del área de influencia del sistema ambiental y Predio, la evaluación de impactos y las medidas de manejo ambiental propuestas. El punto de partida del análisis son las condiciones presentes, tomando en cuenta las tendencias de cambio observadas y las esperadas después de la etapa de operación en relación con el estado actual de los componentes ambientales.

- a) En el escenario ambiental "**sin obras**", consideró un diagnóstico completo de los elementos del sistema ambiental (SA), donde los procesos naturales y socioeconómicos ocurren de manera natural presentando problemas como los incendios, erosión, contaminación, etc.
- b) El escenario ambiental del SA "**con obras y sin medidas de mitigación**", consideró la dinámica natural y socioeconómica actual, las actividades y dimensiones de la obra, así como los impactos ambientales que se pueden generar en las diferentes etapas.
- c) El escenario ambiental del SA "**con obras y con medidas de mitigación**", toma en cuenta la descripción de los aspectos citados en el punto anterior, pero incorporando las medidas de prevención, restauración y mitigación propuestas. El pronóstico del escenario se aborda a partir de la perspectiva de cambio que resultará de las acciones sobre el medio natural (principalmente en la etapa de operación), y las medidas de manejo ambiental correspondientes. Para ello se debe de tomar en cuenta la dinámica de las variables del medio ambiente a monitorear como indicadores de cambio.
- d) El escenario esperado se realizó por cada componente ambiental, usando la matriz de Batelle - Columbus modificada.

La descripción del escenario esperado cuando las obras se encuentren en su etapa de operación se presenta en el cuadro siguiente.

**Cuadro VII-1. Análisis del pronóstico del escenario**

Condición actual	Con sobras, pero sin medidas de mitigación	Con sobras, pero con medidas de mitigación
<p><b>Componente:</b> Biotá (flora)</p> <p><b>Impacto:</b> <b>P1</b> Modificación de la abundancia y diversidad de la flora</p> <p><b>Atributo o variable:</b> Diversidad y estructura</p>	<p>Durante la etapa de preparación del sitio es inevitable la eliminación total de la vegetación, ya que es una actividad necesaria para iniciar con explotación de los minerales.</p> <p>Este impacto solo se generará en la etapa de preparación del sitio, ya que, la vegetación será removida en su totalidad para dar paso a las etapas siguientes.</p>	<p>Este impacto es de carácter significativo y permanentemente ya que para el desarrollo del proyecto es necesario la eliminación de la vegetación en la zona plantada para la infraestructura.</p> <p>Se supone que con las obras de restauración en zonas abatidas se puede compensar la pérdida de vegetación dentro de esta superficie, por lo que se considera que con el desarrollo del proyecto se obtendrán mayores beneficios pues se están resituando zonas que han sido afectadas de manera natural y que sin estas obras se seguiría con el proceso de deterioro.</p> <p>Se llevará un programa de reforestación con especies nativas de una superficie mucho mayor a la afectada. Se espera que en el corto plazo la superficie reforestada presente los servicios ambientales mayores incluyendo la captura del CO<sub>2</sub> emitido por el establecimiento y desarrollo del proyecto.</p> <p>Se incorporará el material removido a zonas degradadas o con suelo desnudo para propiciar la incorporación de los elementos biogénicos al suelo a través de su proceso natural de biodegradación sin interferir con la germinación de las semillas.</p> <p>Realizar plantaciones en las zonas intervenidas ayudará a prevenir daños al suelo desnudo, además de ayudar a recuperar de manera más acelerada el estado original del área total.</p>
<p><b>Componente:</b> Biotá (flora)</p> <p><b>Impacto:</b> <b>P2</b> Alteración en la regeneración natural y en los ciclos biogénicos de las especies vegetales</p> <p><b>Atributo o variable:</b> Diversidad y estructura</p> <p><b>Componente:</b> Biotá (flora)</p>	<p>La vegetación no podrá establecerse mientras existe la infraestructura, pues los restos vegetales pueden obstruir la obra y dañar la infraestructura.</p>	<p>Se delimitarán únicamente las zonas autorizadas para desarrollar las actividades y se restringirá el uso de vehículos en áreas no autorizadas, con el fin de evitar la perturbación de la vegetación nativa en las zonas abatidas al proyecto.</p> <p>La incorporación al suelo de los restos vegetales resultantes del desmonte ayudará a la regeneración natural de plantas al fungir como una fuente de nutrientes, además de reducir la dispersión de partículas y la erosión en las zonas perturbadas.</p> <p>La implementación de actividades como la siembra directa y la dispersión de semillas en áreas degradadas facilitará la recuperación de los ecosistemas previamente afectados, favoreciendo la restauración de la cobertura vegetal y el mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos, contribuyendo así a la restitución de las áreas impactadas.</p>
<p><b>Componente:</b> Biotá (fauna)</p> <p><b>Impacto:</b> <b>P3</b> Aumento en la vulnerabilidad de las especies debido a la reducción de refugios</p> <p><b>Atributo o variable:</b> Flora y vulnerabilidad</p>	<p>El establecimiento de la infraestructura es una actividad necesaria para el desarrollo de las actividades, ya que se requiere contar con instalaciones adecuadas para brindar los servicios necesarios durante el avance de las obras.</p> <p>La perturbación de mediana y sin control de los ecosistemas naturales provocará una pérdida irreparable de su capacidad para sostener de manera natural la regeneración de especies nativas de la región.</p>	<p>Rara mitigar los impactos negativos sobre la fauna silvestre, el proyecto contempla la implementación de medidas orientadas a la conservación y evaluación de especies, especialmente aquellas con baja movilidad. Entre estas acciones se incluyen la delimitación de áreas de exclusión temporal para permitir el desplazamiento natural de la fauna antes de la intervención, así</p>
<p>En la selva baja caducifolia, la alta posibilidad de refugios y sitios de anidación limita debido a la estacionalidad de la vegetación y la escasa diversidad faunística; sin embargo, las</p>	<p>Durante el desarrollo de las actividades, la perturbación de zonas de interés para la fauna silvestre es inevitable, ya que la remoción de la vegetación natural en los sitios destinados a la edificación de infraestructuras no solo implica la pérdida de refugios y sitios de anidación, sino también la alteración de las fuentes de alimento y las dinámicas ecológicas locales. Esta</p>	<p>Rara mitigar los impactos negativos sobre la fauna silvestre, el proyecto contempla la implementación de medidas orientadas a la conservación y evaluación de especies, especialmente aquellas con baja movilidad. Entre estas acciones se incluyen la delimitación de áreas de exclusión temporal para permitir el desplazamiento natural de la fauna antes de la intervención, así</p>

Explotación de recursos minerales metálicos en Metales, Tepetlhuames, Durango.

<p>especies presentes han desarrollado adaptaciones para sobrevivir en estas condiciones.</p> <p>La remoción de la vegetación obligará a las especies de fauna a buscar refugio y zonas de anidación en áreas cercanas que presenten condiciones similares a las originales.</p>	<p>modificación del entorno puede generar un desplazamiento forzado de las especies hacia áreas altas, lo que podría incrementar la competencia por recursos y afectar el equilibrio del ecosistema.</p> <p>Las especies de desplazamiento lento serán las más afectadas, ya que carecen de la capacidad para huir rápidamente del sitio y buscar nuevas áreas donde establecerse. Su limitada movilidad las hace más vulnerables a la exposición prolongada a condiciones adversas, depredaciones y la dificultad para encontrar refugios adecuados en zonas cercanas. En algunos casos, esto podría llevar a una reducción en sus poblaciones locales e incluso afectar su supervivencia en el área de influencia del proyecto.</p>	<p>como la reubicación asistida de individuos en riesgo hacia zonas con condiciones ecológicas similares. Además, se prevé la restauración de áreas con vegetación nativa para la generación de nuevos refugios y la implementación de corredores biológicos que faciliten la movilidad de las especies hacia hábitats alternativos. Estas estrategias contribuirán a minimizar la alteración del ecosistema y a favorecer la recolonización de las especies en áreas cercanas, reduciendo el impacto a largo plazo sobre la biodiversidad local.</p>
<p><b>Impacto:</b> <b>P4</b> Desplazamiento de especies de fauna silvestre</p> <p><b>Atributo o variable:</b> Especies de interés especial</p> <p>Específicamente en el área de influencia la fauna es escasa, ya que las especies prefieren habitar con una cobertura vegetal mayor y con mayores zonas de alimentación y disponibilidad de agua, por lo que estas áreas no hacen sus madrigueras en las áreas más bajas cercanas a los arroyos.</p>	<p>Aumentar el ruido por las actividades, las especies que pudieran estar presentes en la zona se desplazarán hacia lugares más tranquilos, es evidente que se modificará el hábitat local, sin embargo, no se encontrarán áreas específicas de anidación o de alimentación de ninguna especie, solo se avistaron individuos en el sitio, por lo que se considera que el área solo la utilizan para desplazarse y por lo tanto no se considera un impacto relevante, pues solo será durante las etapas de preparación del sitio y operación y mantenimiento.</p>	<p>Se colocará un letrero de protección a fauna, para concentrar a la población sobre la importancia de la conservación de esta. Este tipo de actividades ayuda a mejorar la cultura ambiental sobre el papel de las especies de fauna en el ecosistema.</p>
<p><b>Componente:</b> Topografía e hidrología</p> <p><b>Impacto:</b> <b>P5</b> Modificación de los patrones de escurrimiento superficial, lo que puede generar erosión</p> <p><b>Atributo o variable:</b> Escurrimiento y erosión</p> <p>A pesar de que no se presentan escurrimientos superficiales en las áreas del proyecto, la remoción de la vegetación durante el temporal de lluvias podría favorecer la formación de pequeños escurrimientos, los cuales pueden ocasionar el arrastre de partículas del suelo y aumentar el riesgo de erosión</p> <p>Actualmente, no se han detectado problemas de erosión en las áreas del proyecto, debido a la baja perturbación antropogénica en la zona. Sin embargo, dentro del Área de Influencia (AI) se observaron algunas zonas desmontadas para el establecimiento de cultivos de autoconsumo, lo que podría contribuir a procesos erosivos localizados.</p>	<p>Diversos estudios han demostrado que la remoción de la vegetación provoca un aumento significativo en la erosión del suelo, ya que la cobertura vegetal cumple un papel fundamental en la estabilización del sustrato, la regulación del escurrimiento superficial y la retención de partículas. Al eliminar la vegetación, el suelo queda expuesto a la acción directa del viento y la lluvia, lo que incrementa la pérdida de material fértil, reduce su fertilidad y puede generar alteraciones en la calidad del agua por el arrastre de sedimentos hacia cuerpos hídricos cercanos. Estos efectos pueden ser más severos en áreas con pendientes pronunciadas o suelos con baja cohesión, donde la erosión acelerada puede comprometer la regeneración del ecosistema y aumentar la vulnerabilidad del terreno a deslizamientos y degradación a largo plazo.</p>	<p>Se ha planteado la realización de riegos periódicos durante el temporal de estípe como una medida de control para minimizar la pérdida de suelo por efecto del viento, especialmente en áreas expuestas donde la vegetación ha sido removida. Esta acción contribuirá a mantener la humedad del sustrato, reduciendo la movilización de partículas y disminuyendo el riesgo de erosión eólica, lo que a su vez favorecerá la estabilidad del terreno y evitará la dispersión de polvo en el ambiente.</p> <p>Además, el monitoreo constante de las actividades permitirá una supervisión efectiva de los factores más susceptibles a la degradación como el suelo, facilitando la detección temprana de posibles alteraciones y la implementación de medidas correctivas. Este seguimiento también ayudará a prevenir el desarrollo de escurrimientos superficiales en caso de precipitaciones, evitando el arrastre de partículas y minimizando la erosión hídrica, lo que garantizará una mejor conservación de las condiciones edáficas y la estabilidad de la área intervenida.</p>
<p><b>Componente:</b> Topografía</p> <p><b>Impacto:</b> <b>P6</b> Modificación de material geológico subterráneo</p> <p><b>Atributo o variable:</b> Pendiente y exposición</p> <p>La pendiente geométrica del sitio donde se establecerá el proyecto para la explotación de 32296m<sup>2</sup> correspondiente a zona baja caducifolia.</p> <p>La exposición del sitio es mayormente hacia el noroeste y suroeste.</p>	<p>La pendiente de la zona del proyecto se verá modificada favorablemente, dado que la explotación es de manera subterránea, sin embargo, esto no impactará de manera significativa al entorno natural, ya que la zona propuesta es de 3.47 hectáreas.</p> <p>La exposición y relieve se verá modificado, por el movimiento del material requerido.</p>	<p>las medidas de mitigación permitirán que exista una estabilidad en el sitio que no permitirá deslaves, al impedir la explotación de los recursos en zonas no estables.</p> <p>la correcta disposición del suelo producto del despalme contribuirá a mantener las condiciones naturales del sitio. Además, evitar la acumulación de material estéril en zonas pronunciadas contribuirá a prevenir accidentes por</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular

[Mina Las Coronitas]

Explotación de recursos minerales metálicos en Metales, Tepetlhuames, Durango.

<p>Compromete: Suelo</p> <p><b>Impacto:</b> <b>[07]</b> Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos</p> <p>Atributo o variable: Residuos sólidos</p>		<p>desdoblamiento y el monitoreo constante de la biografía será clave para detectar posibles cambios negativos y ajustar los trabajos en caso de ser necesario.</p>
<p>Los residuos sólidos (basura) y peligrosos (basuras usadas) se generan en el sitio de manera esporádica por las actividades socioeconómicas, aunque en mínimas cantidades, pues hace falta mayor concientización e infraestructura para su recolección y disposición.</p> <p>Al ser una zona rural no se tiene la infraestructura necesaria para la disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, por lo que se hacen basureros clandestinos o en ocasiones son quemados sin implementar el sistema de recolección, lo que genera una contaminación mayor. Por lo tanto, el programa actual será similar en el mediano plazo, pues no hay programas para mejorar la conciencia ambiental de la población local.</p>	<p>Al utilizar vehículos de transporte personal y maquinaria pesada, se generarán residuos producto del mantenimiento de los mismos, estos pueden generarse dentro del área de trabajo pues las fallas se presentan de forma inesperada aun cuando se realice el mantenimiento preventivo. Los accidentes podrían provocar derrames que indirectamente al suelo y agua.</p> <p>En cuanto a los residuos sólidos no peligrosos, estos serán mínimos, pues los trabajadores serán de la región y podrán desplazarse a sus hogares para recibir sus alimentos, quizá se podrá generar residuos de lizas o bolsas plásticas, estos podrán ser recolectados y llevados a los sitios de disposición de la localidad. El impacto por la generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos estará presente durante la vida útil, sin embargo, este impacto puede ser mitigable de forma inmediata si se aplican las medidas de prevención identificadas.</p>	<p>Los residuos sólidos peligrosos serán los productos del mantenimiento de los vehículos y motores, estos serán almacenados en recipientes metálicos con su tapa correspondiente y serán manejados de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT/2005, los recipientes serán resguardados dentro del almacén temporal más cercano y dado que los requerimientos son mínimos, los residuos también serán pocos y solo corresponden a tapas a los recipientes impregnados de grasa, en ocasiones suelo contaminado, aceite gastado y envases vacíos.</p> <p>Se contará también con un recipiente para la recolección de los residuos sólidos no peligrosos, los cuales serán depositados en los basureros locales. El programa de este componente se prevé similar al que está actualmente, pues no se prevé un incremento por las dimensiones y requerimientos de las obras y los residuos se pueden presentar en cualquier etapa.</p>
<p>Compromete: Suelo y agua</p> <p><b>Impacto:</b> <b>[08]</b> Reducción de la permeabilidad y capacidad de infiltración de suelo</p> <p>Atributo o variable: Infiltración / compactación / suelo</p>	<p>El estado actual de la zona sin vegetación muestra una clara reducción en la permeabilidad y la capacidad de infiltración del suelo, lo que se debe principalmente a la compactación del suelo. Esta compactación ha generado una alteración en la estructura del suelo, reduciendo los espacios porosos entre las partículas y dificultando el paso del agua hacia las capas más profundas. Como consecuencia, la escasa infiltración de agua provoca un aumento en el escurrimiento superficial, lo que puede dar lugar a procesos de erosión y acumulación de agua en la superficie. Esta condición también afecta negativamente la salud de la vegetación, ya que las raíces tienen dificultades para penetrar el suelo, limitando el acceso a nutrientes y agua. Además, la compactación del suelo puede contribuir a la mayor vulnerabilidad del terreno frente a fenómenos climáticos extremos, como lluvias intensas, que incrementan el riesgo de inundaciones y otros impactos ambientales.</p>	<p>El proyecto incluye medidas específicas para mitigar la compactación del suelo y mejorar su permeabilidad. Se implementarán técnicas para la incorporación de materia orgánica para restaurar la estructura del suelo y facilitar la infiltración del agua. Además, se establecerá un sistema de riego controlado para optimizar la distribución del agua y favorecer la regeneración del terreno. Se realizará un monitoreo continuo de las condiciones del suelo para detectar y corregir posibles problemas de erosión o compactación. Estas acciones asegurarán la estabilidad del suelo y la sostenibilidad del ecosistema en el área.</p>
<p>Compromete: Suelo y agua</p> <p><b>Impacto:</b> <b>[09]</b> Erosión de sedimentos y fertilidad</p> <p>Atributo o variable: Material geológico susceptible / Erosión / Fertilidad</p>	<p>El tránsito constante de vehículos pesados en el sitio y la explotación de los recursos ocasionará problemas de erosión de sedimentos como producto de las actividades productivas que se realizan, sobre todo en caminos y las zonas de mayor pendiente.</p> <p>Al eliminar la vegetación se incrementa considerablemente la tasa de erosión hídrica y eólica, aun y cuando se tenga una barrera para retener sedimentos como lo es la cordina de entablate.</p>	<p>Para reducir la tasa de erosión se implementará un programa de control de erosión en las áreas sitios con menor capa de materia orgánica aguas arriba del entablate. Durante la etapa de operación se cuidará que la circulación de vehículos sea dentro de las áreas establecidas.</p> <p>El material producto del desmonte se cobrará y picará en zonas con problemas de erosión, donde el suelo se encuentre desnudo.</p>

Explotación de recursos minerales metálicos en Metales, Tepetlhuames, Durango.

<p>Dentro del panorama sin obras se espera que la pérdida de suelo se mantenga en los niveles que se han tenido hasta ahora de manera natural.</p>	<p>El panorama para sitio es el incremento de erosión a través de la formación de cárcavas en las áreas con mayor pendiente, lo cual generará otros impactos como la disminución de la cobertura vegetal, así como menor infiltración para la recarga del acuífero.</p>	<p>En un futuro la pérdida de suelo será mínima, aunque no se frenará, dado que la zona sufrirá cambio de uso de suelo.</p>
<p><b>Componente:</b> Aire</p> <p><b>Impacto:</b> <b>[10]</b> Dispersión de partículas contaminantes que pueden afectar la salud del personal</p>		
<p><b>Atributo o variable:</b> Atróscera</p>		
<p>En el sitio la presencia de polvos es nula, se presenta principalmente en las zonas agrícolas donde el viento aumenta la proliferación de partículas</p>	<p>La principal fuente de contaminación del aire será el tránsito constante de vehículos y maquinaria personal, lo que aumentará el ruido y la generación de polvo principalmente durante la época de estaje.</p>	<p>Para reducir la generación de polvo durante el tiempo de estaje se humedecerán los caminos y las zonas sin presencia de vegetación, lo cual tendrá un impacto positivo reduciendo el incremento de polvo en el sitio.</p>
<p>Las ericciones de polvo están presentes dentro de los caminos de acceso, además al ser caminos de terracería y presenta suelos muy finos, el viento genera polvo arrastrando partículas de suelo y opacando la visibilidad, aunque esto es muy puntual y se disipa de inmediato. Por lo que, existe una generación de polvos, aunque sea a baja escala, la cual ya es parte del ambiente y permanecerá a largo plazo.</p>	<p>Se presentará un ligero incremento en la generación de polvo por el tránsito constante de vehículos, por lo que habrá mayor generación de polvo durante las etapas de preparación del sitio y operación -mantenimiento, en el resto de las etapas las emisiones serán menores, pues serán de forma periódica y puntuales.</p>	<p>La generación de polvo se puede mitigar al mantener húmedos los caminos y mover los vehículos únicamente al momento de transitar al personal o los esdudos de vegetación para minimizar la dispersión de partículas. El mantener húmedos los caminos también permitirá disminuir el sofocamiento de las plantas al margen de los caminos por los polvos generados. Se espera que en el futuro las emisiones sean mínimas, pues, aunque el tráfico de vehículos será menor, siempre será necesaria la comunicación entre comunidades de la región y es posible que haya mayor número de vehículos.</p>
<p><b>Componente:</b> Agua</p> <p><b>Impacto:</b> <b>[11]</b> Contaminación de agua por sedimentos</p>		
<p><b>Atributo o variable:</b> Flujo superficial / sedimentos</p>		
<p>El sitio presenta diversos escurrimientos temporales, los cuales servirán para alimentar embalses cercanos durante la temporada de mayores escurrimientos.</p>	<p>El impacto principal es la contaminación de estos escurrimientos por el desprendimiento y rotamiento de sedimentos de las partes altas de la zona del proyecto.</p>	<p>Se identificarán áreas críticas, como las zonas de excavación, caminos de acceso, áreas de acopio de materiales y sobre todo las zonas de flujo de agua, donde se ubicarán presas de control de azoles.</p>
<p>Los escurrimientos no tienen usos aguas arriba y aguas debajo de importancia, el uso que se le da al agua es para la fauna silvestre. Con las obras y actividades no se ha considerado desviar el uso de los cauces.</p>	<p>Del agua que proveen estos cauces dependen pocas comunidades de especies de fauna silvestre. Además, no existen actividades productivas que se vean afectadas por la contaminación de los cauces</p>	<p>Los programas de control de erosión y azoles minimizar los efectos negativos que pueden llegar a presentar por el arrastre y contaminación de los sedimentos.</p>
<p><b>Componente:</b> Aire</p> <p><b>Impacto:</b> <b>[12]</b> Aumento en la concentración de gases de efecto invernadero</p>		
<p><b>Atributo o variable:</b> Monóxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>)</p>		
<p>El sitio se encuentra en una zona rural, en donde las emisiones productivas son únicamente las que se generan por el tránsito de vehículos para trasladarse entre comunidades.</p>	<p>El desarrollo de las obras implica el uso de una máquina y vehículos para el transporte de los materiales, transporte de personal y material producido de la explotación de los recursos mineros, lo cual generará un ligero incremento en las emisiones de gases por combustión de combustibles, aunque no se considerará significativas pues las dimensiones son pequeñas y las emisiones serán de forma periódica y unas horas al día.</p>	<p>Al mantener los vehículos en buen estado se minimizarán las emisiones de gases. De manera semestral o cuando así se requiera, se llevará a cabo la afinación de los motores para disminuir la emisión de gases y que se mantengan dentro de los límites permisibles por la NOM-041- SEMAR/NA1-2006, NOM-047-SEMAR/NA1-1999 y NOM-050-SEMAR/NA1-1993.</p>
<p>No existen fábricas o industrias que generen grandes cantidades de ericciones, por lo que el panorama actual es un impacto muy bajo que se mantendrá a largo plazo si se sigue la misma tendencia de desarrollo.</p>	<p>Las etapas de mayor generación serán la preparación del sitio y construcción, aunque estos podrían disminuir al momento en que los vehículos dejen de circular, puesto que el área está ubicada en una zona rural y la vegetación puede absorber estos gases.</p>	<p>Se considera que las condiciones actuales del sitio no se verán afectadas considerablemente, ya que, los impactos serán generados a nivel puntual y solo durante las horas de trabajo de los vehículos, además, la generación de gases se mantendrá aún sin las obras. Además, con el programa de reforestación se compensará y se lograrán atraer a la mayoría de los gases emitidos durante el desarrollo del proyecto.</p>
<p><b>Componente:</b> Paisaje</p> <p><b>Impacto:</b> <b>[13]</b> Pérdida de armonía visual</p>		
<p><b>Atributo o variable:</b> Calidad del paisaje</p>		
<p>En lo que respecta a la calidad del paisaje es buena, pues no existe infraestructura civil cerca que afecte el nivel de percepción</p>	<p>En general, sin las medidas de mitigación cuando el desarrollo de las obras esté concluido el sitio explotado será de forma similar con el uso de suelo, lo cual tendrá un impacto visual negativo.</p>	<p>la calidad visual del paisaje mejorará significativamente con la plantación de árboles, además, atañerá a la fauna natural que le darán mayor valor estético al sitio.</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular

[Mina Las Coronitas]

Explotación de recursos minerales metálicos en Metales, Tepetlhuames, Durango.

En lo que respecta a la calidad del paisaje es buena, aunque existe la presencia de infraestructuras desarrolladas anteriormente.	El desarrollo de las nuevas obras asociadas al proyecto es discordante con el paisaje natural, sin embargo, la mayor parte del área cuenta con presencia de alteraciones de tipo antropogénico lo cual reduce la belleza escénica.	El abandono del sitio contempla una serie de actividades enfocadas a restaurar el sitio a su estado natural, mediante la implementación de diversos programas de compensación ambiental.
---	--	--

Finalmente, se presenta la matriz de impactos que evalúa tanto el proyecto propuesto como las medidas de mitigación implementadas. Esta matriz se utilizará durante el desarrollo de las actividades y después de la conclusión del proyecto para determinar si las medidas propuestas para cada indicador son efectivas en la minimización de los impactos adversos que se producirán durante el aprovechamiento de los materiales pétreos en los cauces. La matriz de impactos permite una evaluación detallada y sistemática de los efectos positivos y negativos del proyecto, incluyendo la mitigación de los efectos negativos. Esto permitirá identificar y ajustar las medidas de mitigación según sea necesario, asegurando que el proyecto sea desarrollado de manera sostenible y amable con el medio ambiente.

Los resultados de la matriz de Batelle – Columbus (1972) son los siguientes.

**Cuadro VII-2. Valor del cambio neto de los impactos con obras de mitigación**

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	Índice de CA		CA <sub>N</sub> Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			CA <sub>1</sub>	CA <sub>2</sub>			IN <sub>1</sub>	IN <sub>2</sub>	
Biótico	Flora	Desmonte	0.72	0.74	0.0	80	57.6	59.2	1.6
Biótico	Flora	Fragmentación	0.54	0.44	-0.1	40	21.6	17.6	-4.0
Biótico	Flora	Estructura y composición	0.41	0.57	0.16	60	24.6	34.2	9.6
Biótico	Flora	Biodiversidad	0.54	0.65	0.11	40	21.6	26.0	4.4
Biótico	Flora	Especies de interés	0.61	0.58	-0.03	20	12.2	11.6	-0.6
Biótico	Fauna	Desplazamiento	0.71	0.73	0.02	25	17.8	18.3	0.5
Biótico	Fauna	Mortandad	0.51	0.59	0.08	20	10.2	11.8	1.6
Biótico	Fauna	Abundancia	0.69	0.74	0.05	40	27.6	29.6	2.0
Biótico	Fauna	Biodiversidad	0.61	0.64	0.03	40	24.4	25.6	1.2
Biótico	Fauna	Especies de interés	0.64	0.65	0.01	40	25.6	26.0	0.4
Físico	Topografía	Pendiente	0.68	0.63	-0.05	20	13.6	12.6	-1.0
Físico	Topografía	Relieve	0.67	0.82	0.15	10	6.7	8.2	1.5
Físico	Topografía	Orientación	0.52	0.67	0.15	10	5.2	6.7	1.5
Físico	Topografía	Curvatura	0.48	0.74	0.26	10	4.8	7.4	2.6
Físico	Suelo	Contaminación	0.62	0.55	-0.07	20	12.4	11.0	-1.4
Físico	Suelo	Compactación	0.67	0.52	-0.15	20	13.4	10.4	-3.0
Físico	Suelo	Temperatura	0.64	0.54	-0.1	10	6.4	5.4	-1.0
Físico	Suelo	Materia orgánica	0.45	0.37	-0.08	30	13.5	11.1	-2.4
Físico	Suelo	Erosión hídrica	0.62	0.73	0.11	50	31.0	36.5	5.5
Físico	Suelo	Erosión edáfica	0.71	0.65	-0.06	50	35.5	32.5	-3.0
Físico	Suelo	Remoción	0.70	0.52	-0.18	20	14.0	10.4	-3.6
Físico	Agua	Contaminación	0.62	0.68	0.06	25	15.5	17.0	1.5
Físico	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.71	0.75	0.04	45	32.0	33.8	1.8
Físico	Agua	Evapotranspiración	0.68	0.71	0.03	25	17.0	17.8	0.8
Físico	Aire	Olor	0.64	0.68	0.04	10	6.4	6.8	0.4
Físico	Aire	Visibilidad	0.48	0.52	0.04	5	2.4	2.6	0.2
Físico	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.69	0.62	-0.07	20	13.8	12.4	-1.4
Físico	Aire	Ruidos	0.70	0.73	0.03	20	14.0	14.6	0.6
Físico	Paisaje	Calidad	0.72	0.74	0.02	20	14.4	14.8	0.4
Físico	Paisaje	Visitantes	0.68	0.73	0.05	20	13.6	14.6	1.0
Físico	Infraestructura	Camino	0.54	0.74	0.2	20	10.8	14.8	4.0
Físico	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.49	0.76	0.27	10	4.9	7.6	2.7
Físico	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.78	0.46	5	1.6	3.9	2.3
Socioeconómico	Valores históricos	Personajes	0.81	0.81	0	10	8.1	8.1	0.0
Socioeconómico	Cultura	Grupos étnicos	0.74	0.74	0	10	7.4	7.4	0.0

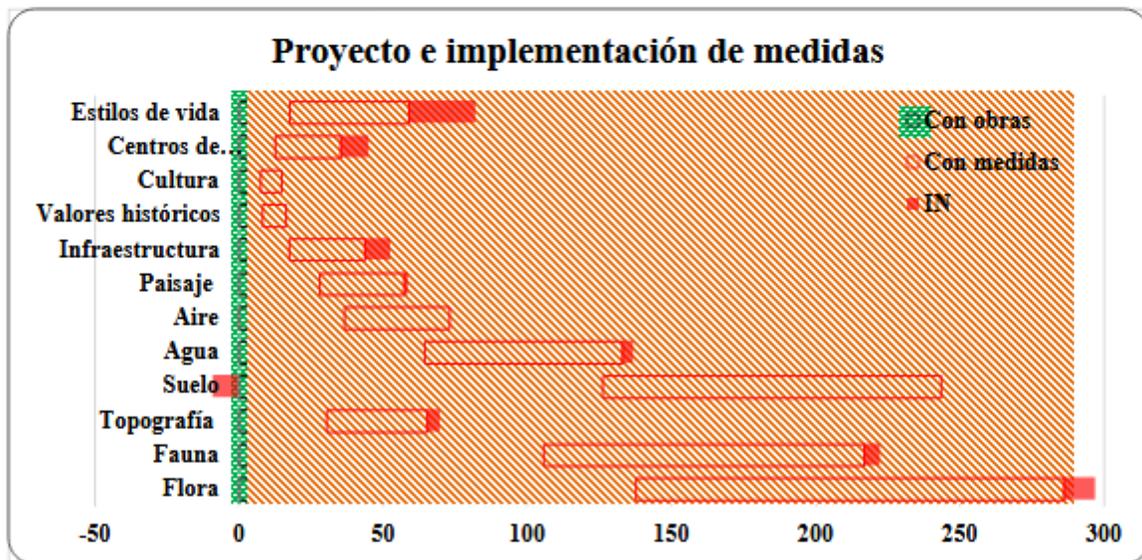
Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.

Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.30	0.62	0.32	20	6.0	12.4	6.4
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales indirectos	0.33	0.51	0.18	20	6.6	10.2	3.6
Socioeconómico	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.28	0.74	0.46	30	8.4	22.2	13.8
Socioeconómico	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.31	0.63	0.32	30	9.3	18.9	9.6

Del análisis anterior los componentes que mantienen un impacto residual después de aplicar el programa de protección ambiental en la etapa de operación de las obras son los siguientes.

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA <sub>1</sub>	UIA <sub>2</sub>	
Flora	240	137.6	148.6	11.0
Fauna	165	105.6	111.3	5.7
Topografía	50	30.3	34.9	4.6
Suelo	200	126.2	117.3	-8.9
Agua	95	64.5	68.5	4.1
Aire	55	36.6	36.4	-0.2
Paisaje	40	28.0	29.4	1.4
Infraestructura	35	17.3	26.3	9.0
Valores históricos	10	8.1	8.1	0.0
Cultura	10	7.4	7.4	0.0
Centros de población	40	12.6	22.6	10.0
Estilos de vida	60	17.7	41.1	23.4
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>591.80</b>	<b>651.85</b>	<b>60.05</b>

Gráficamente, los valores se pueden observar en la figura siguiente.



## **VII.2. Programa de vigilancia ambiental**

### **VII.2.1. Generalidades**

En el presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), se propone darle seguimiento a las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración de los impactos ambientales identificados, por lo que, la correcta y oportuna ejecución de estas medidas puede disminuir y mitigar los impactos negativos identificados, por tal motivo es fundamental y necesario una supervisión y evaluación constante, esto para asegurar el correcto seguimiento de las medidas y tener un monitoreo de la calidad del medio ambiente. La biota, el aire, agua y suelo son componentes ambientales que se deben tener un monitoreo ambiental, dado que a partir de estas variables se puede comparar las condiciones antes y después de aplicar las medidas.

### **VII.2.2. Objetivos**

El programa de vigilancia contempla los **objetivos** siguientes:

- i) Asegurar que las medidas preventivas y de mitigación contribuyan eficiente y oportunamente a la protección y restauración de los impactos generados;
- ii) Identificación de situaciones adversas en cuanto a la posible afectación de alguno de los elementos del ecosistema causado por la operación y,
- iii) Mantenimiento (impactos que no se habían considerado a ciertos elementos del ambiente y que resultaron en esta etapa).
- iv) Realizar el monitoreo de las variables físicas, químicas y biológicas que indiquen cambios en el comportamiento del sistema ambiental (o sistema ambiental regional) como resultado de la ejecución de las obras y actividades.
- v) Identificar impactos ambientales no previstos.

### **VII.2.3. Responsables**

Es responsabilidad del control y seguimiento de las medidas El Promovente y la empresa contratista que desarrolle las obras y actividades. La responsabilidad para estos es la siguiente.

#### **DEL PROMOVENTE**

- Supervisar y coordinar la ejecución del plan de manejo ambiental que contiene todas las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración.
- Facilitar los medios y recursos necesarios para el cumplimiento del PVA.
- Verificar las bitácoras diarias de obra.
- Mantener constante comunicación y coordinación con el contratista.
- Contar con un supervisor de medio ambiente durante todas las etapas de la obra.

#### **DEL CONTRATISTA**

- Cumplir con la responsabilidad que El Promovente le contrate en materia de protección del medio ambiente.
- Cumplir con la legislación ambiental vigente en lo relacionado con la protección del medio ambiente.

#### **SUPERVISOR DE MEDIO AMBIENTE**

El supervisor de Medio Ambiente tendrá la obligación y autoridad para tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que pudieran afectar el ambiente. Deberá tener la capacidad técnica y de autoridad para tomar decisiones y en caso de que las medidas propuestas no funcionen como se ha previsto y/o que se detecten impactos, que, por su naturaleza, no sean perceptibles en etapas anteriores. Como parte de sus obligaciones, el Supervisor de Medio Ambiente deberá coordinar en cuestión ambiental al personal que participe en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, llenar la bitácora de verificación de la correcta ejecución de las medidas propuestas, elaborar informes referentes a observaciones durante y después a la implementación de las medidas para posteriormente

compartirlos en un documento final; así como verificar la compatibilidad con el Sistema de Administración Ambiental que desarrolle el Promovente. El Supervisor de Medio Ambiente será responsable de ejecutar y dar seguimiento a lo siguiente:

- Comprobar *in situ* la ejecución de las medidas correctoras.
- Ejecución y coordinación de PVA.
- Evitar impactos ambientales no previstos.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia.
- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que estas pudieran presentar.
- Emisión de informes periódicos sobre el grado de cumplimiento.
- Determinación de nuevas medidas en caso de ser necesarias, así como modificación a las ya establecidas en caso de así se requiera.

#### **VII.2.4. Metodología**

La metodología por seguir para verificar el cumplimiento de las medidas propuestas será a través de listas de control o listas de chequeo, que son formatos creados para realizar o verificar el cumplimiento de una lista de acciones y actividades ordenadas de manera sistemática, fáciles de analizar y que permiten al supervisor evaluar la ejecución y los resultados obtenidos con la implementación de las acciones.

#### **VII.2.5. Metas**

Las metas particulares son el cumplimiento de 64 medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración que son descritas en el Capítulo VI del presente estudio. En particular se han diseñado y recomendado las medidas siguientes.

#### **VII.2.6. Seguimiento de las medidas**

El programa de vigilancia ambiental se realizará periódicamente en el transcurso de los primeros cinco años, el cual consistirá en un recorrido semestral por la zona para observar posibles situaciones anómalas.

**Cuadro VII-3. Seguimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación.**

Componente	Impacto	Objetivo	Medida ambiental	Indicador	Supervisión	Recursos humanos / materiales	Seguimiento
Aire	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero	Prevenir y controlar la contaminación del aire, por la emisión de generadas por la operación de las obras y actividades	Toda la maquinaria y equipo serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo que asegure su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares	Revisión de bitácora	Promoverte*	Promoverte/ se utilizarán los talleres de mantenimiento y corrección que se encuentran establecidos en el campamento minero	Se revisarán las bitácoras mensualmente
Aire	Dispersión de partículas contaminantes que pueden afectar la salud del personal	Prevenir contaminación del aire por partículas provenientes de las actividades de remoción, compactación, acarreo de mineral	Controlar la contaminación del aire, por la emisión de partículas generadas por la operación de las obras y actividades	Revisión de bitácora	Promoverte*	Promoverte/ se colocarán bridas en los camiones para evitar la expansión de partículas, pipas para regar en tiempos de estaje y cámara bitográfica	Evidencia bitográfica se realizará mensualmente
Suelo	Generación de residuos sólidos	Evitar la incorporación de materiales contaminantes al ambiente.  Implementar jornadas de limpieza.	Catrol alusivo al manejo adecuado de los residuos sólidos.  Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.	Establecer carteles en diferentes áreas y evidencia bitográfica	Promoverte, Contralista	Promoverte/obvros, Cámara bitográfica	Evidencia bitográfica y recorridos semanales esta actividad será permanente
Suelo	Erosión de sedimentos	Preservar la capa fértil del suelo al prevenir la pérdida de partículas por acción del viento o agua.	Mediante prácticas de conservación como la plantación de vegetación adecuada y técnicas de manejo sostenible, para mantener la salud del suelo y garantizar la sostenibilidad ambiental.	Evidencia bitográfica y calendario de actividades	Promoverte, Contralista	Promoverte*	Bitácora / Evidencia bitográfica realizar un recorrido previo antes de iniciar actividades será permanente la actividad
Agua	Contaminación del agua por sedimentos	Proteger la calidad del agua al evitar que los residuos de la actividad minera ingresen a los cuerpos de agua.	Esto se logra mediante la implementación de medidas de control de erosión, gestión de residuos y prácticas sostenibles en la minería.	Supervisión, evidencia bitográfica y bitácoras	Promoverte, Contralista	Promoverte/ Contralista	Bitácora / Evidencia bitográfica realizar un recorrido previo antes de iniciar actividades será permanente la actividad
Suelo / agua	Modificación de los patrones de escurrimiento superficial, lo que puede generar erosión	Proteger el suelo para evitar la formación de cárcavas debido al arrastre de partículas por efectos hídricos.		Supervisión, evidencia bitográfica y bitácoras	Promoverte, Contralista	Promoverte/ Contralista	Bitácora / Evidencia bitográfica realizar un recorrido previo antes de iniciar actividades será permanente la actividad

Suelo	Movimiento de material geológico subterráneo	Garantizar la seguridad en las operaciones mineras, previniendo el colapso de túneles y galerías que podrían poner en riesgo la vida de los trabajadores y dañar la infraestructura, subterránea.	Implementar prácticas de	Supervisión, evidencia fotográfica y bitácoras	Promover, Contrata	Promover, Contrata	Bitácora / Evidencia fotográfica
		Continuo y técnicas de extracción seguras para prevenir accidentes y minimizar el impacto ambiental asociado con la minería subterránea.	Implementar medidas de mitigación para evitar que se comiencen a producir efectos adversos por el movimiento de suelo	Supervisión, evidencia fotográfica y bitácoras	Promover, Contrata	Promover, Contrata	Bitácora / Evidencia fotográfica
Suelo	Erosión de sedimentos y pérdidas de fertilidad	Evitar la pérdida de suelo por efectos hídricos y/o eólicos	Implementar prácticas de manejo de fauna silvestre	Supervisión, evidencia fotográfica y bitácoras	Promover, Contrata	Promover, especialista en fauna y capacitación	Bitácora / Evidencia fotográfica será durante la vida
		Capacitación para el manejo de especies que pudieran encontrarse en el área	Implementar prácticas de manejo de fauna silvestre	Supervisión, evidencia fotográfica y bitácoras	Promover, Contrata	Promover, especialista en fauna y capacitación	Bitácora / Evidencia fotográfica será durante la vida
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Concientizar a la gente y trabajadores a la protección de la fauna	Instalar letreros alusivos a la fauna	Evidencia fotográfica	Promover, Contrata	Promover, letreros	Evidencia fotográfica esta actividad será permanente
		Evitar el contacto humano y daños a la fauna	Ayuntamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.	Evidencia fotográfica y bitácora de trabajo	Promover, Contrata	Promover, especialista en fauna y capacitación	Bitácora / Evidencia fotográfica realizar un recorrido previo antes de iniciar actividades será permanente la actividad
Fauna	Aumento en la vulnerabilidad de las especies debido a la reducción de refugios	Brindarle a la fauna espacios libres de perturbación donde puedan establecerse	Reubicación de especies de fauna de Bmo desplazamiento	Evidencia fotográfica y bitácora de trabajo	Promover, Contrata	Promover, especialista en fauna y capacitación	Bitácora / Evidencia fotográfica realizar un recorrido previo antes de iniciar actividades será permanente la actividad. Reportes de las especies reubicadas que contengan evidencias fotográficas y ubicación de las zonas usadas para la reubicación
		Evitar perturbación en zonas potenciales que puedan llegar a albergar la fauna desplazada por las actividades	Resistirir a la remoción de la vegetación en áreas no autorizadas, para que estas zonas sean usadas por la fauna como refugio y zona de anidación	Evidencia fotográfica y bitácora de trabajo	Promover, Contrata	Promover, especialista en fauna y capacitación	Bitácora / Evidencia fotográfica de la correcta ubicación de los sitios.
Flora	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	Atenuar, reducir y frenar los efectos negativos derivados de la remoción de la vegetación en la zona de explotación.	Realizar una plantación con especies nativas de la región.	Evidencia fotográfica	Promover, Contrata	Promover, planta, equipo especializado para realizar	Bitácora / Evidencia fotográfica, dar mantenimiento a la reforestación los primeros 5 años después de haberla establecido para asegurar su supervivencia.

	Alteración en la regeneración natural y en los ciclos fenológicos de las especies vegetales	Inducir un incremento en la regeneración natural, como fuente natural de mitigación de los cambios en la vegetación producidos por el CUSIF	Esparcir semillas en zonas que presenten modificación por efectos naturales y antropogénicos a fin de apoyar el crecimiento vegetal con especies nativas	Evidencia fotográfica	Promoverte, Combate	Promoverte, especializado para plantación	plántula, equipo para realizar	Bitácora / Evidencia fotográfica, dar seguimiento a las zonas donde se esparcieron las semillas
Paisaje	Pérdida de armonía visual	Preservar la estética del entorno, minimizando el impacto visual negativo causado por actividades mineras.	Mediante el diseño y ejecución de operaciones que integren medidas paisajísticas, como la restauración de paisajes alterados, la planificación cuidadosa de infraestructuras y la revegetación, con el fin de mantener la cohesión estética y el equilibrio visual en las áreas afectadas por la actividad minera.	Evidencia fotográfica	Promoverte	Promoverte, especialista en tina, plantas a rebrosar, picos y palas		Bitácora / Evidencia fotográfica, mantenerlo a la rehabilitación los primeros 5 años después de haberla establecido para asegurar su supervivencia

**\*La Promoverte cuenta con un departamento de medio ambiente y seguridad el cual será el encargado de realizar las actividades y hacer cumplir el programa de vigilancia.**

### VII.2.7. Indicadores de realización

Los indicadores, son instrumentos de análisis que permiten simplificar, cuantificar y comunicar fenómenos complejos, también pueden ayudar a identificar fuerzas que contribuyen al mejoramiento o al deterioro de las condiciones ambientales al permitir el establecimiento de metas precisas para la acción futura y posibilitar a la autoridad la evaluación de los avances logrados mediante sus acciones. Son directamente proporcionales a la calidad ambiental, es decir a mayor valor del indicador, mayor es la calidad ambiental, dado que se refiere al porcentaje de superficie remanente después de efectuado el desmonte con respecto a la superficie original pero ponderado por el atributo de interés (valor natural, biodiversidad y especies con estatus). Los indicadores de seguimiento que serán analizados en este programa de monitoreo y vigilancia ambiental son: atmósfera, flora, fauna, agua y suelo, finalmente se presenta la evaluación del éxito del plan de medidas. Los indicadores de realización se hacen en apego a cada una de las medidas planteadas y en la metodología mediante una *lista de chequeo*, como la mostrada en el formato general de verificación ambiental.

### VII.2.8. Indicadores de eficiencia

Los indicadores de éxito medibles corresponden a los conceptos siguientes:

- Mínimo del 80% de sobrevivencia de las reforestaciones.
- Mayor número de especies de fauna capturadas y reubicadas.
- Mínimo el 90% de suelo vegetal recuperado.
- El 100% del volumen de residuos confinados.
- Mínimo el 90% de suelo vegetal reutilizado.
- El 100% de las obras de control de azolves y control de erosión realizadas.
- El 100% de la supervivencia de las especies de flora reubicadas.

### VII.2.9. Análisis, procesamiento de datos o interpretación de resultados

El análisis, proceso e interpretación del cumplimiento y resultados de la aplicación de las medidas para contrarrestar los impactos negativos, será registrado en el formato A, para posteriormente ser capturado en hoja electrónica de Excel y hacer los cálculos de cumplimiento de dichas medidas, a fin de evaluar la efectividad de las mismas, o en caso contrario de adecuarlas para su mejor efectividad.

**Cuadro VII-4. Formato para la verificación ambiental del programa de medidas**

A. Formato general de verificación ambiental					
Proyecto:			Obra:		
Elaboró:			Fecha:	No. de bitácora	
Medida	Cumple			Observaciones	Evidencias (Fotografías o documentos)
	Si	No	%		
1					
...					
...					
...					
...					
...					
...					
34					

### VII.2.10. Procesamiento para el control de calidad

Para evaluar la calidad del programa de manejo ambiental se realizarán actividades de monitoreo tomando en cuenta la normatividad forestal y ambiental aplicable, si las variables medidas contarán con valores fuera de los rangos permisibles, se tendrá que realizar una nueva evaluación ambiental muy detallada a fin de corregir cualquier incidente que este cause efectos adversos significativos al medio ambiente.

**VII.2.11. Medidas de urgente aplicación**

La aplicación de medidas urgentes no contempladas en el presente programa, corresponden a las decisiones que el supervisor ambiental considera adecuadas, esto, por ejemplo, si las áreas de reserva donde se deja la vegetación nativa y donde se reubican las especies vegetales rescatadas sufriera un siniestro por incendio, se reprograma las acciones necesarias para hacer esta actividad en otro sitio; otro ejemplo, si las presas filtrantes al término de algunos años llegan a su nivel máximo de captación se realizara el mantenimiento de las mismas mediante el retiro del material captado.

**VII.2.12. Formatos de apoyo**

Los formatos que se usarán de apoyo para la correcta aplicación del PVA son los siguientes.

**BITÁCORA DE MANTENIMIENTO TRIMESTRAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS**

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Empresa:	No.			
Equipo:		Responsable:			
Marca:					
Modelo:					
Serie:		Fecha:			
No. Inv. Técnico:					
I.D.:					
	<b>Trimestral</b>	<b>Estado</b>			
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1 – Verificar el sistema de escape y silenciadores					
2 – Verificar el funcionamiento de los inyectores					
3 – Verificar el sistema de iluminación (faros)					
4 – Verificar el sistema de encendido					
5 – Verificar condiciones de las llantas					
6 – Verificar funcionamiento de relojes manómetros					
7 – Verificar condiciones de las horquillas y cadenas					
8 – Verificar condiciones de pedales (aceleración)					
9 – Verificar condiciones de freno de mano					
10 – Verificar sistema de dirección (terminales)					
11 – Verificar condiciones de arranque y ruidos					
12 – Verificar y corregir fugas de gas					
13 – Verificar y corregir fugas del radiador y bombas					
14 – Verificar fugas y nivel de aceite y ruidos					
15 – Verificar fugas y nivel de aceite del diferencial					
16 – Verificar el convertidor de par y transmisión					
17 – Verificar si falta tuerca de pernos					
	<b>Semanal</b>	<b>Estado</b>			

	1	2	3	4
1 – Lavado y desengrase total del equipo				
2 – Limpiar colmena del radiador				
3 - Limpiar y/o reemplazar filtros de aire				
4 – Completar nivel de electrolito de la batería				
5 – Limpieza ajuste e inspección de bornes y cables				
6 – Cambiar aceite y filtro de motor				
7 – Completar agua al radiador				
8 – Drenar sedimentos del tanque y filtro				
9 – Purga de aire del sistema de inyección				
10 – Ajustar pernos y tuercas de las llantas				
11 – Engrase general del equipo				
Anotar:				
<b>Materiales desgastados</b>	<b>Averías identificadas</b>		<b>Herramientas y equipos</b>	
Estado: 1 Buenas condiciones, 2 Condiciones aceptables, 3 Regulares condiciones, 4 Malas condiciones				

**BITÁCORA DE REGISTRO PARA EL AHUYENTAMIENTO DE FAUNA**

<b>Responsable:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Área donde se realizó el Ahuyentamiento</b>		<b>Condiciones del sitio:</b>	
Especie	Nombre Común	Observaciones	Foto

**BITÁCORA DE REGISTRO DE CAPTURA Y REUBICACIÓN DE FAUNA**

<b>Responsable:</b>				<b>Fecha:</b>			
Especie	Nombre común	Coordenadas UTM		No. de captura	Coordenadas UTM		Observaciones
		X	Y		X	Y	

Evidencia fotográfica:							

**VII.2.13. Otras consideraciones**

Se requiere la instalación de al menos una letrina portátil por cada 15 personas, con las especificaciones siguientes:

- a) Podrán colocarse letrinas o inodoros portátiles en construcciones como remolques o estructuras prefabricadas, de plataformas rodantes o cualquier otra estructura portátil. Si contienen más de un inodoro, cada uno deberá ocupar un compartimiento separado con una puerta y paredes o divisiones entre inodoros, suficientes para asegurar la privacidad. Los cuartos de baño que son para uso de varones deberán tener urinales. Los urinales no necesitan compartimientos separados.
- b) De ser el caso, deberán colocarse letrinas separadas para mujeres y para varones.
- c) Los pisos, paredes, techos, particiones y puertas interiores de todas las estructuras portátiles deberán tener un acabado que se pueda limpiar con facilidad.
- d) Cada cabina de inodoro portátil deberá proporcionar el espacio adecuado para el usuario con dimensiones mínimas en la parte interior que sean de al menos 91 cm. desde el frente hasta la parte trasera y de lado a lado, una altura interna libre de 1.98 m y la altura del asiento del inodoro de entre 35 a 31 cm.
- e) La puerta de la construcción o del área subdividida donde se encuentra instalado un solo inodoro deberá tener siempre un seguro interior. Cualquier puerta que lleve al exterior deberá tener un mecanismo para cerrarse por sí misma desde adentro
- f) Si la estructura contiene un tanque en el que se almacenan los desechos, este tanque deberá tener un dispositivo de ventilación hacia el exterior de la estructura con un área para ventilación mínima de 45 cm.
- g) Las cabinas de inodoro portátiles que no tengan ventilación mediante medios mecánicos deberán estar provistas con una apertura para ventilación con tela metálica que tenga un área transversal de al menos 0.09 metros cuadrados por cada inodoro.
- h) Cada letrina será colocada lejos mínimo 30 metros de distancia de sitios de reunión o donde se consuman alimentos.
- i) Próxima a cada letrina debe contar con un lavamanos o vasija con agua para poder lavarse las manos con agua y jabón después de utilizarla.
- j) Toda cabina debe contar en todo momento con papel higiénico
- k) Se realizará la limpieza completa de las letrinas 3 veces por semana, en dicho servicio se realizará la limpieza general del sanitario y recolección de los residuos
- l) Reglamento de uso de letrinas portátiles.
- m) Cada letrina deberá ser utilizada por una sola persona la vez
- n) La orina, las heces y el papel sanitario deberán ser depositadas en sus respectivos compartimentos.
- o) En todo momento la letrina deberá permanecer cerrada
- p) En todo momento la letrina deberá mantenerse limpia para evitar la proliferación de malos olores, y agentes infecciosos.
- q) Toda persona que sea sorprendida dañando o haciendo un mal uso de las letrinas será sancionada.

Para dar seguimiento a dichas acciones se deberá de llenar el Formato General de Verificación Ambiental presente en el Formato A, en dicho formato se deberá de plasmar la presencia o ausencia de letrinas portátiles y por ende el cumplimiento propuesto.

### VII.3. Conclusiones

Los mayores impactos se producen en la etapa de *preparación de sitio*, esto debido a la remoción de la vegetación, durante toda la operación de la explotación el sistema va a encontrar afectaciones en rubros como ruido y vibraciones y con ello la creación de un efecto barrera para fauna y flora nativa.

Sin embargo, buenas prácticas de extracción y finalmente de abandono, reducen notablemente los impactos, de tal manera que con el paso del tiempo el impacto se hace casi nulo, esto debido a que el ecosistema lleva a cabo su función de regeneración, para esto será indispensable advertir con señalamientos que la zona está en recuperación.

La experiencia nos dicta que el beneficio de la explotación de minerales puede ser seguro al ecosistema en general, y que es la manera más antigua de generar valor; en este caso se considera importante su instalación ya que los beneficios son bastante altos en los rubros económico y sociocultural, además que tomando las medidas necesarias (ya indicadas en este documento) puede no considerar riesgos para el medio ambiente. En el punto VI, del presente documento, se proponen algunas medidas preventivas y correctivas que mitigarían el impacto ambiental adverso a ciertos componentes del ambiente, lo que ayudará al ecosistema a que tenga una pronta regeneración.

#### Instrumentos metodológicos

	Fundamento	Descripción
Descripción del sistema ambiental	<p>La delimitación del área de influencia de los impactos se dividió en dos clasificaciones (Regional y Predial) en el regional se optó por el uso de la UGA y el predial por el espacio físico donde recaerían los posibles impactos directos en el entorno.</p> <p>La delimitación del área de influencia se realizó con base en los objetivos del proyecto y su localización en el entorno hidrológico y socioeconómico de la región, además se consideró el uso de suelo prevalectante, respecto a las Unidades de Gestión Ambiental (UGA). Un aspecto importante que considerar en la delimitación del sitio para el establecimiento del desarrollo de la línea eléctrica fue la característica propia de la infraestructura disponible (camino, servicios de telecomunicación, disponibilidad de agua, etc.) y las necesidades para su construcción y operación con el entorno biótico y abiótico, especialmente con aquellas características fisiográficas. De tal manera que las interacciones que se darán entre sus actividades y los componentes ambientales sean en dos niveles.</p>	<p>Delimitación a nivel regional</p> <p><i>La delimitación se basó en la Unidad de Gestión Ambiental a la cual pertenece el sitio de interés. Otro aspecto que se consideró en la delimitación del SA fueron los elementos tales como: el clima, geología, suelo, fisiografía, hidrología superficial y subterránea, así como aspectos socioeconómicos de la zona, pero sin llegar a establecer límites, simplemente la predominancia de los ecosistemas vegetales en la región.</i></p> <p>Delimitación a nivel predial</p> <p><i>Aquí se incluye sólo la superficie que tendrá mayor presencia con las actividades antropogénicas al entrar en las etapas de operación, en donde se describen básicamente las características principales y los posibles impactos directos (de carácter significativo) que pudiesen presentarse al suelo, agua, flora y fauna. Además, se realizó una completa caracterización del sitio en términos de suelos, geología local e hidrología en función de sus rasgos topográficos</i></p>
Volúmenes maderables a remover	<p>El cálculo de volúmenes maderables en las áreas donde será necesario realizar el CUSTF para el establecimiento del proyecto</p>	<p>La base de datos se dividió en dos partes; i) individuos con talla mayor a 10 cm de diámetros normal y de la base (arbóreo y arbustivo) y, ii) individuos con talla menor a 10 cm de su cobertura (incluyendo arbustos pequeños o regeneración). Las variables estimadas para cada estrato fueron las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de árboles por hectárea (densidad).  <math display="block">N = \sum \frac{10000 * n}{S * NS}</math> </li> <li>Área basal (cobertura)  <math display="block">Cob = \frac{\sum \pi * Dn^2 * 10000}{NS * S}</math> </li> <li>Volumen Total Árbol (VTA, m3).  <math display="block">VTA = \beta_0 * d^{\beta_1} * h^{\beta_2} + \beta_3 * d^2</math> </li> </ul>
Caracterización del medio biótico	<p><b>Vegetación:</b> De acuerdo con la clasificación utilizada en la carta de suelo y vegetación escala 1: 1 000, 000 y si guía para la interpretación de cartografía (INEGI, 2017).</p> <p><b>Flora y Fauna:</b> De acuerdo con las especies presentes en la zona del proyecto.</p>	<p>A fin de cuantificar la flora y fauna en el área del proyecto se analizaron mediante técnicas y metodologías que garantizan la veracidad y sustentas los resultados de la biota presente en las zonas de estudio, la identificación y levantamiento de información referente al estado actual de la fauna se basó en material de apoyo para la determinación de especies utilizando las guías de campo y literatura disponible propuesta por Stebens (1985) y</p>

		<p><i>Conant y Collins (1997) para reptiles; Sibley (2001), Kaufman (2005) para aves; Caire (1978), Burt y Grossenheiderr (1980) y May (1981), para mamífero.</i></p> <p><i>El levantamiento sistemático de datos indicadores de las características generales, la magnitud, la estructura y las tendencias de una población, con el fin de diagnosticar su estado actual y proyectar los escenarios que podría enfrentar en el futuro, se examinó con el fin de cumplir con los objetivos que están comprendidos dentro de un marco científico, donde los registros de los monitoreos permitan evaluar de forma objetiva y cuantitativa, el éxito del Programa de Levantamiento de información. Para cumplir con el objetivo planteado se estimaron abundancia y/o presencia de especies de flora y fauna de las tendencias de las poblaciones por especies de la siguiente manera:</i></p> <p><i>Para la medición de la fauna consistió en el recorrido de un transecto de una longitud determinada, durante el cual se observan y registran todas las especies presentes (Ralph et al. 1996). Mediante la información obtenida se generó una lista de especies de cada uno de los sitios de muestreo. Este método no puede usarse para estimar densidades, aunque si provee información en cuanto a la presencia o ausencia de especies en un hábitat.</i></p>
<p>Paisaje</p>	<p>Según <i>Álvarez et al. (1999)</i>, el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual. Debido a que, con los rasgos abióticos descritos anteriormente (clima geología, fisiográfica, relieve, suelos, hidrología) y a los rasgos bióticos (fauna y vegetación); se puede llegar a establecer una aproximación total del paisaje; sin embargo, esta aproximación es incompleta si no se valora en función de la apreciación visual.</p>	<p><i>Se analizó el paisaje regional y local, como una característica integradora del sistema ambiental, que resume los atributos del medio natural y su estado actual, donde se incluyen los efectos derivados de la actividad antropogénica. Es importante mencionar que la conceptualización del análisis del paisaje se realizó desde un marco geo-ecológico (relación y condiciones del suelo con respecto al estatus ecológico del sitio), dado que el objetivo principal fue definir la calidad visual a nivel regional como un indicador, para evaluar de manera objetiva el impacto ambiental que las actividades pudieran tener sobre el paisaje.</i></p> <p><i>La zona de estudio se dividió en unidades paisajistas de acuerdo con el criterio fisiográfico, de cobertura vegetal (tipos de vegetación) y de uso de suelo. Las variables que se evaluaron para cada unidad fueron:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad visual</li> <li>• Fragilidad visual</li> <li>• Visibilidad</li> </ul> <p><i>A partir de estas dos últimas, se determinó la calidad visual, como el indicador que integra la sensibilidad del proceso de deterioro del sitio producido por actividades antropogénicas principalmente. En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas (Carabelli, 2002), por lo que la importancia que tiene este atributo en la evaluación del impacto ambiental es de orden primario, ya que integra las características de los factores y atributos del ambiente. En el proceso de evaluación del impacto ambiental, la caracterización de este atributo, sumado al diagnóstico y al análisis de la problemática ambiental, brinda a los evaluadores indicadores globales de juicio, que dan una visión del estado en el que se encuentra el sistema ambiental, previo al desarrollo de la obra que se está evaluando.</i></p> <p><i>El paisaje del sitio está determinado por sus características físicas y bióticas principalmente, el cual, en nuestro caso, es una zona con actividades agrícolas y ganaderas de autoconsumo y zonas forestales.</i></p>
<p>Población</p>	<p>Según la información del INEGI correspondiente al censo de población y vivienda del año 2020 [disponible en: <a href="https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos_abiertos">https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos_abiertos</a>]</p>	<p><i>El análisis se integró en base a los datos abiertos que proporciona el INEGI, para esto se seleccionaron las localidades más cercanas y con influencia en el proyecto, para posterior proyectar los datos para cada una y mediante este análisis realizar una valoración cuantitativa y emitir un juicio basado en los resultados.</i></p>

<p>Valoración del estado actual</p>	<p>Para medir la alteración y/o conservación ambiental implica establecer una escala de valoración, para indicar el grado de susceptibilidad del medio en relación con el agente generador de perturbaciones. Las clases en cuestión y las valoraciones asignadas, de acuerdo con una escala que indica más bien cualidad que cantidad, están enfocadas particularmente en las variables consideradas más relevantes en el desarrollo de las etapas de la obra.</p>	<p>La primera de ellas asigna un valor numérico a las distintas unidades, de modo tal que las diferencias entre ellas son cuantitativas y por lo tanto pueden ser procesadas en forma numérica y estadística. La segunda aproximación se inicia con una ordenación de las unidades, según una escala jerárquica referida a cada variable del inventario. El grado de alteración se podrá valorar por diferencias ordinales, por último, la tercera aproximación tiene su origen en una valoración semicuantitativa en la cual las unidades se clasifican con adjetivos tales como alto, medio y bajo, o con escalas similares.</p> <p>Los criterios de valoración utilizados para describir el escenario ambiental, identificar la interrelación de los componentes y de forma particular, detectar los puntos críticos del diagnóstico, que pueden ser considerados son: Normativos (N), de Diversidad (D), Rareza, Naturalidad (R), Grado de Aislamiento (A) y Calidad (C), según la definición de la guía. La calificación para cada uno de los criterios se da en función de la existencia (1-3) o ausencia (0); posteriormente se hace una sumatoria de todos los criterios (E); para finalmente asignar una valoración.</p> <p>Los elementos con unidades menores de 5 son considerados con un grado de conservación bajo, los elementos con unidades mayores a 5 y menores de 10 se consideran con un grado de conservación medio, y los elementos con unidades mayores a 10 y 15 son considerados con un grado de conservación alto.</p>
<p>Erosión hídrica</p>	<p>Para medir la erosión hídrica provocada por las actividades y el desarrollo de las obras</p>	<p><b>Estimación de la erosión hídrica</b> El grado de erosión hídrica en el SA se estimó por medio de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), la cual puede ser utilizada en cualquier región geográfica, simplemente modificando sus parámetros de acuerdo a las características propias del área estudio. La ecuación tiene la expresión siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>E = R * K * LS * C</math></li> </ul> <p>donde; E= promedio anual de pérdida de suelo (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), R= factor de erosividad de la lluvia (MJ mm ha<sup>-1</sup> hr<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), K= factor de erodabilidad del suelo (adimensional), L= factor de longitud de la pendiente (adimensional), S= factor del grado de la pendiente (adimensional) y C= factor de manejo del cultivo o vegetación presente (adimensional).</p> <p><b>Factor erosividad de la lluvia.</b> Con el ráster de precipitación del SA se aplicó la expresión del valor de R para la <b>región III</b> [ 3.67616 * ("PRECIP") - 0.001720 * POWER("PRECIP",2)] <b>región X</b> [6.89376 * ("PRECIP") - 0.000442* POWER("PRECIP",2)] utilizando la herramienta [SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; MAP ALGEBRA &gt; RASTER CALCULATOR].</p> <p><b>Factor de erodabilidad del suelo [K].</b> La metodología para la erodabilidad de ráster con la herramienta [CONVERSION TOOLS&gt; TO RASTER&gt; FEATURE TO RASTER].</p> <p><b>Factor topográfico</b> Considera la pendiente media de la ladera y su longitud; la longitud considera el efecto de la topografía sobre la erosión y la pendiente refleja la influencia del gradiente sobre la erosión ya que el potencial de erosión incrementa con la pendiente. La longitud (L) se define como la distancia horizontal entre el punto donde inicia el escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente al grado de producir la sedimentación o hasta el punto donde el escurrimiento encuentra un curso bien definido (Foster et al., 1977). Para estimar el factor L (longitud) con información proveniente de los SIG, el área de drenaje aportadora se define con la expresión siguiente (Desmet y Govers, 1996, citado por Velásquez, 2008).</p> $L = \frac{(A + D^2)^{m+1} - A^{m+1}}{x^m \cdot D^{m+2} \cdot (22.13)^m}$ <p>El valor del parámetro m</p>

	<p><math>m = \frac{F}{1+F}</math>; donde: <math>F = \frac{\text{Sen}(\beta) / 0.0896}{3 * (\text{Sen}(\beta))^{0.8} + 0.56}</math></p> <p>En tanto, el <b>factor S</b> (pendiente) se estimó con la expresión siguiente (Foster et al., 1977).</p> $S = \begin{cases} 10.8 \cdot \text{Sen}(\beta) + 0.03; \Rightarrow \text{Tan}(\beta) < 0.09 \\ 16.8 \cdot \text{Sen}(\beta) - 0.50; \Rightarrow \text{Tan}(\beta) \geq 0.09 \end{cases}$ <p>En la estimación del <b>factor S</b>, el ángulo <math>\beta</math> se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente (McCOOL et al., 1987,1989, citado por Barrios y Quiñonez, 2000). Velásquez (2008) menciona que cuando se aplica esta fórmula con la herramienta [RASTER CALCULATOR] de ArcGIS se deberá convertir el ángulo a radianes (1 grado sexagesimal = 0.01745 radianes), para que pueda ser multiplicado por los demás componentes de las ecuaciones. La metodología de cálculo para estimar el <b>factor LS</b> en el SA con ArcGIS fue la siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Con el DEM se generó el ráster de la <b>pendiente</b> (en <b>grados</b>) [slope] con la herramienta [ SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; SURFACE &gt; SLOPE].</li> <li>2. Con el DEM se generó el ráster de la <b>dirección de flujo</b> [flow_dir] con la herramienta [SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; HYDROLOGY &gt; FLOW DIRECTION].</li> <li>3. Con el ráster de la <b>dirección de flujo</b> se generó el ráster de la <b>acumulación de flujo</b> [flow_acum] con la herramienta [SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; HYDROLOGY &gt; FLOW ACCUMULATION].</li> <li>4. Con el ráster de la <b>pendiente</b> se generó el ráster del <b>parámetro F</b> [par_f] con la herramienta [SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; MAP ALGEBRA &gt; RASTER CALCULATOR] <math>\{(\text{Sin}(\text{"Slope"} * 0.01745) / 0.0896) / (3 * \text{Power}(\text{Sin}(\text{"Slope"} * 0.01745), 0.8) + 0.56)\}</math>.</li> <li>5. Con el ráster del <b>parámetro F</b> se generó el ráster del <b>parámetro M</b> [par_m] con la herramienta [SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; MAP ALGEBRA &gt; RASTER CALCULATOR] <math>\{\text{"par\_f"} / (1 + \text{"par\_f"})\}</math>.</li> <li>6. Entonces, el ráster del <b>factor L</b> se estimó con la herramienta [SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; MAP ALGEBRA &gt; RASTER CALCULATOR] <math>\{(\text{Power}(\text{"flow\_acum"} + 15^{15}), (\text{"par\_m"} + 1)) - \text{Power}(\text{"flow\_acum"}, (\text{"par\_m"} + 1))\} / (\text{Power}(15, (\text{"par\_m"} + 2)) * \text{Power}(22.13, \text{"var\_m"}))</math> (15 = es el lado del píxel del DEM).</li> <li>7. Con el ráster de la <b>pendiente</b> se generó el ráster del <b>factor S</b> con la herramienta [ SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; MAP ALGEBRA &gt; RASTER CALCULATOR] <math>\{\text{Con}((\text{Tan}(\text{"slope"} * 0.01745) &lt; 0.09), (10.8 * \text{Sin}(\text{"slope"} * 0.01745) + 0.03), (16.8 * \text{Sin}(\text{"slope"} * 0.01745) - 0.5))\}</math>.</li> <li>8. Finalmente, el ráster del <b>factor LS</b> se generó como resultado del producto del <b>factor L</b> y <b>factor S</b> con la herramienta [SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; MAP ALGEBRA &gt; RASTER CALCULATOR] <math>\{\text{factor\_l} * \text{factor\_s}\}</math>.</li> </ol> <p><b>Factor de manejo de cultivo y cobertura del suelo</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se clasificó el shapefile de <b>vegetación y uso de suelo</b> del SA considerando los valores del cuadro anterior.</li> <li>2. Se generó el ráster del <b>Factor C</b> a partir de la clasificación del shapefile de uso de suelo y vegetación con el campo de los valores de C con la herramienta [CONVERSION TOOLS &gt; TO RASTER &gt; FEATURE TO RASTER].</li> </ol> <p>Estimación de la erosión potencial]</p>
--	---

		<p>Determinar la erosión potencial es de importancia para encontrar los factores C y P, que pueden reducir la erosión a niveles tolerables (Wischmeier, 1976). También es un indicador de aquellas zonas donde los factores [R, K y LS] promueven con mayor intensidad la pérdida de suelo. Para su estimación en este trabajo fue el resultado de la multiplicación de los factores [R, K, LS], en la calculadora ráster [SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; MAP ALGEBRA &gt; RASTER CALCULATOR] de ArcGIS. Para estimar la tasa de erosión potencial promedio en el SA, ésta se reclasificó con la herramienta [Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify] considerando la clasificación de la FAO. Ponderando la superficie con la tasa de erosión promedio utilizando la herramienta [Spatial Analyst Tools &gt; Zonal &gt; Zonal Geometry as Table] de ArcGIS.</p>
Estimación de la erosión actual	<p>La tasa de erosión hídrica actual en el SA, es una de las variables más importantes a considerar para recomendar las prácticas más idóneas para la conservación del suelo y del agua. La estimación de la erosión actual fue el resultado de la multiplicación de los factores [R, K, LS, C].</p>	<p>[SPATIAL ANALYST TOOLS/MAP ALGEBRA/RASTER CALCULATOR] de ArcGIS. Para la estimación del valor promedio en el SA se reclasificó de acuerdo a las categorías de la FAO con la herramienta [Spatial Analyst Tools &gt; Reclass &gt; Reclassify].</p>
Estimación de la erosión eólica	<p>La erosión eólica es el proceso que comprende el desprendimiento, transporte y deposición de los materiales del suelo por acción del viento, este se da cuando la velocidad del viento supera las fuerzas de cohesión de las partículas del suelo (Mech y Woodruff, 1967).</p>	<p>Para realizar el cálculo de la erosión laminar eólica (Ee) se aplicó la fórmula siguiente:</p> $E_e = IAV \cdot CATEX \cdot CAUSO$ <p><b>donde; Ee= Erosión eólica (t ha año<sup>-1</sup>), IAV= Índice de agresividad del viento, CATEX= Calificación de textura y fase del suelo y, CAUSO= Calificación por uso del suelo.</b></p> <p><b>Índice de agresividad del viento [IAV]</b></p> <p>En primer lugar, se calculó el Índice de agresividad del viento [IAV] mediante la fórmula siguiente:</p> $IAV = 160.8252 - 0.7660(Pc)$ <p><b>donde; Pc= período de crecimiento (número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo).</b></p> <p>El valor del período de crecimiento [Pc] se estimó por medio de la expresión siguiente:</p> $Pc = 0.2408 (P) - 0.0000372 (P)^2 - 33.1019$ <p><b>donde; P es la precipitación promedio anual (mm).</b></p>
Calificación de textura y fase [CATEX]		<p>Se determinó la superficie por tipo de suelo del SA mediante la carta de edafología Serie II de INEGI (2014), la calificación de textura y la fase se asignó mediante los valores de los cuadros s correspondientes a suelos no calcáreos (SUECALC = 0) y suelos calcáreos (SUECALC = 1) respectivamente.</p> $CATEX = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tipo\_Suelo}_i \cdot C_i}{\text{Sup\_total}}$ <p>Donde; Tipo_Suelo<sub>i</sub> = superficie que cubre el i-ésimo tipo de suelo (ha), C<sub>i</sub> = calificación asignada para el i-ésimo tipo de suelo (adimensional) y Sup_total = superficie total de la MHF</p>
Análisis de diversidad de vegetación		<p><b>Densidad y densidad relativa.</b></p> <p>La densidad está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies dividido por la superficie muestreada</p> $D = n \cdot \frac{10,000}{m}$ <p>La densidad relativa permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal, ya que considera el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población, expresa la proporción del número total de individuos de todas las especies.</p>

		$DR = \frac{D_{ij}}{\sum_j D_{ij}} * 100$ <p><b>Dominancia relativa</b></p> $DO = \frac{Da_{ij}}{\sum_j Da_{ij}} * 100$ <p><b>Frecuencia relativa</b></p> $Fa = x * n_i$ $FR = \frac{Fa_{ij}}{\sum_j Fa_{ij}} * 100$ <p><b>Índice de valor de importancia</b></p> $IVI = DR + Do + FR$ <p><b>Índices de diversidad y riqueza</b></p> $H' = - \sum_{i=1}^s pi * \ln(pi)$ $D = 1 - \sum_{i=1}^s (pi)^2$ $D_m = \frac{S - 1}{\ln(N)}$
<p>Metodologías para identificar y evaluar los impactos ambientales</p>	<p>Para identificar y valorar los impactos ambientales se utilizó el método del instituto <b>Batelle – Columbus (1972)</b>, el cual fue desarrollado para proyectos hídricos en USA y adaptado para obras que requieren CUSTF. El método consiste en un formato en forma de árbol o matriz que contiene cuatro niveles; i) categorías, ii) componentes, iii) parámetros y, iv) mediciones ambientales. Estos niveles van en orden creciente a la información que proporcionan, constituyendo el nivel tres la clave del sistema de evaluación, resultando 32 parámetros que son considerados significativos del medio ambiente y adoptan el carácter de <i>indicadores de impacto</i> para evaluar su calidad ambiental</p>	<p>La matriz de Batelle – Columbus modificada para estimar el impacto ambiental neto considerando el ICA<sub>1</sub> estimado en el tiempo cero y el ICA<sub>2</sub> (simulación) estimado con el algoritmo RF, cuando se modifican los indicadores ambientales por las obras y actividades en cada etapa. Ambos, escenarios se mantienen en una escala de 0 a 1, para poder caracterizar la importancia del impacto en el sistema de alerta de la matriz Batelle – Columbus. Si bien es cierto que el ICA oscila en un rango de 0.45 – 0.87, este se ponderó a la escala de 0 – 1 para cumplir con los criterios metodológicos de la matriz de Batelle – Columbus.</p>
<p>Valoración del estado actual</p>	<p>Para medir la alteración y/o conservación ambiental implica establecer una escala de valoración, para indicar el grado de susceptibilidad del medio en relación con el agente generador de perturbaciones. Las clases en cuestión y las valoraciones asignadas, de acuerdo con una escala que indica más bien cualidad que cantidad, están enfocadas particularmente en las variables consideradas más relevantes en el desarrollo de las etapas de la obra.</p>	<p>La primera de ellas asigna un valor numérico a las distintas unidades, de modo tal que las diferencias entre ellas son cuantitativas y por lo tanto pueden ser procesadas en forma numérica y estadística. La segunda aproximación se inicia con una ordenación de las unidades, según una escala jerárquica referida a cada variable del inventario. El grado de alteración se podrá valorar por diferencias ordinales, por último, la tercera aproximación tiene su origen en una valoración semicuantitativa en la cual las unidades se clasifican con adjetivos tales como alto, medio y bajo, o con escalas similares.</p> <p>Los criterios de valoración utilizados para describir el escenario ambiental, identificar la interrelación de los componentes y de forma particular, detectar los puntos críticos del diagnóstico, que pueden ser considerados son: Normativos (N), de Diversidad (D), Rareza, Naturalidad (R), Grado de Aislamiento (A) y Calidad (C), según la definición de la guía. La calificación para cada uno de los criterios se da en función de la existencia (1-3) o ausencia (0); posteriormente se hace una sumatoria de todos los criterios (E); para finalmente asignar una valoración.</p> <p>Los elementos con unidades menores de 5 son considerados con un grado de conservación bajo, los elementos con unidades mayores a 5 y menores de 10 se consideran con un grado de conservación medio, y los elementos con unidades mayores a 10 y 15 son considerados con un grado de conservación alto.</p>

## **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES**

### **VIII.1. Formatos de presentación**

De acuerdo con el artículo 19 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación ambiental, se entregarán un original y tres copias de la presente manifestación al Impacto Ambiental, de los cuales uno será utilizado para **CONSULTA AL PÚBLICO**. Así mismo todo el estudio será grabado en memoria digital, incluyendo imágenes planos e información que complementa el estudio.

Se integrarán 4 resúmenes ejecutivos del Manifiesto al Impacto Ambiental del presente proyecto, del mismo modo se presentan dos en cinta magnética el cual uno sirva para CONSULTA PÚBLICA.

### **VIII.2. Planos de localización**

En el **Anexo 2**, se presenta el plano de ubicación y acceso al área del proyecto.

### **VIII.3. Fotografías**

En el **Anexo 5** se presenta la reseña fotográfica del área de ubicación del proyecto. Aquí se puede apreciar los tipos de vegetación y uso del suelo de los predios en donde se localiza el proyecto.

### **VIII.4. Videos**

No se presenta información en este caso.

## IX. RESPONSIVA TÉCNICA DEL PROYECTO

El presente Manifiesto de Impacto Ambiental (modalidad particular) del proyecto: **Explotación de recursos minerales metálicos en Metates, Tepehuanes, Durango.**, se elaboró bajo la responsabilidad técnica de:

---

M.C. Sacramento Corral Rivas

### Número de Cédula Profesional.

Ingeniería: 2642485.

Postgrado: 3107384.

### Dirección.

Calle: Blvd Luis Donaldo Colosio número 603  
Fraccionamiento: Haciendas  
Ciudad: Victoria de Durango, Dgo.  
C.P: 34038  
Email: [sacra.corral@gmail.com](mailto:sacra.corral@gmail.com)  
Tel: 674 101 6013

## X. BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, M. y Espluga, A. P. (1999): "Introducción al paisaje". En Otero, I. (Ed): Paisaje, Teledetección y SIG. Conceptos y aplicaciones. Madrid, Fundación Conde del Valle de Salazar, pp. 1 - 33.
- Battelle Memorial Institute, Columbus Laboratories. (1972). Environmental Impact Assessment. Battelle Memorial Institute.
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5-32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>.
- Burt W.-H. et Grossenheider R.-P. (1980) A field guide to the Mammals. Field marks of all species found north of the Mexican boundary. Second edition revised and enlarged. Boston, Houghton Mifflin, The Peterson Field Guide Series, N°5.
- Caire, W. & Findley, J. S.(1977). El estado de los mamíferos en la región norte del desierto de Chihuahua.
- Calderón, L. 1999. Apuntes del curso de Impacto ambiental. El Colegio de la Frontera Norte-Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Tijuana, México. 27-34.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1988). Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Recuperado de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1992). Ley de Aguas Nacionales. Recuperado de Ley General de Vida Silvestre ([diputados.gob.mx](http://diputados.gob.mx)).
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1992). Ley Minera. Recuperada de Ley de Minería ([diputados.gob.mx](http://diputados.gob.mx)).
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2000). Ley General de Vida Silvestre. Recuperado de [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146\\_200521.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf).
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2003). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Recuperado de [\[https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/juridico/leyes/LG\\_DE\\_DESARROLLO\\_FORESTAL\\_SUSTENTAB LE.pdf\]](https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/juridico/leyes/LG_DE_DESARROLLO_FORESTAL_SUSTENTAB LE.pdf).
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Recuperado de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>.
- Carabelli F.A. 2002. Una contribución a la planificación del uso múltiple de tierras boscosas en Tierra del Fuego (Publicación Técnica N° 31). Esquel, Chubut: CIEFAP-GTZ.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (2012). Conjunto de datos de prevención de desastres. Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/centro-nacional-de-prevencion-de-desastres>.
- CEPAL. 1991. Evaluaciones del impacto ambiental en América Latina y el Caribe. Comisión económica para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 238 p.
- CNA. 2000. Situación de la gestión del agua en la región V pacífico sur. El tecolote. Comisión Oaxaqueña de Defensa Ecológica. 55 p.
- Comisión Nacional del Agua. 2015. Atlas del Agua en México. Edición 2015. México. 135 p.
- Comisión Nacional del Agua. 2015. Estadísticas del Agua en México. Edición 2015. México. 295 p.
- Conant, R., & Collins, J. T. (1998). A field guide to reptiles & amphibians: eastern and central North America (Vol. 12). Houghton Mifflin Harcourt.
- CONAPO. 1996. Consejo Nacional de Población. Estimaciones y Proyecciones para México. 1995-2020.
- Coneza V. (2009) Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, 4 Ed, Mundi – Prensa, Madrid, 420-787.
- Espinoza G. (2001) Fundamentos de evaluación de impacto ambiental, Centro de estudios para el desarrollo CED, Santiago, 93-113
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2009). Guía para la descripción de suelo. Roma, Italia. 10 p. Recuperado de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b54d0348-dfce-413c-bd5d-142b3a14a049/content>.
- García, M.E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM., México, D.F. Instituto de Geografía.
- García-Mendoza. A. P. Tenorio L. J. Reyes S. 1994. El endemismo en la flora fanerogámica de la Mixteca alta, Oaxaca-Puebla, México.

- Global Wind Atlas. (n.d.). Global Wind Atlas. Recuperado el 08 de mayo de 2024, de <https://globalwindatlas.info/en>
- Gobierno de México. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024. Ciudad de México: Gobierno de México. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019).
- Gobierno del Estado de Durango. (2001). Programa Forestal y de Suelos del Estado de Durango. Durango, México: Gobierno del Estado de Durango. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/latinamerica/568d9aee5deab9a8347200a2e34762f9eabad3b28b3ce99e36b37d0f2569251f.pdf>.
- Gobierno del Estado de Durango. (2023). Plan de Desarrollo Estatal de Durango 2023-2029. Durango, México: Gobierno del Estado de Durango. <https://www.durango.gob.mx/ped.pdf>.
- Google. (n.d.). Google Earth Engine. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de <https://earthengine.google.com>.
- Grigorescu, A., Pelinescu, E., Ion, A. E., & Dutcas, M. F. (2021). Human capital in digital economy: An empirical analysis of central and eastern European countries from the European Union. *Sustainability*, 13(4), 2020.
- Guerrero G. V. 1998. Los consejos de cuenca en México. Definiciones y alcances. Unidad de programas rurales y participación social coordinación de consejos de cuenca. Comisión Nacional del Agua. SEMARNAP. 42 p.
- H. Ayuntamiento de Pánuco de Coronado. (2022). Programa de Desarrollo Municipal de Pánuco de Coronado 2022-2025. Pánuco de Coronado, Durango: H. Ayuntamiento de Pánuco de Coronado. Recuperado de <http://www.panucodecoronado.gob.mx>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2001). Diccionario de datos edafológicos (Alfanumérico). México. 33 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2000. Diccionario de datos climáticos escalas 1:250 000 y 1: 1,000,000 (vectoriales). México. 57 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2014. Guía para la interpretación de cartografía: uso de suelo y vegetación 1: 250,000 Serie V. México. 195 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Cuéntame. [<http://cuentame.inegi.org.mx>, 25/08/16, 9:00 h]
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Número de habitantes, estado de Durango. [<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/dur/poblacion/default.aspx?tema=me&e=10>].
- Instituto Nacional Estadística Geografía e Informática. (2000). Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0). Carta de elevación escala 1: 50,000. <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>.
- Instituto Nacional Estadística Geografía e Informática. 1995. Cartas temáticas de uso de suelo, vegetación, fisiografía, edafología, geología e hidrología superficial y subterránea escala 1: 250,000. [<http://www.inegi.org.mx>, 28/05/24].
- Kaufman, K. (2005). Kaufman field guide to birds of North America. Houghton Mifflin Harcourt.
- MacArthur, R. H. and J. W. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- Magurran, A. E. 1988. Diversidad Ecológica y su medición, traducción Antonia M. Cirer, Barcelona, España.
- Mallarach, J. M., & i Carrera, J. M. M. (Eds.). (2008). Protected landscapes and cultural and spiritual values (Vol. 2). Kasperek Verlag.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... & Duchesnay, É. (2011). Scikit-learn: Machine Learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825-2830.
- Planeta Carbono Neutral. 2024. Calcula tu huella. <https://planetacarbononeutral.org/calculadoras-de-huella-de-carbono/#top>.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Ciudad de México, México: Secretaría de Hacienda y Crédito Público. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-080-ECOL-1994. Recuperado de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo68960.pdf>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. Recuperado de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5324105&fecha=03/12/2013](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5324105&fecha=03/12/2013).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (1993). Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680165/NOM-054-SEMARNAT-1993.pdf>.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2006). Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006. Recuperado de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69238.pdf>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2006). Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006. Recuperado de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5000546&fecha=13/09/2007#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5000546&fecha=13/09/2007#gsc.tab=0).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2005). Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2005. Recuperado de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4632/semarnat/semarnat.htm>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2005). Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-2005. <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1278/1/nom-086-semarnat-sener-scfi-2005.pdf>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2005). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Recuperado de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Recuperado de <https://dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1994). NOM-080-SEMARNAT-1994. Normas oficiales mexicanas que establecen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido de vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición. México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Salud (SSA). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Recuperado de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=2063863&fecha=31/12/1969](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2063863&fecha=31/12/1969).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1993). Norma Oficial Mexicana NOM-080-STPS-1993. Recuperado de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4659801&fecha=14/01/1994#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4659801&fecha=14/01/1994#gsc.tab=0).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-021-STPS-1994. Recuperado de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4697709&fecha=24/05/1994#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4697709&fecha=24/05/1994#gsc.tab=0).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-100-STPS-1994. Recuperado de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4864976&fecha=08/01/1996](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4864976&fecha=08/01/1996).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-102-STPS-1994. Recuperado de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4865183&fecha=10/01/1996](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4865183&fecha=10/01/1996).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-103-STPS-1994. Recuperado de 103-STPS.DOC (ordenjuridico.gob.mx).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-113-STPS-1994. Recuperado de DOF - Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1998). Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-1998. Recuperado de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4895881&fecha=13/10/1998#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4895881&fecha=13/10/1998#gsc.tab=0).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1999). Norma Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999. Recuperado de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4948965&fecha=31/05/1999#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4948965&fecha=31/05/1999#gsc.tab=0).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1999). Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999. Recuperado de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4958421&fecha=23/12/1999](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4958421&fecha=23/12/1999).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2000). Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2000. Recuperado de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=768130&fecha=09/03/2001#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=768130&fecha=09/03/2001#gsc.tab=0).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2000). Norma Oficial Mexicana NOM-027-STPS-2000. Recuperado de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=2058086&fecha=02/08/2000#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2058086&fecha=02/08/2000#gsc.tab=0).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2001). Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001. Recuperado de <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1278/1/nom-086-semarnat-sener-scfi-2005.pdf>.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2001). Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2001. Recuperado de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=758081&fecha=05/11/2001#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=758081&fecha=05/11/2001#gsc.tab=0).
- SEMARNAT. (2023). SIORE. Recuperado de <https://siga.semarnat.gob.mx/indicadores-regionales/siore/>.
- Servicio Geológico Nacional. 2022. Carta geológico minero Escala 1:250 000 No. 16 "Guadalupe Victoria.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2010). Normales Climatológicas por Estado. Recuperado de <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado>.
- Sibley, D. A. (2001). The Sibley guide to birds. New York David Allen Sibley Alfred A. Knopf, 201.

- Sistema Nacional de Información Geográfica. (2010) Diccionario de datos climáticos escala 1: 250,000 (Alfanumérico). México.
- Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. (2017). Registros de ejemplares de mamíferos (Catálogo de metadatos geográficos). México.
- Soto-Hernández, A. 1991. Elaboración de una tarifa volumétrica para mezquite *Prosopis laevigata* (Humb & Bonpl. Ex Willd) M.C. Johnst. En el Mpio. De Linares, Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Linares, N. L. México.
- Turner, M. G., Gardner

**XI. LISTA DE ANEXOS**

Los anexos al presente estudio son:

<b>ANEXO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>1</b>	<b>Documentación legal</b>
1.1	Copia certificada del acta constitutiva de la Promovente y del poder del representante legal.
1.2	Copia simple de la identificación oficial de su representante legal.
1.3	RFC de la empresa
<b>2</b>	<b>Planos de localización del proyecto</b>
2.1	Localización del proyecto en el contexto estatal.
2.2	Localización predial
2.3	Localización física
2.4	Croquis de localización
<b>3</b>	<b>Planos de las características físicas</b>
3.1a	Planos de hidrología general
3.1b	Planos de acuíferos
3.1c	Calidad del agua
3.2	Plano de provincias fisiográficas
3.3	Plano de elevaciones
3.4	Plano de pendientes
3.5	Plano de exposiciones
3.6	Plano de geología
3.7	Plano de edafología
3.8	Plano de clima
3.9	Plano de precipitación media anual
3.10	Plano de temperatura media anual
<b>4</b>	<b>Planos de las características bióticas.</b>
4.1	Plano de uso de suelo y vegetación.
<b>5</b>	<b>Planos de las regiones prioritarias y ordenamientos ecológicos.</b>
5.1	Plano de ubicación del sitio respecto a las ANP y AICAS
5.2	Plano de ubicación del sitio respecto a las RHP
5.3	Plano de ubicación del sitio respecto a las RTP
5.4	Plano de ubicación del sitio respecto a las UMA estatal
5.5	Plano de ubicación del sitio respecto a las UMA general
5.6	Plano de sismicidad y deslizamiento
<b>6</b>	<b>Planos de las características abióticas.</b>
6.1	Plano de ubicación física de los sitios de fauna
<b>7</b>	<b>Anexo fotográfico</b>