



## 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-0434/05/25

## 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)



**GRUPO MINERO BACIS  
S.A. DE C.V.**

---

---

**MANIFIESTO AL IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

---

---

**PROYECTO: Desarrollo del Robbins Providencia, municipio  
de Otáez, Durango.**

SECTOR: Cambio de Uso de Suelo

DURANGO, DGO.

MAYO DE 2025

---

**ASUNTO:** Se solicita resolución en Materia de Impacto Ambiental del proyecto: **Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.**

Victoria de Durango, Dgo.  
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: **Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, 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 de la Promovente y el Poder de su representante legal.
- ✓ Copia simple de la identificación oficial del representante legal y del RFC de la Promovente.
- ✓ 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. David Kunz Martínez**  
Representante legal de la empresa

Victoria de Durango, Dgo.  
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 **E STUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR (MIAP)** del proyecto: **Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango** fue a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, así mismo las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales adversos sugeridas son las más efectivas para mantener el equilibrio ecológico en los ecosistemas del 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>11</b>
<b>I.1. Proyecto.....</b>	<b>11</b>
I.1.1. Nombre.....	11
I.1.2. Ubicación.....	11
I.1.3. Tiempo de vida útil.....	12
I.1.4. Presentación de la documentación legal.....	12
<b>I.2. Promovente.....</b>	<b>12</b>
<b>I.3. Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.....</b>	<b>12</b>
I.3.1. Nombre o razón social.....	12
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes y CURP.....	12
I.3.3. Dirección.....	12
I.3.4. Profesión y número de cedula profesional.....	13
<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>13</b>
<b>II.1. Información general.....</b>	<b>13</b>
II.1.1. Naturaleza.....	13
II.1.2. Criterio de ordenamiento ecológico del territorio.....	14
II.1.3. Tipificación de la obra.....	14
II.1.4. Selección del sitio.....	14
II.1.5. Ubicación física y planos de localización.....	15
II.1.6. Inversión requerida.....	17
II.1.6.1. Capital requerido.....	17
II.1.6.2. Período de recuperación.....	18
II.1.6.3. Costos para realizar las medidas de prevención y mitigación.....	19
II.1.7. Dimensiones.....	19
II.1.7.1. Superficie total.....	19
II.1.7.2. Superficie de obras permanentes.....	19
II.1.8. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua.....	19
II.1.9. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	21
<b>II.2. Características particulares.....</b>	<b>22</b>
II.2.1. Programa general de trabajo.....	22
II.2.1.1. Estudios de campo y gabinete.....	25
II.2.1.1.1. Vegetación que resultara afectada por el CUSTF.....	25
II.2.1.2. Preparación de sitio.....	26
II.2.1.2.1. Rehabilitación de caminos de acceso.....	26
II.2.1.2.2. Rescate y reubicación de flora y fauna.....	27
II.2.1.2.3. Remoción de la vegetación.....	27
II.2.1.2.4. Retiro y limpieza de residuos vegetales.....	27
II.2.1.2.5. Limpieza y delimitación de los sitios a ocupar por el Robbins.....	27
II.2.1.3. Construcción.....	28
II.2.1.3.1. Robbins.....	28
II.2.1.3.2. Infraestructura auxiliar.....	28
II.2.1.3.3. Obras mineras.....	29
II.2.2. Construcción de obras asociadas y/o provisionales.....	31
II.2.3. Operación y mantenimiento.....	32
II.2.3.1. Monitoreo continuo del flujo de aire.....	32
II.2.3.2. Inspección periódica del extractor vertical.....	32
II.2.3.3. Mantenimiento preventivo del sistema de extracción.....	32
II.2.3.4. Monitoreo de la estabilidad estructural del túnel.....	33

II.2.3.5.	Revisión y calibración de sensores de calidad del aire.....	33
II.2.3.6.	Control de escurrimientos pluviales.....	33
II.2.3.7.	Tecnologías que se utilizarán con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos.....	33
II.2.3.8.	Tipo de reparaciones y mantenimiento a sistemas, equipos, etc.....	34
II.2.4.	Abandono de sitio.....	34
II.2.4.1.	Cierre de las obras mineras (Robbins).....	34
II.2.4.2.	Destino de las áreas ocupadas.....	34
II.2.4.2.1.	Desconexión y retiro del extractor vertical.....	35
II.2.4.2.2.	Limpieza y desmantelamiento de instalaciones auxiliares.....	35
II.2.4.2.3.	Relleno controlado del pozo con tepetate.....	35
II.2.4.2.4.	Reconfiguración superficial del terreno.....	35
II.2.4.3.	Programa de restauración.....	36
II.2.4.4.	Programa de reforestación.....	37
II.2.4.5.	Programa de abandono definitivo del sitio (monitoreo).....	37
II.2.4.5.1.	Objetivos.....	37
II.2.4.5.2.	Actividades de rehabilitación, compensación y restitución.....	38
II.2.5.	Utilización de explosivos.....	38
II.2.6.	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	38
II.2.6.1.	Residuos no peligrosos.....	39
II.2.6.2.	Residuos peligrosos.....	41
II.2.7.	Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.....	41
II.2.7.1.	Residuos sólidos urbanos.....	41
II.2.7.2.	Residuos peligrosos.....	42
II.2.7.3.	Residuos de manejo especial.....	42
II.2.7.4.	Aguas residuales.....	42
II.2.8.	Otras fuentes de daño.....	43

### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y USO DEL SUELO..... 43**

III.1.	Programa de desarrollo municipal.....	45
III.2.	Plan estatal de desarrollo.....	45
III.3.	Plan nacional de desarrollo.....	46
III.4.	Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales.....	47
III.5.	Análisis de los instrumentos normativos.....	48
III.5.1.	Leyes.....	48
III.5.2.	Reglamentos.....	50
III.5.3.	Normas oficiales aplicables.....	51
III.6.	Programa de ordenamiento ecológico general del territorio.....	52
III.7.	Programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango.....	55
III.8.	Ubicación del sitio en las regiones prioritarias para la conservación.....	58
III.8.1.	Áreas naturales protegidas (ANP).....	58
III.8.2.	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).....	58
III.8.3.	Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).....	58
III.8.4.	Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).....	59

### **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL..... 59**

IV.1.	Delimitación del área de estudio.....	59
-------	---------------------------------------	----

IV.1.1.	Delimitación del área de influencia y su justificación.....	59
IV.1.2.	Delimitación a nivel regional.....	60
IV.1.3.	Delimitación a nivel sitio (puntual o local).....	61
<b>IV.2.</b>	<b>Caracterización del sistema ambiental.....</b>	<b>62</b>
IV.2.1.	Aspectos abióticos.....	62
IV.2.1.1.	Clima.....	62
IV.2.1.2.	Normales climatológicas.....	63
IV.2.1.2.1.	Temperatura.....	63
IV.2.1.2.2.	Precipitación.....	64
IV.2.1.3.	Intemperismos severos.....	66
IV.2.1.4.	Geología.....	67
IV.2.1.4.1.	Geología regional.....	68
IV.2.1.4.2.	Geología local.....	68
IV.2.1.4.3.	Geología del subsuelo.....	69
IV.2.1.4.4.	Geología estructural.....	70
IV.2.1.5.	Fisiografía.....	71
IV.2.1.5.1.	Clasificación de acuerdo con el INEGI.....	72
IV.2.1.5.2.	Relieve.....	73
IV.2.1.6.	Suelos.....	76
IV.2.1.6.1.	Tipos de suelo.....	76
IV.2.2.	Estado de conservación del suelo.....	83
IV.2.2.1.	Estimación de la erosión hídrica.....	83
IV.2.2.2.	Estimación de la erosión eólica.....	85
IV.2.2.3.	Hidrología.....	86
IV.2.2.3.1.	Hidrología superficial y subterránea.....	87
IV.2.2.3.2.	Calidad del recurso hídrico.....	89
IV.2.3.	Aspectos bióticos.....	90
IV.2.3.1.	Vegetación.....	90
IV.2.3.1.1.	Tipos de vegetación.....	90
IV.2.3.1.2.	Tipos de vegetación y su distribución.....	91
IV.2.3.2.	Características de la vegetación.....	93
IV.2.3.3.	Especies de importancia económica.....	95
IV.2.3.4.	Especies endémicas y/o en peligro de extinción.....	96
IV.2.3.5.	Análisis de la diversidad vegetal.....	96
IV.2.3.6.	Fauna.....	98
IV.2.3.6.1.	Inventario de especies de fauna silvestre reportadas o avistadas.....	98
IV.2.3.6.2.	Descripción de la metodología de muestreo.....	103
IV.2.3.6.3.	Análisis de la diversidad y abundancia.....	105
IV.2.3.6.4.	Especie de importancia; económica y/o cinegética.....	107
IV.2.4.	Paisaje.....	108
IV.2.5.	Medio socioeconómico.....	111
IV.2.5.1.	Población.....	111
IV.2.6.	Diagnóstico ambiental.....	114
IV.2.6.1.	Integración e interpretación del inventario ambiental.....	114
IV.2.6.1.1.	Inventario ambiental del sitio.....	114
IV.2.6.1.2.	Inventario ambiental del SA.....	116
IV.2.6.2.	Valoración del estado actual.....	117
IV.2.6.3.	Síntesis.....	117
<b>V.</b>	<b>DENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>119</b>
V.1.	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	119
V.1.1.	Indicadores de impacto.....	120
V.1.2.	Lista de verificación de indicadores de impacto.....	120

V.1.3.	Normalización de datos.....	123
V.1.4.	Predicción del impacto (simulación).....	126
V.1.5.	Criterios y metodología de evaluación.....	128
V.1.5.1.	Caracterización y valoración de los impactos.....	129
V.1.5.2.	Identificación y globalización de los impactos adversos.....	139
V.1.6.	Valoración y caracterización de los impactos.....	141
<b>V.2.</b>	<b>Justificación de la mitología utilizada en la evaluación de los impactos ambientales.....</b>	<b>143</b>
<b>VI.</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>145</b>
<b>VI.1.</b>	<b>Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas.....</b>	<b>145</b>
VI.1.1.	Clasificación de las medidas.....	145
VI.1.2.	Medidas propuestas por cada elemento ambiental.....	146
VI.1.2.1.	Flora.....	146
VI.1.2.2.	Fauna.....	146
VI.1.2.3.	Topografía.....	146
VI.1.2.4.	Suelo.....	146
VI.1.2.5.	Agua.....	147
VI.1.2.6.	Aire.....	147
VI.1.2.7.	Paisaje.....	148
VI.1.2.8.	Sociedad.....	148
VI.1.3.	Programa de atención prioritaria.....	148
VI.1.4.	Programa de rescate y reubicación de fauna.....	148
VI.1.4.1.	Objetivos.....	148
VI.1.4.2.	Metas.....	149
VI.1.4.3.	Descripción de las especies de fauna.....	149
VI.1.4.4.	Actividades.....	153
VI.1.4.4.1.	Capacitación al personal.....	153
VI.1.4.4.2.	Ahuyentamiento de fauna.....	153
VI.1.4.4.3.	Identificación.....	153
VI.1.4.4.4.	Método para el manejo de las especies.....	154
VI.1.4.4.5.	Cronograma.....	158
VI.1.4.4.6.	Seguimiento y evaluación.....	158
VI.1.4.4.7.	Área considerada para el rescate.....	158
VI.1.5.	Programa de conservación de suelo.....	158
VI.1.5.1.	Descripción de las obras de restauración.....	158
VI.1.5.2.	Acomodo de material vegetal.....	159
VI.1.5.3.	Presas de control azolves.....	160
VI.1.5.4.	Resultados esperados del programa.....	161
VI.1.5.5.	Ubicación de las obras.....	161
VI.1.6.	Programa de rescate de especies de flora.....	161
VI.1.6.1.	Selección del sitio de reubicación.....	161
VI.1.6.2.	Capacitación del personal.....	162
VI.1.6.3.	Planificación de la extracción de los individuos.....	162
VI.1.6.4.	Extracción y manejo de los individuos.....	162
VI.1.6.5.	Transporte a la zona de trasplante.....	162
VI.1.6.6.	Plantación en la zona de reubicación.....	162
VI.1.6.7.	Monitoreo y mantenimiento post-trasplante.....	162
VI.1.7.	Programa de reforestación.....	163
VI.1.7.1.	Elección de las especies a reforestar.....	163
VI.1.7.2.	Objetivos.....	163
VI.1.7.3.	Metas.....	163
VI.1.7.4.	Metodología.....	163
VI.1.7.4.1.	Selección de especies.....	163

VI.1.7.4.2.	Determinación de la densidad de reforestación.....	164
VI.1.7.4.3.	Estado físico y sanitario de la planta.....	164
VI.1.7.4.4.	Época de la plantación.....	164
VI.1.7.4.5.	Técnica de plantación.....	164
VI.1.7.4.6.	Lugares de acopio.....	165
VI.1.7.4.7.	Indicadores de evaluación.....	165
VI.1.7.4.8.	Mantenimiento y monitoreo de la supervivencia de los individuos.....	165
VI.1.7.5.	Programa de actividades.....	166
VI.1.7.6.	Evaluación del rescate y reubicación.....	166
VI.1.7.7.	Sobrevivencia mínima esperada y acciones emergentes.....	166
VI.1.7.8.	Informe de avances y resultados.....	166
VI.1.8.	Actividades de mitigación en las diferentes etapas.....	167
VI.1.9.	Actividades de mitigación como consecuencia del abandono del sitio (abandono definitivo).....	172
VI.1.10.	Sustentabilidad con las medidas de mitigación y prevención aplicadas.....	172
<b>VI.2.</b>	<b>Impactos residuales.....</b>	<b>181</b>
<b>VI.3.</b>	<b>Impactos sinérgicos y acumulativos.....</b>	<b>183</b>
<b>VII.</b>	<b>PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>184</b>
<b>VII.1.</b>	<b>Pronóstico del escenario.....</b>	<b>184</b>
<b>VII.2.</b>	<b>Programa de vigilancia ambiental.....</b>	<b>192</b>
VII.2.1.	Generalidades.....	192
VII.2.2.	Objetivos.....	192
VII.2.3.	Responsables.....	192
VII.2.4.	Metodología.....	193
VII.2.5.	Metas.....	193
VII.2.6.	Seguimiento de las medidas.....	193
VII.2.7.	Indicadores de realización.....	197
VII.2.8.	Indicadores de eficiencia.....	197
VII.2.9.	Análisis, procesamiento de datos o interpretación de resultados.....	197
VII.2.10.	Procesamiento para el control de calidad.....	197
VII.2.11.	Medidas de urgente aplicación.....	198
VII.2.12.	Formatos de apoyo.....	198
VII.2.13.	Otras consideraciones.....	200
<b>VII.3.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>201</b>
<b>VIII.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....</b>	<b>207</b>
<b>VIII.1.</b>	<b>Formatos de presentación.....</b>	<b>207</b>
<b>VIII.2.</b>	<b>Planos de localización.....</b>	<b>207</b>
<b>VIII.3.</b>	<b>Fotografías.....</b>	<b>207</b>
<b>VIII.4.</b>	<b>Videos.....</b>	<b>207</b>
<b>IX.</b>	<b>RESPONSIVA TÉCNICA DEL PROYECTO.....</b>	<b>208</b>
<b>X.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>209</b>
<b>XI.</b>	<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	<b>213</b>

## Índice de cuadros

Cuadro I-1. Acceso al sitio.....	12
Cuadro II-1. Coordenadas geograficas de la infraestructura.....	15
Cuadro II-2. Presupuesto estimado.....	17
Cuadro II-3. Indicadores financieros y su dictamen de viabilidad.....	18
Cuadro II-4. Superficie requerida para CUSTF.....	19
Cuadro II-5. Necesidades de mano de obra.....	22
Cuadro II-6. Diagrama general de los plazos por etapa.....	22
Cuadro II-7. Programa general de actividades.....	24
Cuadro II-8. Coordenadas geograficas UTM del censo.....	25
Cuadro II-9. Densidad, cobertura y volumen a remover.....	26
Cuadro II-10. Necesidades de energía del Robbins.....	29
Cuadro II-11. Disponibilidad de obras asociadas y provisionales.....	32
Cuadro II-12. Programa de actividades durante el abandono del sitio.....	38
Cuadro II-13. Residuos solidos y de manejo especial generados.....	39
Cuadro II-14. Estimacion de emisiones de CO2 por año.....	40
Cuadro II-15. Límites maximos permisibles en decibeles para vehículos y maquinaria.....	40
Cuadro II-16. Relacion de areas y ruidos.....	40
Cuadro II-17. Residuos peligrosos generados en las etapas de construccion y operacion.....	41
Cuadro III-1. Vinculacion de las obras y actividades con las NOM aplicables.....	51
Cuadro III-2. Estrategias y lineamientos del UAB.....	53
Cuadro III-3. Vinculacion con la UGA Sierra Alta con Canónes 8.....	56
Cuadro III-4. Áreas Naturales Protegidas de competencia federal en el estado de Durango.....	58
Cuadro III-5. Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal en el estado de Durango.....	58
Cuadro IV-1. Tipos de clima del Sistema Ambiental.....	62
Cuadro IV-2. Tipos de clima a nivel AI.....	62
Cuadro IV-3. Estaciones climatologicas con influencia en el SA.....	63
Cuadro IV-4. Registros de temperatura de las estaciones climatologicas del SA.....	63
Cuadro IV-5. Temperaturas ponderadas anuales del SA.....	64
Cuadro IV-6. Registros de precipitacion de las estaciones climatologicas del SA.....	65
Cuadro IV-7. Precipitacion ponderada anual del SA.....	65
Cuadro IV-8. Evapotranspiracion potencial anual (mm) para las regiones del estado de Durango.....	67
Cuadro IV-9. Clase de rocas a nivel SA y AI.....	68
Cuadro IV-10. Superficies de las clases de rocas en el SA y en el AI.....	68
Cuadro IV-11. Descripcion de los componentes fisiograficos del SA.....	72
Cuadro IV-12. Clasificación de la pendiente del SA (FAO, 2009). .....	74
Cuadro IV-13. Distribucion de la exposicion en el Sistema Ambiental.....	75
Cuadro IV-14. Principales grupos de suelo presentes en el SA.....	76
Cuadro IV-15. Principales grupos de suelo presentes en el AI.....	76
Cuadro IV-16. Tipos de suelos presentes en el SA.....	78
Cuadro IV-17. Tipos de suelo presentes en el AI.....	79
Cuadro IV-18. Tipos de suelo presentes en el sitio.....	79
Cuadro IV-19. Valor de CAERO por unidad de suelo.....	83
Cuadro IV-20. Valores de CATEX para estimar el grado de erosion hídrica del SA.....	84
Cuadro IV-21. Valores de CATOP para estimar el grado de erosion del SA.....	84
Cuadro IV-22. Valores de CAUSO por tipo de vegetacion y uso de suelo.....	84
Cuadro IV-23. Valor de la erosion hídrica estimada (EH) en el Sa.....	85
Cuadro IV-24. Valores para el calculo de la capa de calificacion de textura en suelos no calcareos.....	85
Cuadro IV-25. Valores para el calculo de la capa de calificacion de textura en suelos calcareos.....	85
Cuadro IV-26. Tasa de erosion eolica estimada para el SA.....	86
Cuadro IV-27. Clase de degradacion para erosion eolica (INE, 1988).....	86
Cuadro IV-28. Ubicacion del AI en el sistema hidrologico nacional.....	86
Cuadro IV-29. Descripcion de los principales ríos y arroyos en el SA por subcuenca.....	88
Cuadro IV-30. Tipos de vegetacion del SA.....	90

Cuadro IV-31. Tipos de vegetacion a nivel AI.....	93
Cuadro IV-32. Especies identificadas en el sistema ambiental.....	93
Cuadro IV-33. Valor de importancia ecologica e índices de riqueza y diversidad de las especies en el sitio.....	98
Cuadro IV-34. Listado de especies de fauna silvestre identificadas en el sistema ambiental.....	99
Cuadro IV-35. Características de los transectos para el muestreo de la fauna silvestre en el sistema ambiental. .....	105
Cuadro IV-36. Estaciones de observacion de las aves.....	105
Cuadro IV-37. Índices de diversidad y riqueza de especies de los grupos de fauna silvestre.....	107
Cuadro IV-38. Especies de importancia cinegetica.....	107
Cuadro IV-39. Especies de fauna silvestre identificadas en el SA que se encuentran en la NOM-059.....	107
Cuadro IV-40. Valoracion de la calidad visual del paisaje del AI.....	109
Cuadro IV-41. Valoracion de la fragilidad del paisaje.....	110
Cuadro IV-42. Poblados dentro del area de influencia.....	111
Cuadro IV-43. Descripcion del inventario ambiental.....	116
Cuadro IV-44. Valoracion del medio natural.....	117
Cuadro IV-45. Valoracion de la calidad ambiental (resumen).....	119
Cuadro V-1. Lista de verificacion de impactos ambientales.....	121
Cuadro V-2. Lista de verificacion de impactos ambientales.....	122
Cuadro V-3. Indicadores de impacto ambiental.....	123
Cuadro V-4. Metodología de calculo para elaborar las capas raster de las variables ambientales utilizadas en la integracion del ICA.....	124
Cuadro V-5. Metodología de calculo del peso de cada indicador ambiental.....	125
Cuadro V-6. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de preparacion del sitio.....	129
Cuadro V-7. Estimacion del impacto neto en la etapa de preparacion del sitio.....	130
Cuadro V-8. Estimacion del impacto neto en la etapa de preparacion de construccion.....	131
Cuadro V-9. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de operacion y mantenimiento.....	132
Cuadro V-10. Estimacion del impacto neto en la etapa de operacion y mantenimiento.....	133
Cuadro V-11. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de abandono del sitio.....	133
Cuadro V-12. Impacto neto por etapa.....	136
Cuadro V-13. Importancia de los impactos ambientales adversos.....	141
Cuadro VI-1. Descripcion general de las especies incluidas en la NOM - 059.....	150
Cuadro VI-2. Descripcion grafica de las especies incluidas en la NOM - 059.....	152
Cuadro VI-3. Cronograma general de trabajo.....	158
Cuadro VI-4. Erosion total para el sitio con el CUSTF.....	158
Cuadro VI-5. Modelo de cubicacion de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto.....	159
Cuadro VI-6. Ejemplo de un modelo de cubicacion de una presa filtrante de piedra.....	160
Cuadro VI-7. Clases texturales del suelo y densidad aparente en (gramos/ cm <sup>3</sup> ).....	160
Cuadro VI-8. Metodología de calculo para estimar el numero de presas a considerar para retener la erosion potencial total.....	160
Cuadro VI-9. Programa de actividades de la reforestacion.....	166
Cuadro VI-10. Medidas propuestas para los diversos componentes ambientales.....	167
Cuadro VI-11. Procedimiento de cumplimiento de las medidas de mitigacion propuestas.....	173
Cuadro VI-12. Identificacion de los impactos residuales.....	181
Cuadro VI-13. Valor del cambio neto de los impactos residuales.....	182
Cuadro VII-1. Analisis del pronostico del escenario.....	185
Cuadro VII-2. Valor del cambio neto de los impactos con obras de mitigacion.....	190
Cuadro VII-3. Seguimiento a las medidas de prevencion, mitigacion y compensacion.....	194
Cuadro VII-4. Formato para la verificacion ambiental del programa de medidas.....	197

## Índice de figuras

Figura I-1. Croquis de localizacion y acceso al sitio.....	11
Figura II-1. Localizacion de la infraestructura.....	16
Figura II-2. Localizacion de la infraestructura respecto al tipo de propiedad.....	17
Figura II-3. Localizacion del Robbins de acuerdo con las vetas minerales.....	28
Figura II-4. Proceso de suavizacion de un talud: a) condicion original, b) acomodo de material de relleno y suelo vegetal, y c) realizacion de terrazas y establecimiento de cubierta vegetal (Fuente: Ruíz-Prieto, 2008)....	35
Figura II-5. Ejemplo de contenedores para los residuos solidos generados.....	42
Figura IV-1. Representacion de la precipitacion y temperatura media anual en el SA.....	66
Figura IV-2. Ubicacion del SA respecto a la Regionalizacion Sísmica.....	71
Figura IV-3. Fisiografia a nivel estatal y en el Sistema Ambiental.....	73
Figura IV-4. Elevaciones presentes en el Sistema Ambiental (DEM).....	74
Figura IV-5. Pendiente del SA.....	75
Figura IV-6. Exposicion de laderas en el SA.....	76
Figura IV-7. Ubicacion del SA en el contexto hidrologico.....	87
Figura IV-8. Acuíferos con publicacion de disponibilidad en el DOF, (2014); Condicion de los acuíferos, (2014).8 7	
Figura IV-9. Ubicacion del SA respecto a la delimitacion de los acuíferos.....	88
Figura IV-10. Calidad del agua en el contexto hidrologico local.....	90
Figura IV-11. Esquema de transecto de línea (adaptado de Rabinowitz, 2003).....	104
Figura V-1. Distribucion de la calidad ambiental y de los sitios de entrenamiento.....	125
Figura V-2. La tasa de error se estabiliza con un aumento en el numero de arboles.....	127
Figura V-3. Distribucion del impacto neto (IN) de los componentes ambientales por etapa.....	136
Figura V-4. Valoracion cuantitativa de impactos (Coneza, 2009).....	141
Figura VI-1. Sistema de cepa comun a utilizar en la reforestacion (CONAFOR, 2010).....	165
Figura VI-2. Identificacion de los componentes que tienen impactos residuales.....	183

## 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 a lo largo del 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

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango

#### I.1.2. Ubicación

El sitio se localiza en el macizo montañoso denominado Sierra Madre Occidental, en la subprovincia fisiográfica "Gran Meseta y Cañones Duranguenses" dentro del municipio de Otáez, Durango. Su acceso se da por la carretera "Durango - Parral" donde se recorren 58 km, partiendo desde la Ciudad de Durango hasta el Poblado "La Granja"; para tomar la carretera "La Granja" - Guanaceví" hasta llegar a la ciudad de Santiago Papasquiaro, con un recorrido de 115 km; se continúa por la carretera con dirección a Guanaceví hasta llegar al entronque de la carretera "Los Herrera - Los Altares" para dirigirse hacia el oeste con destino al poblado "Altares", con una distancia de 85 km; posteriormente se toma la carretera "Los Altares - Otáez" con una distancia de 78 km; y finalmente se toma el camino de terrecería con dirección

**Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango**  
El croquis de localización y acceso se presenta en la figura siguiente.

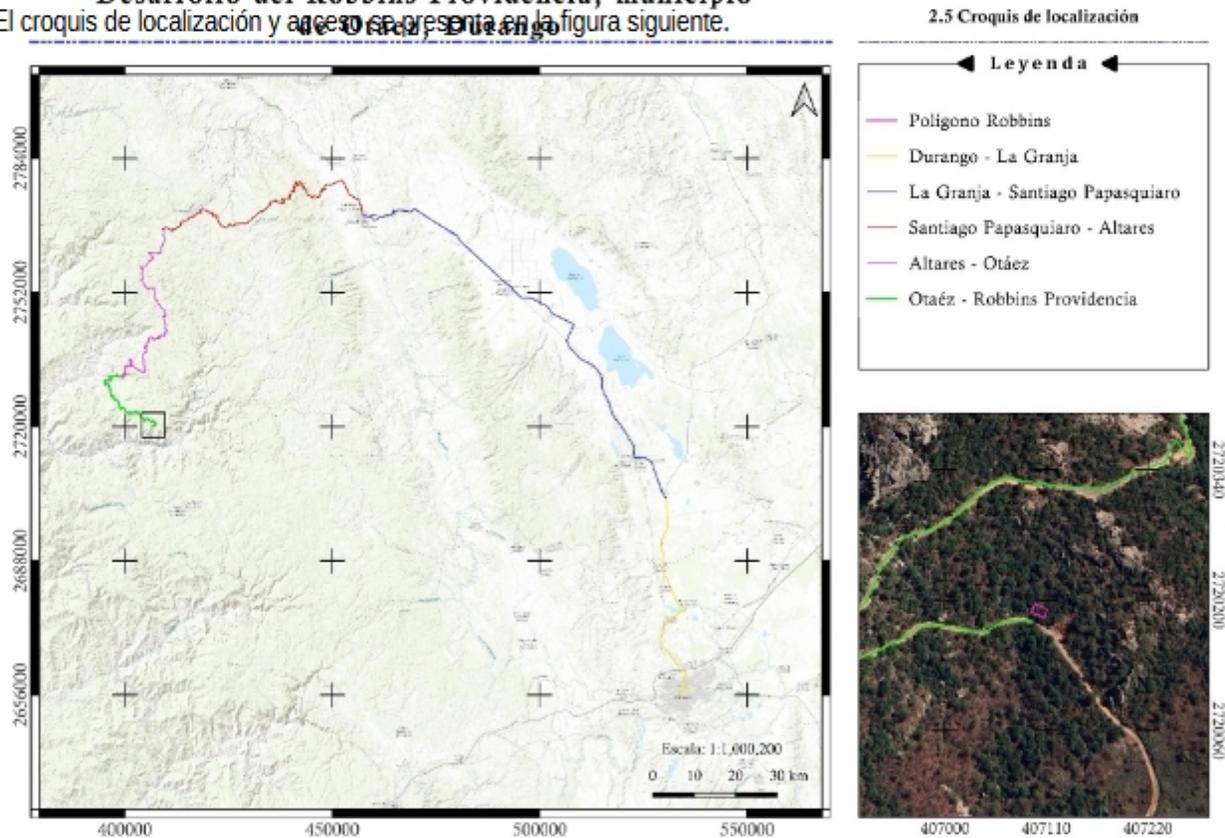


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-1. Croquis de localización y acceso al sitio

La infraestructura para tener acceso al sitio es la siguiente.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-1. Acceso al sitio.**

Carretera o camino	Distancia (km)	Tipo
Durango - La Granja	58.0	Pavimento
La Granja - Santiago Papasquiario	115.0	Pavimento
Santiago Papasquiario – Altares	85.0	Pavimento
Altares – Otáez	78.0	Pavimento
Otáez – Robbins Providencia	42.6	Terracería
<b>Total</b>	<b>378.6</b>	

### ***I.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, **23** años para las etapas de operación – mantenimiento y **2** años para la etapa de abandono del sitio, resultado una duración total (vida útil) de **27 años**.

### ***I.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 GRUPO MINERO BACIS S.A. de C.V. y del poder de su representante legal.
- Identificación oficial del representante legal.
- Constancia de situación fiscal actualizada de la Promovente

### **I.2. Promovente**

<b>Razón social:</b>	GRUPO MINERO BACIS S.A. DE C.V.
<b>RFC:</b>	GMB891005763
<b>Representante legal:</b>	Lic. David Kunz Martínez
<b>Dirección para oír y recibir notificaciones:</b>	Calle Selenio No. 168. Ciudad Industrial. Victoria de Durango. Dgo. CP: 34229
<b>Teléfono:</b>	618 814 0057

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

#### ***I.3.1. Nombre o razón social***

**M. C. SACRAMENTO CORRAL RIVAS**

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

<b>RFC</b>	[REDACTED]
<b>CURP</b>	[REDACTED]

#### ***I.3.3. Dirección***

<b>Calle:</b>	[REDACTED]
<b>Fraccionamiento:</b>	[REDACTED]
<b>Ciudad:</b>	[REDACTED]
<b>C.P.:</b>	[REDACTED]
<b>Email</b>	[REDACTED]

Tel: 674 101 6013

#### ***I.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***

Las obras y actividades propuestas forman parte de la continuidad operativa del desarrollo minero subterráneo "Providencia", mismo que cuenta con autorización en materia de impacto ambiental para desarrollar obras mineras subterráneas. Como parte de las acciones complementarias requeridas para garantizar condiciones adecuadas de operación y seguridad laboral, se propone la instalación de un pozo de ventilación tipo Robbins. Esta infraestructura permitirá la extracción de aire viciado generado por las labores mineras subterráneas, contribuyendo a la renovación del aire fresco en los túneles y al cumplimiento de la normativa en salud y seguridad personal. Por tanto, la naturaleza de la obra es crear las condiciones de ventilación para suministrar un flujo de aire limpio y eficiente para el personal y maquinaria durante el desarrollo de las labores subterránea, eliminando gases nocivos y contaminantes. Además, ayudará a controlar la temperatura y humedad creando un ambiente de trabajo más seguro y confortable.

El pozo Robbins tendrá un diámetro de 2.40 metros y una profundidad de 320 metros, con una inclinación promedio que varía de 80° a 90°, y contará con un extractor vertical en superficie. Se considera como una obra permanente cuya vida útil estará alineada con el desarrollo minero "Providencia", estimada en 27 años.

Durante la preparación del sitio, se contempla la remoción de vegetación secundaria arbórea de bosque de encino en una superficie de 150 m<sup>2</sup> (15 x 10 m), por lo que las actividades también implican un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que se deberá dar cumplimiento al [artículo 28 primer párrafo y fracción VII de la LGEEPA](#) y [artículos 5 inciso O, fracción II y artículo 14 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, 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 ambas actividades.](#)

### **Objetivos**

- Obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental para la construcción y establecimiento de un contrapozo de ventilación de tipo Robbins en cumplimiento al artículo 28 fracción III de la LGEEPA y artículo 5 inciso L) fracción I de su reglamento.
- Ventilación para crear un flujo de aire limpio y eficiente para el personal y la maquinaria en labores subterráneas, eliminando gases nocivos y contaminantes. Además, ayuda a controlar la temperatura y la humedad, creando un ambiente de trabajo más seguro y confortable.
- Minimizar los impactos ambientales derivados de la remoción de vegetación y excavación del pozo, mediante la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos que resulten adversos.
- 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.

### **Uso de suelo actual**

El uso de suelo en el sitio donde se pretende desarrollar el Robbins corresponde a **vegetación secundaria arbórea de bosque de encino**, 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 en el 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. 149 "Sierra alta con cañones 8"**, 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 **Otáez** 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 **vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, sin aptitud de aprovechamiento maderable**.

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

### **II.1.3. Tipificación de la obra**

Para el desarrollo y operación del Robbins 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 a **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales**. Además, en el programa de trabajo se incluyen medidas de prevención, mitigación y restauración de impactos ambientales para afectar negativamente los elementos del medio ambiente en el entorno local y regional.

### **II.1.4. Selección del sitio**

Para elegir el sitio de la infraestructura se ha considerado los criterios siguientes.

#### **a). Técnicos**

- Es necesario contar con obras de ventilación en el minado subterráneo para mantener el nivel de oxígeno a niveles aceptables para la salud humana. Además, la maquinaria de combustión interna utilizada durante el desarrollo de las obras mineras subterráneas requiere de oxígeno para su óptimo rendimiento.
- Cuidar y conservar la salud del personal que labora en el interior de mina.
- El sitio se conecta con las obras subterráneas, por lo que el área elegida cumple con los criterios técnicos necesarios.
- Los caminos al sitio 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 constructivo a utilizar.
- El diseño de la obra considera la estabilidad estructural del macizo rocoso, de modo que se garantiza la operación segura de los equipos, evitando colapsos durante el avance de las actividades.
- El sistema constructivo ha sido alineado con precisión a partir de estudios geotécnicos, lo que optimiza el rendimiento del Robbins y reduce riesgos de desviaciones o encuentros con zonas inestables.
- Se ha diseñado un sistema de ventilación forzada durante la operación del Robbins, que garantiza una renovación constante del aire y controla los niveles de partículas en suspensión y gases, manteniendo condiciones seguras para los trabajadores.

#### **b). Ambientales**

- 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.
- El sitio fue elegido considerando la menor afectación a la vegetación y el suelo.

- Se implementarán sistemas de extracción y filtrado de aire que reducen la dispersión de polvos y partículas contaminantes hacia el exterior.
- Se establecerán zonas específicas para el acopio temporal de residuos generados durante la excavación, clasificándolos según su tipo (ordinarios, peligrosos y especiales).
- El tepetate que se genere será utilizado en el relleno de las obras mineras subterráneas (vetas agotadas).
- Se implementará un programa de seguimiento de calidad del aire, ruido, agua y suelo para evaluar posibles impactos durante el desarrollo del Robbins.
- No se requiere de infraestructura auxiliar para el desarrollo del Robbins, tales como, caminos, campamentos, almacenes, etc.

**c). Económicos**

- En la etapa de operación se incrementa una derrama económica a nivel local y regional con la creación de empleos directos e indirectos, con lo cual, se abate el grado de marginación en el municipio.
- La tecnología usada en el desarrollo del Robbins permite mantener un ritmo de avance constante, lo que incrementa la productividad y acelera el retorno de inversión a corto plazo permitiendo continuar con la minería en esta región.

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

El sitio se localiza en el municipio de Otáez, Durango. El polígono a ocupar por la infraestructura a desarrollar se puede localizar con las coordenadas geográficas UTM referidas al Datum WGS84 del cuadro siguiente.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-2. Coordenadas geográficas de la infraestructura.**

Infraestructura	Vértice	X	Y
Robbins Providencia	1	407093.68	2720187.03
	2	407097.82	2720196.13
	3	407111.47	2720189.92
	4	407107.33	2720180.81

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



Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-2. Localización de la infraestructura.

### Tipo de propiedad

El sitio se localiza dentro de los terrenos que pertenecen al Ejido Los Cardos y Anexos en el municipio de Otáez, Durango. La distribución del área propuesta a CUSTF por tipo de propiedad es la siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-3. Superficie propuesta a CUSTF respecto al tipo de propiedad

Predio	Superficie total (ha)	CUSTF (ha)	Afectación (%)
Ejido Los Cardos y Anexos	10 170.59	0.015	0.00014
<b>Total</b>	<b>10 170.59</b>	<b>0.015</b>	<b>0.00014</b>

La ubicación del sitio respecto al tipo de propiedad se puede apreciar en la figura siguiente;

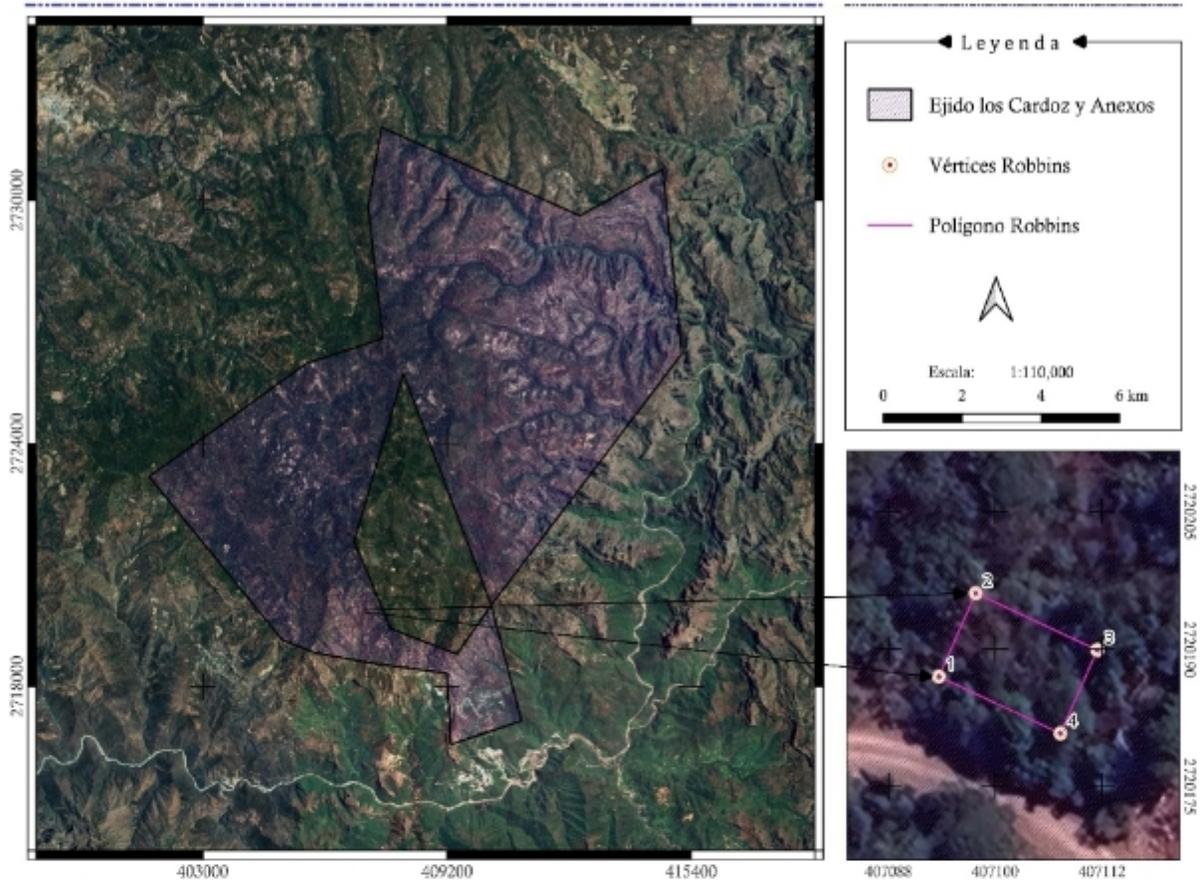


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-3. Localización de la infraestructura respecto al tipo de propiedad.

## II.1.6. Inversión requerida

### II.1.6.1. Capital requerido

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

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-4. Presupuesto estimado.

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Flete y movimiento de maquinaria	Varios	2		
Instalación y desinstalación de maquinaria	horas	24		
Renta de generador y compresor	horas	1,200		
Piloto de 11"	m	320		
Rimado de 8 ft	m	320		
Fletes de compresor y generador	Varios	4		
Aditivos de perforación	pzas	12		
Recepción, evaluación y resolución del estudio de Impacto Ambiental	Trámite	1		
<b>Total</b>				

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
----------	--------	----------	---------------------	------------------

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 Error: no se encontró el origen de la referencia-5. 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), MÁS 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 (27 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 9.3 % respecto a inversión inicial.

### II.1.7. Dimensiones

#### II.1.7.1. Superficie total

La superficie que ocupar por el Robbins Providencia es de **150 m<sup>2</sup>** en las cuales será necesario realizar CUSTF, ya que el polígono sustenta vegetación forestal.

#### Superficie de CUSTF

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

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-6. Superficie requerida para CUSTF.**

Infraestructura	Área (m <sup>2</sup> )	Área (%)	Tipo
Robbins Providencia	150	100	Permanente
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>100</b>	

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

Como se mencionó anteriormente, únicamente se contempla el desarrollo de un contrapozo Robbins, cuya instalación y operación forman parte de una obra de carácter permanente. Esta obra tiene como objetivo facilitar la extracción de gases y polvos de las obras subterráneas mediante un sistema mecanizado de alta eficiencia. Su implementación implica una estructura estable y fija, diseñada para permanecer en el sitio durante toda la vida útil del proceso de explotación, sin requerir desmantelamiento ni traslado posterior.

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

El Ejido Los Cardos y Anexos, ubicado en el municipio de Otáez, Durango, se caracteriza por presentar un uso del suelo predominantemente forestal, con extensas áreas de bosques de pino y encino que forman parte de la Sierra Madre Occidental. Estas zonas forestales son aprovechadas para actividades de aprovechamiento maderable y conservación ecológica. Además, existen áreas destinadas a la agricultura de temporal y a la ganadería extensiva, aunque en menor proporción. El uso del suelo en esta región refleja un entorno rural con actividades económicas basadas en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en un contexto de baja densidad poblacional y escasa urbanización.

En cuanto a los cuerpos de agua, el río Los Remedios es una corriente perenne que se encuentra al sur del ejido, desempeñando un papel crucial en la vida de las comunidades locales. Este río es utilizado para actividades domésticas, agrícolas y ganaderas, y su caudal puede aumentar significativamente durante la temporada de lluvias, lo que ha sido documentado por los habitantes de la región. La presencia del río contribuye al mantenimiento de la biodiversidad local y es fundamental para el abastecimiento de agua potable y el riego de cultivos.

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

**a) Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino**

La vegetación del sitio corresponde a una comunidad secundaria arbórea de bosque de encino, resultado de procesos sucesionales posteriores a perturbaciones naturales o antrópicas. Esta formación vegetal se caracteriza por la presencia dominante de especies del género *Quercus* (encinos), que forman parte de la cobertura forestal típica de la Sierra Madre Occidental. Aunque se trata de una vegetación secundaria, aún conserva una estructura arbórea bien definida, con estratos superiores formados por individuos de mediano porte y una cobertura que puede variar entre 30 y 60 %.

El sotobosque presenta una composición diversa de especies herbáceas y arbustivas, muchas de ellas pioneras o adaptadas a condiciones de perturbación, lo que indica cierto grado de recuperación ecológica. Este tipo de vegetación proporciona importantes servicios ecosistémicos, como la protección del suelo contra la erosión, regulación microclimática y hábitat para fauna silvestre. Su estado de conservación es moderado a bueno, y aunque ha sido alterado en el pasado, muestra potencial de regeneración natural si se le permite evolucionar sin nuevas presiones.

**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:** El municipio de Otáez cuenta con áreas aptas para la agricultura de temporal, donde se cultivan principalmente maíz, frijol y calabaza. Sin embargo, la topografía montañosa y la limitada disponibilidad de agua restringen la expansión de la agricultura intensiva. Las prácticas agrícolas tradicionales predominan, y se enfocan en el autoconsumo y mercados locales.

**Uso pecuario:** La ganadería extensiva es una actividad común en el municipio de Otáez, especialmente en zonas con pastizales naturales y vegetación secundaria. Se cría principalmente ganado bovino y caprino, adaptado a las condiciones del terreno y clima. La actividad pecuaria contribuye a la economía local, aunque enfrenta desafíos relacionados con la disponibilidad de forraje y agua.

**Uso forestal:** El municipio posee extensas áreas de bosques templados, dominados por especies de pino y encino. Estas zonas tienen un alto potencial para el aprovechamiento forestal sustentable, incluyendo la producción de madera y otros productos forestales no maderables. La conservación y manejo adecuado de estos recursos son fundamentales para mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

**Uso urbano:** El desarrollo urbano en el municipio es limitado, concentrándose en pequeñas localidades y comunidades rurales. La infraestructura básica está presente, pero la expansión urbana es restringida debido a la topografía y la prioridad de conservar áreas naturales y agrícolas.

**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 en la región 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 graficó 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 de las quebradas en Durango, los servicios son limitados, aunque disponibles.

#### **a). Agua**

En todas las etapas 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. Durante el desarrollo del Robbins, perforación se ocupará agua que será suministrada por un camión cisterna de 20 mil litros de agua acarreada del cauce del río Los Remedios.

#### **b). Hospedaje**

Para evitar la instalación de campamentos, la mayor parte del personal que se contrate durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación - mantenimiento será de la región, de tal manera que pernocten en sus hogares; para el caso de los trabajadores foráneos se rentarán casas en los poblados cercanos, ya sea en Los Cardos o San José de Bacis. Además, el desarrollo minero Providencia cuenta con campamentos para los obreros o trabajadores, lo cuales pueden ser ocupados por el personal encargado de la obra. En conclusión, no se requiere de espacios adicionales para establecer campamentos para los trabajadores en el sitio.

#### **c). Alimentación**

Se cuenta con instalaciones dedicadas a la preparación de alimentos dentro del desarrollo minero Providencia, las cuales serán usadas por el personal para alimentarse sin la necesidad de implementar obras complementarias para la construcción de un comedor en el sitio.

#### **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 requiriendo, el mantenimiento de los vehículos y maquinaria se realizará en los talleres especializados en la unidad minera El Herrero.

#### **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 Error: no se encontró el origen de la referencia-7. 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		

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Preparación del sitio	Calificada	2	1	2	0	7	8,928
	No calificada	4	0	5	0		
Construcción	Calificada	1	1	2	1	8	17,280
	No calificada	4	0	3	2		
Operación y mantenimiento	Calificada	2	0	0	2	5	460,800
	No calificada	3	0	0	3		
<b>Total</b>		<b>16</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>20</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 **20 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 120 nuevos empleos.

## Políticas de crecimiento futuro

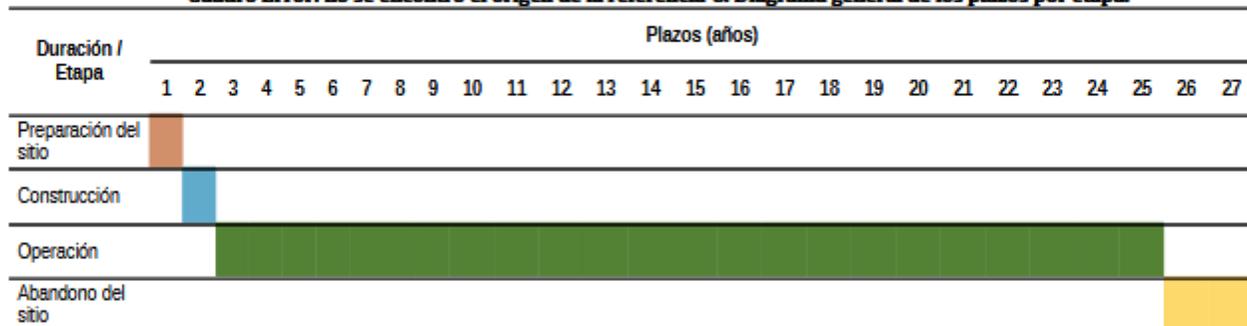
Hasta el momento de la elaboración del presente documento, no se contempla el desarrollo de infraestructura adicional al contrapozo Robbins; sin embargo, en la etapa de operación se tendrá un programa de mantenimiento preventivo para asegurar su correcta funcionalidad.

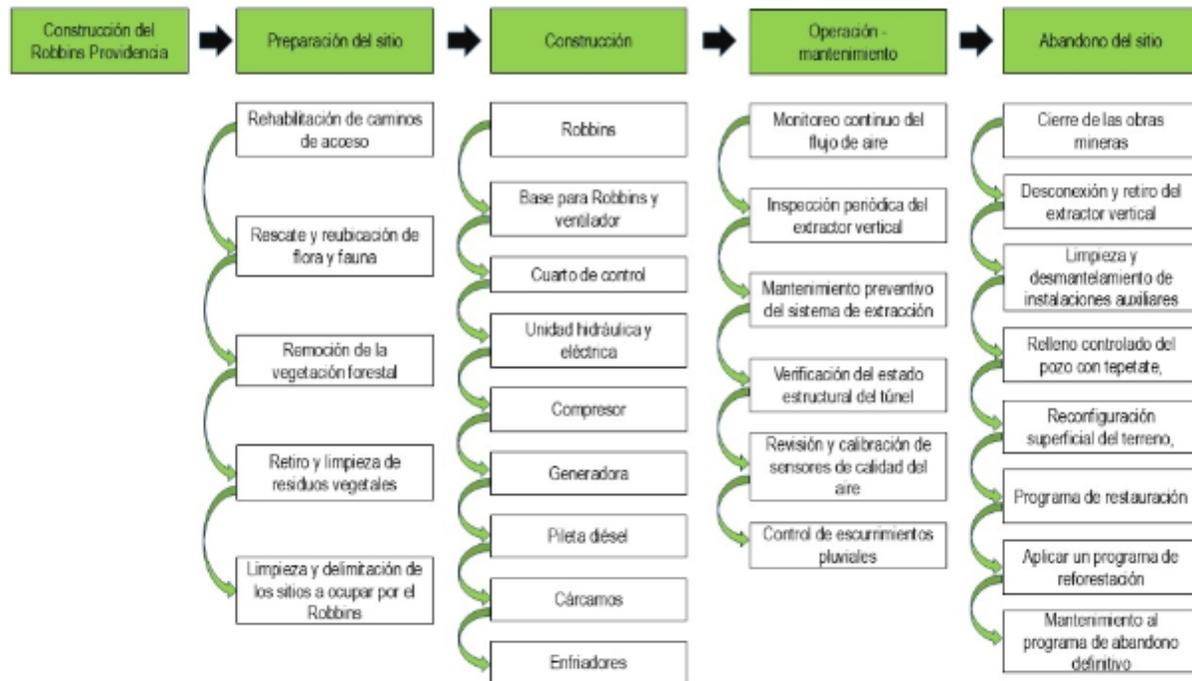
### II.2. Características particulares

#### 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, **23** años para la etapa de operación – mantenimiento y **2** años para la etapa de abandono del sitio, resultado una duración total (vida útil) de **27 años**. El programa general de actividades por etapa se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-8. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-9. 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
<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 del sitio a ocupar																				
<b>CONSTRUCCIÓN</b>																				
1. Robbins																				
2. Base para Robbins y ventilador																				
3. Cuarto de control																				
4. Unidad hidráulica y eléctrica																				
5. Compresor																				
6. Generadora																				
7. Pileta diésel																				
8. Cárcamos																				
9. Enfriadores																				
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>																				
1. Monitoreo continuo del flujo de aire																				
2. Inspección periódica del extractor vertical																				
3. Mantenimiento preventivo del sistema de extracción																				
4. Verificación del estado estructural del túnel																				
5. Revisión y calibración de sensores de calidad del aire																				
6. Control de escurrimientos pluviales																				
<b>ABANDONO DEL SITIO</b>																				
1. Cierre de las obras mineras																				
2. Desconexión y retiro del extractor vertical																				
3. Limpieza y desmantelamiento de instalaciones auxiliares																				
4. Relleno controlado del pozo con tepetate																				
5. Reconfiguración superficial del terreno																				
6. Programa de restauración																				
7. Programa de reforestación																				
8. 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 fueron las siguientes:

**Técnicas de muestreo de flora.** Se llevó a cabo un censo de la vegetación en el polígono destinado 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, inició con un recorrido previo en el polígono, enseguida, se realizó la ubicación de los vértices que delimitan la superficie y, finalmente en gabinete se realizaron actividades de planeación, destacando el análisis de los sistemas de muestreo a utilizar. 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 información de la vegetación se llevó a cabo mediante un **censo** forestal, lo que implicó la medición de todos los individuos presentes en el sitio. 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 vegetales. 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 sitio censado se presentan en el cuadro siguiente.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-10. Coordenadas geográficas UTM del censo.**

Sitio	Infraestructura	Coordenadas geográficas UTM			
		X	Y	Latitud	Longitud
1	Robbins Providencia	407093.68	2720187.03	24°35'34.63"	105°55'3.61"
		407097.82	2720196.13	24°35'34.93"	105°55'3.47"
		407111.47	2720189.92	24°35'34.70"	105°55'2.97"

---

407107.33	2720180.81	24°35'34.41"	105°55'3.11"
-----------	------------	--------------	--------------

---

### II.2.1.1.1.2. Estimación de la abundancia y volumen

En los ecosistemas de vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, las condiciones de regeneración, el estado sucesional y la variabilidad estructural de los individuos dificultan una estimación precisa del volumen maderable. Esto se debe a que muchas de las especies presentes se encuentran en etapas tempranas de desarrollo, con diámetros pequeños, copas irregulares y crecimiento influenciado por brotes de tocón o rebrotes basales, características típicas de una vegetación en recuperación. Además, en estos sitios la presión por disturbios pasados ha modificado la estructura original del bosque, limitando la presencia de árboles con dimensiones comerciales. Por lo tanto, se optó por realizar estimaciones basadas en parámetros como densidad, cobertura y número de individuos por especie para los individuos de bajo porte, lo cual resulta más representativo para caracterizar su abundancia y distribución actual. Mientras que, para todos los individuos que presentarán características dominantes se estimó su volumen maderable. Este enfoque metodológico permite una evaluación más precisa del impacto ambiental de las obras y actividades sobre este componente, ya que se centra en la afectación directa sobre la composición florística y la dinámica de regeneración del ecosistema, en lugar de priorizar el potencial productivo en términos maderables.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-11. Densidad, cobertura y volumen a remover.**

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Dn (cm)	Altura (cm)	VTA (m <sup>3</sup> )
Herbáceo	<i>Ceanothus spp</i>	Lila silvestre	1	1.0	0.4	0.075
Arbustivo	<i>Dodonaea viscosa</i>	Jarilla	15	2.0	1.4	0.000
Arbustivo	<i>Juniperus deppeana</i>	Táscate	1	2.3	0.6	0.000
Arbóreo	<i>Alnus acuminata</i>	Aile	1	12.0	11.2	0.000
Arbóreo	<i>Arbutus madrensis</i>	Madroño	1	2.1	1.0	0.000
Arbóreo	<i>Arbutus tessellata</i>	Madroño mexicano	9	24.6	7.2	0.000
Arbóreo	<i>Pinus engelmannii</i>	Pino apache	6	6.5	5.2	0.111
Arbóreo	<i>Pinus leiophylla</i>	Pino chimonque	3	5.3	4.1	0.037
Arbóreo	<i>Pinus teocote</i>	Pino azteca	3	8.2	7.9	0.120
Arbóreo	<i>Quercus convallata</i>	Quercus sp	5	9.5	8.8	0.309
Arbóreo	<i>Quercus crassifolia</i>	Quercus sp	15	7.7	6.0	0.457
Arbóreo	<i>Quercus sideroxyla</i>	Quercus sp	1	14.6	9.9	0.112
<b>Total</b>			<b>61</b>			<b>1.220</b>

### II.2.1.1.1.3. Destino de los productos

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

### II.2.1.2. Preparación de sitio

#### II.2.1.2.1. Rehabilitación de caminos de acceso

Se ha considerado establecer un programa de mantenimiento de los caminos de acceso al sitio desde el inicio de las actividades hasta la etapa de post - operación. Los caminos de acceso existentes forman parte de caminos vecinales y la importancia de su mantenimiento se ve reflejada en lo siguiente.

- Evitar accidentes y daños a los vehículos y maquinaria requerida para la construcción del Robbins.
- Proteger la calidad del agua y reducir la pérdida de sedimentos.

- Aumentar el tránsito seguro tanto para el personal como para los pobladores de la zona.

En cuanto al estado actual del camino de acceso al sitio, éste se encuentra en condiciones adecuadas para su uso. No obstante, para mantenerlo en buen estado, se llevarán a cabo tareas de rehabilitación y mantenimiento según sea necesario. Estas actividades se realizarán preferentemente antes de la temporada de lluvias, especialmente para las reparaciones mayores, con el fin de asegurar el buen funcionamiento de los canales de desvío de agua pluvial. Las actividades de mantenimiento consisten en bacheo, desazolve y limpieza de las cunetas de desvío de aguas pluviales, revestimiento con grava a la carpeta de rodamiento y suavización de la pendiente del eje de rodamiento.

#### ***II.2.1.2.2. Rescate y reubicación de flora y fauna***

Las especies vegetales del sitio presentan características de ser de amplia distribución, por tanto, se puede afirmar que con el CUSTF no se modificará su diversidad y abundancia. Sin embargo, se realizará el rescate de aquellos individuos arbóreos y arbustivos que por sus dimensiones sean susceptibles de reubicación y sobre todo de aquellas especies de cactáceas. Por otra parte, en esta etapa también se realizarán actividades para ahuyentar a los individuos de fauna y/o en su caso se reubicarán los individuos de lento desplazamiento que se encuentren en el sitio. Estas actividades se desarrollarán previo a los trabajos de desmonte o remoción de la vegetación.

#### ***II.2.1.2.3. Remoción de la vegetación***

El desmonte o remoción de la vegetación arbustiva y arbórea consistirá en derribar todos los árboles a *matarrasa* en el sitio de CUSTF. Las actividades de desmonte de la vegetación se realizarán de forma gradual y unidireccional, de manera manual con apoyo de una motosierra. Se utilizará el derribo direccional y el desrame y picado de la vegetación se realizará manual con motosierra y machetes, se dimensionarán los productos que resulten comerciable y el resto se picará en dimensiones pequeñas para ser removido de manera manual.

#### ***II.2.1.2.4. Retiro y limpieza de residuos vegetales***

Todos los residuos vegetales de grandes dimensiones producto del desmonte como troncos o ramas, y los residuos producto del despalme como hierbas y suelo fértil que pudiera recuperarse serán acomodados siguiendo las curvas de nivel con la finalidad de que estos se desintegren e incorporen como materia orgánica en el suelo, además de reducir la erosión hídrica en las áreas aledañas al sitio (aguas arriba del CUSTF), con el objetivo de que se propicie el establecimiento de especies vegetales y se reduzca el escurrimiento. Esta actividad se realizará de manera manual con el uso de carretillas de arrastre.

#### ***II.2.1.2.5. Limpieza y delimitación de los sitios a ocupar por el Robbins***

La delimitación del polígono a ocupar se realizará con apoyo un plano topográfico, 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.

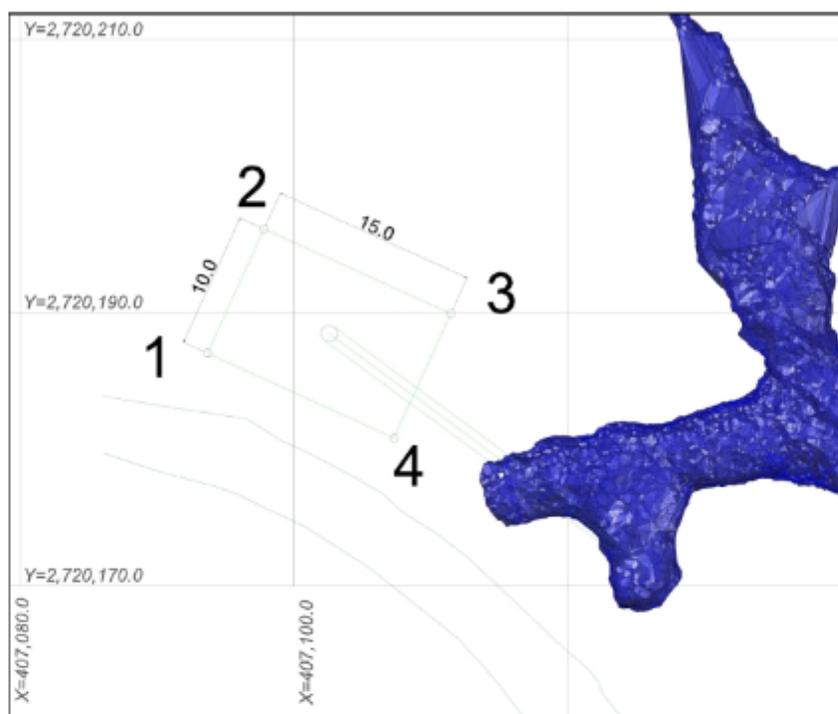
La limpieza del sitio consiste en retirar todos aquellos residuos como piedras, pedazos de madera, hierbas y arbustos (maleza), la limpieza se realizará con herramientas manuales (machetes, rastrillos y palas) y los residuos se dispondrán en un patio (sitio sin vegetación) para usarlos posteriormente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

### **II.2.1.3. Construcción**

#### ***II.2.1.3.1. Robbins***

Se ha programado la construcción de un pozo de ventilación tipo Robbins con el objetivo de intercambiar suficiente aire hacia los lugares de trabajo en el interior de la mina, asegurando la dilución de contaminantes y manteniendo los niveles de temperatura, humedad y oxígeno dentro de los límites adecuados. El pozo tendrá un diámetro de **2.40**

metros, una profundidad de 320 metros y una inclinación que varía entre 80° y 90°, lo que permite adaptarse a las condiciones geológicas del terreno. En la superficie, el sistema estará equipado con un **extractor vertical**, encargado de expulsar el aire viciado hacia el exterior. La ubicación precisa del Robbins con relación a las vetas subterráneas se puede observar en la figura siguiente.



**Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-4. Localización del Robbins de acuerdo con las vetas minerales.**

La superficie total de construcción ha sido ajustada para ocupar un máximo de **150 m<sup>2</sup>**, dentro de la cual se incluye la infraestructura necesaria para la operación y seguridad. El pozo será perforado mediante una máquina tipo Robbins con un motor de 200 Hp, montada sobre orugas para facilitar el posicionamiento. La perforación comenzará con un barreno piloto de 11 pulgadas, el cual será interceptado con una obra minera subterránea, desde donde se ampliará el diámetro hasta alcanzar los 2.40 m. El detrito generado caerá hacia la mina y se empleará como material de relleno en galerías fuera de servicio.

Para asegurar la estabilidad del pozo, sus paredes serán recubiertas con bentonita o cemento. Además, se colocará una plancha de concreto sobre la boca del pozo para evitar su expansión por erosión en época de lluvias. La zona de trabajo será delimitada mediante **malla ciclónica**, a fin de restringir el acceso de personal no autorizado y fauna silvestre.

#### **II.2.1.3.2. Infraestructura auxiliar**

La **infraestructura auxiliar**, también contenida dentro del polígono de 150 m<sup>2</sup>, comprende:

- **Base para Robbins y ventilador:** de 5 x 4 m, construida en concreto.
- **Cuarto de control:** caseta portátil de 4 x 3 m.
- **Unidad hidráulica y eléctrica:** 5.5 x 4 m, protegida por un toldo.
- **Compresor diésel:** sobre base de 4.5 x 4 m, con lona protectora.
- **Generadora diésel (500 kVA):** sobre base de 3 x 3 m.
- **Pileta de almacenamiento de diésel:** 4 x 4 m, con tambos metálicos, base de concreto y cubierta.
- **Cárcamos:**

- De agua fresca y espumante: 3 x 3 m.
- De retorno: compartido con los anteriores.
- De perforación: 5 x 4 m.
- De lodos: 3 x 2 m.
- **Enfriadores de aceite hidráulico:** 2.5 x 2 m, sobre base de madera.

El suministro eléctrico será proporcionado exclusivamente por la **generadora a diésel**, eliminando la necesidad de conexión a la red pública. Esto permite reducir costos y simplificar la logística, al no requerir subestaciones ni tendidos eléctricos desde centros poblados.

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

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-12. Necesidades de energía del Robbins**

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

### II.2.1.3.3. Obras mineras

Las obras mineras a construir son las siguientes:

#### a) Exploración

- ✓ **Barrenación:** Por naturaleza de las obras y actividades no aplica.
- ✓ **Planillas de barrenación:** Por naturaleza de las obras y actividades no aplica.
- ✓ **Zanjas:** Por naturaleza de las obras y actividades no aplica.
- ✓ **Catas o pozos:** Por naturaleza de las obras y actividades no aplica.

#### b) Explotación

- ✓ **Sistema de ventilación:** Consiste en la construcción de un pozo de ventilación (Robbins), ocupando una superficie de 150 m<sup>2</sup>, para lo cual se requiere de infraestructura como: cuarto de operaciones, cuarto hidráulico y eléctrico, cárcamos, almacén de residuos, sanitario y áreas para compresor, generadora y pileta de diésel.

El proceso para la construcción de los Robbins será como sigue.

#### ➤ Perforación

Para la construcción del pozo de ventilación (Robbins) se utilizará una maquina tipo Robbins con un motor de 200 hp, la cual estará montada sobre rieles para facilitar las maniobras, esta máquina hace la perforación y va extrayendo el material restante, el cual será interceptado con una obra minera subterránea. El ventilador contará con un motor de 150 hp para inyectar aire a interior mina. Una vez terminado el pozo, se recubrirán las paredes con un material natural (bentonita o cemento) para evitar el derrumbe o la filtración de agua. La entrada al pozo será cubierta por una plancha de concreto para evitar que esta se haga más grande por el deslave en caso de lluvias, además, toda el área será cercada con malla ciclónica, para evitar accidentes tanto de personas como de la fauna silvestre.

La descripción de la infraestructura adicional para la construcción y operación del 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 5 x 4 m.

➤ **Cuarto de control**

El cuarto de control tendrá una superficie de 4 x 3 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 tendrá una dimensión de 5.5 x 4 m, unidad usada para regular la corriente del generador a la máquina se usa como toma de corriente para las luminarias usadas y distribución de energía para las bombas de agua y de los enfriadores de aceite hidráulico, la unidad está montada sobre bases de madera y cubierta con un toldo para evitar que el sol o el agua caigan directamente sobre la unidad y pueda provocar fallas.

Para el funcionamiento del Robbins, tanto para el alumbramiento del área, no será necesaria la conexión eléctrica, puesto que se utilizará la generadora que funciona con diésel y será usada para generar corriente de 500 KVA, la cual alimentará la unidad hidráulica y eléctrica donde se regulará la corriente para enviarla a las unidades eléctricas de la máquina Robbins.

➤ **Compresor**

El área para el compresor se contempla de 4.5 x 4 m, como esta es una máquina portátil que funciona con diésel, en el área de su establecimiento se colocará una lona para evitar que las fugas o derrames del combustible entren en contacto con el suelo.

➤ **Generadora**

Para la instalación de este equipo se considera una superficie de 3 x 3 m, este equipo utiliza diésel como combustible para generar corriente para alimentar las unidades eléctricas de la máquina. El equipo será montado sobre bases de madera.

➤ **Pileta diésel**

La pileta de almacenamiento estará construida de bloque de concreto con base de concreto y cubierta con un toldo, su altura tendrá 1.5 m aproximadamente y tendrá una superficie de 4 m x 4 m. Dentro de esta pileta no se guardará el combustible líquido, si no que se guardarán tambos metálicos con el combustible y de aquí se abastecerá a la compresora y a la generadora. Dicha pileta servirá para evitar que el combustible entre en contacto con el agua en caso de lluvias o en caso de derrames se pueda evitar su filtración al suelo.

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

Son depósitos a base de lona de 3 x 3 m en donde se almacena el agua fresca que se usará para preparar el espumante usado para realizar la flotación del detrito a superficie durante la realización del piloto del Robbins, el cárcamo de retorno es para hacer el ciclo de mezcla de espumante y agua fresca.

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

Servirán para almacenar el agua y los lodos que se producen durante la perforación del pozo Robbins. El cárcamo de agua de perforación tendrá una dimensión de 5 x 4 m, mientras que el cárcamo de lodos será de 3 x 2 m.

➤ **Enfriadores**

Estructuras metálicas de 2.5 x 2 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.

- Accesos a los niveles subterráneos: No aplica, pues ya se están llevando a cabo actividades mineras de explotación subterránea, para lo cual ya se realizaron los trámites necesarios.
- Subniveles: No aplica, puesto que únicamente se trata de la construcción de un sistema de ventilación.
- Rampas de acceso a bancos: No aplica.
- Tajo: No aplica.
- Polvorines: No aplica.
- Depósitos superficiales de tepetate: No aplica.
- Depósitos superficiales de terreros: No aplica.
- Depósitos superficiales de suelo fértil: No aplica.
- Depósitos superficiales de suelo estéril: No aplica.
- Transporte de mineral: No aplica.
- Sitios subterráneos de mantenimiento, abastecimiento y servicios: No aplica.
- c) Beneficio**
- Trituración y molienda: No aplica.
- Planta de beneficio: No aplica.
- Laboratorio: No aplica.
- Patios de lixiviación: No aplica.
- Piletas de solución pobre: No aplica.
- Piletas de solución rica (con valores): No aplica.
- Piletas de demasías: No aplica.
- Presa de jales: No aplica.
- Sistema de conducción de soluciones de proceso y jales: No aplica.

La superficie de las obras para la construcción del Robbins es la siguiente.

<b>Obra minera de construcción</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Superficie (%)</b>
Base para Robbins y ventilador	20	14.2
Cuarto de control	12	8.5
Unidad hidráulica y eléctrica	22	15.6
Compresor diésel	18	12.8
Generadora diésel	9	6.4
Pileta de almacenamiento de diésel	16	11.3
Cárcamos de agua fresca y espumante	9	6.4
Cárcamos de perforación	20	14.2
Cárcamo de lodos	10	7.1
Enfriadores de aceite hidráulico	5	3.5
<b>Total</b>	<b>141</b>	<b>100</b>

### **II.2.2. Construcción de obras asociadas y/o provisionales**

Gracias a la cercanía del sitio el poblado Los Cardos y al campamento Providencia, las obras y actividades no requieren la construcción de obras provisionales asociadas, ya que la infraestructura existente permite el acceso a los servicios necesarios. Entre estos servicios disponibles se incluyen el suministro de agua, energía eléctrica, así como la infraestructura vial adecuada para el transporte de insumos. Esto facilita la ejecución de las obras y actividades sin necesidad de realizar inversiones adicionales en la creación de servicios básicos, optimizando así los recursos y los tiempos de construcción.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-13. Disponibilidad de obras asociadas y provisionales.**

<b>Servicio</b>	<b>Observación</b>
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 unidad minera El Herrero
Almacenes, recipientes, bodegas y talleres.	No se requiere la construcción de obras adicionales
Campamentos, dormitorios, comedores.	En la zona se cuenta con estos servicios
Instalaciones sanitarias	Se instalarán sanitarios móviles en los frentes de trabajo.

---

Bancos de material	No se requiere para las obras propuestas.
Abastecimiento de energía eléctrica	Se usará un generador a base de diésel.
Helipuertos, aeropistas u otras vías de comunicación.	Por la cercanía del sitio a los centros urbanos no se requiere de esta infraestructura.

---

### **II.2.3. Operación y mantenimiento**

#### **II.2.3.1. Monitoreo continuo del flujo de aire**

Esta actividad consiste en la medición sistemática y permanente del volumen, velocidad y dirección del flujo de aire en el interior de la mina, con el propósito de garantizar una ventilación eficiente y segura. El monitoreo se realiza mediante el uso de anemómetros, sensores de presión diferencial, y en algunos casos, sensores ultrasónicos dependiendo de las posibilidades de la empresa, los cuales se deberán instalar en puntos estratégicos de los circuitos de ventilación, como intersecciones, frentes de trabajo y salidas de aire.

#### **II.2.3.2. Inspección periódica del extractor vertical**

Esta actividad comprende la revisión sistemática y programada del extractor vertical instalado en la superficie del pozo de ventilación tipo Robbins, con el objetivo de asegurar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil. Las inspecciones se realizarán con una frecuencia mensual, o de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, y estarán a cargo de personal técnico capacitado.

Durante cada inspección se evaluarán componentes críticos como el motor, las aspas, el sistema de fijación, los anclajes estructurales, el aislamiento del cableado, la integridad de las conexiones eléctricas, los sistemas de amortiguamiento de vibraciones y la limpieza general del equipo. Además, se verificarán las condiciones del sistema de arranque, el consumo eléctrico, el nivel de ruido y cualquier vibración anómala que pudiera indicar un desbalanceo o desgaste mecánico.

Cualquier desviación respecto a los parámetros normales será registrada y atendida de manera inmediata mediante acciones correctivas, a fin de garantizar un flujo de aire constante y eficiente hacia el interior de la mina. Esta actividad forma parte de las medidas preventivas de mantenimiento y seguridad operativa de la infraestructura de ventilación.

#### **II.2.3.3. Mantenimiento preventivo del sistema de extracción**

El mantenimiento preventivo del sistema de extracción comprende un conjunto de acciones técnicas programadas que tienen como finalidad preservar en óptimas condiciones de funcionamiento el extractor vertical y todos los componentes asociados al sistema de ventilación forzada instalado en el pozo tipo Robbins. Esta actividad se llevará a cabo trimestralmente, o conforme a las especificaciones del fabricante, y será realizada por personal especializado.

Las labores incluyen la lubricación de partes móviles (rodamientos, ejes y acoplamientos), verificación y ajuste de tensiones en correas o sistemas de transmisión, limpieza profunda de rejillas, aspas y carcasa, revisión del sistema eléctrico (tableros, conexiones, protecciones térmicas y fusibles), así como el reemplazo de piezas sujetas a desgaste, como filtros, sellos o retenes.

Asimismo, se evaluará el estado estructural del extractor, la alineación del eje del ventilador, la integridad del sistema de montaje, y se realizarán pruebas de arranque para confirmar la estabilidad y eficiencia del flujo de aire. Este mantenimiento forma parte esencial de la operación segura de las obras mineras subterráneas, ya que garantiza una ventilación constante y adecuada para la dilución de contaminantes, control térmico y oxigenación de los espacios de trabajo.

#### **II.2.3.4. Monitoreo de la estabilidad estructural del túnel**

La verificación del estado estructural del túnel es una actividad esencial para garantizar la seguridad de las operaciones subterráneas y prevenir colapsos o fallas estructurales. Esta inspección se realizará de forma

periódica, con una frecuencia mensual o tras eventos relevantes como lluvias intensas que pudieran alterar la estabilidad del sitio.

Las labores comprenden la revisión visual y técnica de las paredes, el techo (bóveda) y el piso del túnel, para identificar presencia de grietas, fracturas, deformaciones, desprendimientos, humedad excesiva, filtraciones de agua o acumulación de sedimentos. También se evaluará el estado de los sistemas de soporte instalados (anclajes, pernos, marcos metálicos, concreto lanzado), asegurando que mantengan su integridad y funcionalidad.

En caso de detectarse indicios de inestabilidad, se procederá a la instalación o refuerzo inmediato de elementos de sostenimiento, conforme a las recomendaciones de un ingeniero geotécnico o de seguridad minera. Esta verificación contribuye directamente a reducir riesgos para el personal operativo y a mantener la continuidad segura de las actividades extractivas.

#### **II.2.3.5. Revisión y calibración de sensores de calidad del aire**

La revisión y calibración de los sensores de calidad del aire es una actividad fundamental para asegurar que los datos obtenidos sobre las condiciones ambientales dentro del túnel sean precisos y confiables. Esta tarea se llevará a cabo de manera trimestral, o con mayor frecuencia si se presentan condiciones que puedan alterar el funcionamiento de los equipos, como humedad excesiva, acumulación de polvo o presencia de gases corrosivos.

La revisión incluye la limpieza de los sensores, verificación del estado físico de los componentes electrónicos, comprobación de la fuente de alimentación y de la conectividad con los sistemas de monitoreo.

#### **II.2.3.6. Control de escurrimientos pluviales**

El control de escurrimientos pluviales tiene como objetivo evitar que el agua de lluvia ingrese al pozo de ventilación, cause erosión en los taludes o genere condiciones de inseguridad en la zona de trabajo. Para ello, se implementarán obras y medidas preventivas en superficie, tales como la construcción de cunetas perimetrales, canales de desvío y bordos de contención que permitan encauzar adecuadamente el flujo del agua hacia puntos de infiltración o sitios de descarga controlada.

Asimismo, la entrada al pozo se protegerá mediante una plancha de concreto ligeramente elevada con pendientes que impidan el acumulamiento de agua en su contorno. Esta estructura contará con un sistema de drenaje superficial para evacuar rápidamente el agua de lluvia que pudiera acumularse durante eventos meteorológicos máximos extremos.

#### **II.2.3.7. Tecnologías que se utilizarán con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos**

Durante las etapas 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 mantenimiento a la maquinaria. 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 y maquinaria. Los polvos generados, especialmente en los caminos de acceso y frentes de trabajo, se controlarán mediante el rociado y humedecimiento de estas áreas.

**Descargas de aguas residuales:** Las resultantes del lavado de utensilios y el aseo del personal, normalmente estas actividades se llevarán a cabo en los campamentos ya establecidos y regulados por la autoridad ambiental.

**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 un programa de mantenimiento preventivo. Además, el personal será provisto de equipo de protección auditiva para mitigar la exposición al ruido.

#### **II.2.3.8. Tipo de reparaciones y mantenimiento a sistemas, equipos, etc.**

El mantenimiento se dará conforme se vaya requiriendo, mientras tanto se realizarán revisiones a la infraestructura de forma semanal o mensual para revisar que no presenten fallas y en su caso actuar de manera inmediata evitando así daños mayores, con lo cual se podrá evitar accidentes y mantener su funcionamiento en buen estado durante la vida útil de las actividades de explotación de minerales metálicos. En cuanto a los vehículos, se les dará un mantenimiento mensual, aunque diariamente antes de iniciar la jornada laboral, se revisará que se encuentren en buenas condiciones para evitar o disminuir las fallas dentro de las áreas de trabajo. Por otra parte, se dará mantenimiento a los caminos de acceso, sobre todo después de la temporada de lluvias ya que los caminos quedan afectados por el arrastre de suelo y los baches que se generan por el tránsito de vehículos, por lo tanto, el mantenimiento consiste en relleno de grietas y bacheo, esto con el propósito de facilitar el acceso al área, además de que se conserva en buenas condiciones el acceso, se previene la erosión.

Una de las actividades de mantenimiento de la zona de acceso bajo tránsito es mantener el drenaje de los escurrimientos controlado, pues constituye el factor más importante que pueden afectar la calidad del agua, la erosión y los costos de mantenimiento. Como parte del drenaje se incluye el control del agua superficial y el desalojo adecuado del agua bajo los caminos en los cauces naturales.

#### **II.2.4. Abandono de sitio**

##### **II.2.4.1. Cierre de las obras mineras (Robbins)**

El programa de abandono del sitio tras la finalización de las actividades con la máquina Robbins contempla una desmovilización ordenada y segura del equipo, así como la rehabilitación ambiental del área intervenida. En primera instancia, se procederá al desmontaje progresivo de los componentes mecánicos, eléctricos e hidráulicos de la máquina, garantizando el manejo adecuado de residuos peligrosos y materiales contaminantes, tales como aceites, grasas y líquidos refrigerantes, los cuales serán recolectados y enviados a sitios autorizados para su disposición final.

##### **II.2.4.2. Destino de las áreas ocupadas**

Al finalizar su vida útil, el pozo de ventilación tipo Robbins será cerrado de manera segura mediante un conjunto de acciones orientadas a eliminar riesgos, restaurar el sitio y prevenir impactos ambientales. Este proceso incluye el desmantelamiento de infraestructura, limpieza del área y el sellado del pozo.

###### **II.2.4.2.1. Desconexión y retiro del extractor vertical**

La primera actividad del proceso de cierre será la desconexión total del sistema de extracción, lo cual implica la interrupción segura del suministro eléctrico y la liberación de presiones residuales en los conductos. Se desmontarán todos los componentes del extractor vertical, incluyendo el motor, las aspas, el sistema de anclaje y la estructura de soporte, utilizando herramientas especializadas y grúas hidráulicas, si fuera necesario. Esta actividad será realizada por personal capacitado en condiciones de seguridad industrial y conforme a los lineamientos establecidos por la NOM-002-STPS-2010. El extractor será evaluado para su posible reutilización, o bien transportado a un sitio autorizado para su disposición final o reciclaje.

###### **II.2.4.2.2. Limpieza y desmantelamiento de instalaciones auxiliares**

Posteriormente, se llevará a cabo la limpieza general del sitio, retirando materiales residuales, cables, estructuras metálicas, cimentaciones superficiales y equipos eléctricos y mecánicos complementarios, tales como generadores, compresores, unidades de enfriamiento, tableros de control, así como los elementos de protección perimetral. Esta etapa también incluirá el retiro de canaletas, registros y ductos que no se consideren necesarios

para la restauración ambiental. Todos los residuos generados se clasificarán según su naturaleza (peligrosos, especiales o sólidos urbanos).

#### II.2.4.2.3. *Relleno controlado del pozo con tepetate*

Una vez concluido el desmantelamiento, se procederá al cierre físico del pozo mediante un relleno controlado con material inerte, preferentemente tepetate, que posea buenas características de compactación y estabilidad. El proceso se realizará por capas de aproximadamente 30 a 50 cm de espesor, las cuales serán compactadas mecánicamente hasta alcanzar una densidad relativa adecuada (mínimo del 90% Proctor modificado). Este procedimiento minimizará el riesgo de asentamientos diferenciales o subsidencias. El perfil final será ligeramente convexo para favorecer el escurrimiento superficial y evitar la acumulación de agua. Se aplicará una capa de suelo vegetal y se promoverá la revegetación del sitio con especies nativas para facilitar su integración al paisaje y prevenir la erosión.

#### II.2.4.2.4. *Reconfiguración superficial del terreno*

La reconfiguración del sitio tiene como objetivo restaurar la integridad del terreno y su funcionalidad ambiental después de retirada la infraestructura del Robbins. Este proceso busca asegurar que las actividades previas no generen impactos duraderos en el ecosistema local, y que el terreno sea adecuado para la futura utilización o regeneración natural.



Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-5. Proceso de suavización de un talud: a) condición original, b) acomodo de material de relleno y suelo vegetal, y c) realización de terrazas y establecimiento de cubierta vegetal (Fuente: Ruíz-Prieto, 2008).

A continuación, se detallan las actividades que forman parte de este proceso:

1. **Restauración del perfil topográfico.** Una vez que el pozo ha sido cerrado y el área limpia de instalaciones, se procederá a restaurar el perfil original del terreno, de acuerdo con el diseño y las características geológicas del área circundante. Esto implicará el uso de maquinaria pesada para modelar la superficie, de manera que se eviten áreas propensas a la acumulación de agua, lo que podría generar problemas de erosión o sedimentación. El terreno será nivelado o suavemente curvado para que el agua de lluvia se distribuya de manera natural y no afecte la estabilidad del terreno, favoreciendo la regeneración de la vegetación.
2. **Recubrimiento con material orgánico.** Para promover la regeneración de la vegetación y mejorar la calidad del suelo, se aplicará una capa de material orgánico, como estiércol compostado o restos vegetales, en las zonas donde se ha realizado el relleno del pozo. Este material ayudará a mejorar la retención de humedad y promoverá la actividad microbiana del suelo, creando un ambiente más adecuado para el crecimiento de vegetación nativa. Además, se utilizarán técnicas de siembra directa o colocación de plantas nativas que favorezcan la estabilización del terreno y su integración con el ecosistema circundante.
3. **Monitoreo de la estabilidad del terreno.** Durante y después de la reconfiguración del sitio, se implementará un programa de monitoreo constante para evaluar la estabilidad del terreno. Esto incluye la instalación de puntos de control para medir posibles subsidencias o deslizamientos, y la evaluación periódica del comportamiento hidrológico del área (como la acumulación de agua o escurrimientos no deseados). Los puntos de control estarán equipados con dispositivos para medir las variaciones en el nivel del suelo, y se realizarán inspecciones cada seis meses, durante al menos dos años posteriores al cierre.
4. **Manejo de vegetación invasora y fomento de flora nativa.** Con el objetivo de facilitar la recuperación natural del área y evitar la invasión de especies no deseadas, se llevará a cabo una labor continua de monitoreo y control de especies invasoras. Se implementará un plan de manejo de vegetación invasora, eliminando aquellas especies que puedan competir con la flora nativa o alterar el ecosistema local.

Además, se promoverá la plantación de especies nativas adaptadas al clima y suelo del sitio para garantizar la estabilidad ecológica a largo plazo. Estas actividades serán monitoreadas anualmente para ajustar las prácticas de manejo según sea necesario.

5. **Mantenimiento y cuidado de áreas restauradas.** Una vez que se haya completado la reconfiguración del sitio, se establecerá un plan de mantenimiento a largo plazo, que incluirá tareas de riego, control de plagas, y poda de las especies plantadas, si es necesario. Además, se realizará un seguimiento constante de las condiciones del suelo y la vegetación, asegurando que el ecosistema local pueda regenerarse adecuadamente sin intervención continua. El plan de mantenimiento se extenderá a lo largo de un período mínimo de 5 años, con evaluaciones de desempeño del sitio cada año.

#### **II.2.4.3. 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. Sin embargo, factores como las precipitaciones extremas extraordinarias pueden provocar el arrastre de partículas, 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 de agua 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.2.4.4. 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 del proyecto. 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 1,000 m<sup>2</sup> como parte de las medidas de compensación ecológica. Este esfuerzo tiene como objetivo mitigar los efectos negativos del proyecto 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.2.4.5. Programa de abandono definitivo del sitio (monitoreo)**

##### **II.2.4.5.1. 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.2.4.5.2. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-14. 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	Total	1,000 m <sup>2</sup>
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.2.5. Utilización de explosivos

Debido a la naturaleza de las obras y actividades no se requiere el uso de explosivos. La apertura del pozo de ventilación Robbins se realizará con una máquina barrenadora especializada para este tipo de infraestructura minera.

### II.2.6. 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 la naturaleza de las actividades. 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.

Además, se emplearán máquinas tipo Robbins para la construcción de los pozos de ventilación. 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 y conforme a las normativas ambientales, minimizando el impacto ambiental adverso al medio ambiente.

#### II.2.6.1. Residuos no peligrosos

##### ➤ Residuos sólidos

Los principales residuos sólidos por generar son los residuos o restos vegetales producto del desmonte. El material vegetal será utilizado para proteger zonas desprovistas de vegetación acomodándolo de forma horizontal en las pendientes siguiendo el contorno de las curvas de nivel. Otros residuos que se considera se generarán son: papel, cartón, residuos orgánicos, llantas 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-15. 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

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

	1.095	0.73	1.825	0.73	2.19	2.19	1.46	3.285	4.38	7.3
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 el río Los Remedios.

Además, se instalarán cárcamos para recuperar el agua que pueda generarse durante las perforaciones en la construcción del 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 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 cada etapa.
- 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-16. 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)
Pick UP	2	20	0.528	0.021
Camión Volteo	1	100	1.32	0.132
Compresores	1	18	1.76	0.032
Moto conformadora	1	100	1.76	0.176
<b>Total</b>				<b>0.361</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 Error: no se encontró el origen de la referencia-17. 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 del pozo Robbins, 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-18. Relación de áreas y ruidos**

FUENTE	Etapas	SIN PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)	REDUCCIÓN CON EQUIPO DE PROTECCIÓN (Db)	CON PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)
Maquinaria	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 la maquinaria 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.

Finalmente, es necesario mencionar que el sitio se localiza en una zona forestal, por tanto, los impactos por la generación de ruido a la población local serán nulos. Sin embargo, el transitar de los vehículos 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.2.6.2. 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 fin en la unidad minera El Herrero. 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 a la Ciudad de Durango 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-19. Residuos peligrosos generados en las etapas de construcción y operación**

Descripción del residuo	Código de peligrosidad					Cantidad mensual	Unidad
	C	R	E	T	I		
Aceites gastados (lubricantes)				x	x	50	Litros

Aceites gastados (hidráulicos)		x	x	20	Litros
Acumuladores usados	x	x		5	Unidades
Materiales sólidos impregnados con hidrocarburos:					
Filtros de aceite, trapos y estopas		x	x	10	Kg
Hules, mangueras, tapas, plásticos y cubetas		x	x	15	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	50	Kg

## II.2.7. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

### II.2.7.1. Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos generados en el sitio serán recolectados y transportados de manera continua hacia el relleno sanitario de la unidad minera El Herrero. Este 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-6. Ejemplo de contenedores para los residuos sólidos generados

### II.2.7.2. 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 autorizado y ubicado en la ciudad de Durango. 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.2.7.3. 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 de construcción y operación-mantenimiento,

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 Durango, 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.2.7.4. Aguas residuales**

La mayoría de los residuos generados serán aguas residuales sanitarias y aguas de lavado y mantenimiento del equipo, sin embargo, por la magnitud y naturaleza de las obras y actividades se considera serán mínimas. Además, 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.2.8. 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 actividades se llevarán a cabo siguiendo las mejores prácticas y medidas de seguridad para minimizar cualquier posible impacto negativo en los ecosistemas locales.

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

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

La construcción de un contrapozo de ventilación tipo Robbins, como parte de la continuidad de las actividades mineras subterráneas, se encuentra alineado con los principios rectores y objetivos prioritarios del **Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030**, particularmente en lo relativo al aprovechamiento responsable de los recursos naturales, el desarrollo económico con bienestar, y la sostenibilidad ambiental. En específico, las obras y actividades se vinculan con los ejes siguientes:

**Bienestar económico.** La obra permitirá mantener y eventualmente ampliar la producción minera, fortaleciendo la economía regional mediante la generación de empleos directos e indirectos, el incremento en la derrama económica local y la continuidad de la cadena de valor del sector minero, lo cual es congruente con el objetivo de impulsar el crecimiento económico sostenido e incluyente.

**Justicia y estado de derecho – soberanía sobre los recursos naturales.** La obra se ajusta al principio de soberanía sobre los recursos naturales, al promover su aprovechamiento regulado conforme a la legislación vigente en materia ambiental y minera, contribuyendo así a su uso racional y ordenado, en concordancia con el desarrollo nacional.

**Desarrollo sostenible con justicia intergeneracional.** Se privilegia la protección ambiental mediante la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales derivados de las actividades

propuestas. Esto asegura que los beneficios del desarrollo económico no comprometan el bienestar de las generaciones futuras, tal como lo establece la estrategia de sostenibilidad del Plan.

- **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.

Particularmente, las obras y actividades se alinean a:

1. *Manejo y conservación del suelo*

Se han diseñado medidas específicas para prevenir la erosión, compactación y pérdida de la capa fértil del suelo, tales como el manejo adecuado de residuos de excavación, el control de escurrimientos superficiales, y la revegetación de zonas impactadas con especies nativas. Estas acciones se alinean con la estrategia estatal de proteger los suelos frente a procesos de degradación.

2. *Restauración de áreas impactadas*

Como parte del compromiso ambiental, se integrarán actividades de rehabilitación del sitio al término de la obra, siguiendo principios de restauración ecológica que promuevan la recuperación del suelo y su capacidad productiva. Esto es congruente con el eje del programa enfocado en la recuperación de zonas alteradas y el fortalecimiento de la capacidad de resiliencia del territorio.

3. *Aprovechamiento sustentable del territorio*

Las actividades priorizan el uso racional del espacio físico, al ubicarse fuera de áreas forestales críticas y al implementar acciones para minimizar la superficie afectada. Además, se dará seguimiento a los posibles efectos indirectos sobre la cobertura vegetal y el suelo, conforme a lo establecido por la legislación aplicable y los objetivos del programa estatal.

- **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. La ubicación del sitio ha sido cuidadosamente seleccionada, 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 (cauces y zonas federales). 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 ecológicas de conservación de alguna especie de flora y fauna. 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 normativa 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. La obra minera se enmarca 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.

Las obras y 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**

La política para el desarrollo del municipio de Otáez Durango pretende crear las condiciones para impulsar las actividades productivas en las regiones rurales y, con ello fortalecer las relaciones comerciales y de servicios para sus habitantes a través del apoyo en la creación de fuentes de empleo; además de administrar los recursos naturales renovables y no renovables existentes, con base en una adecuada y oportuna planeación; instrumentar y operar adecuadamente el desarrollo sustentable con la participación coordinada de los sectores públicos y privados de la sociedad. Por lo cual el desarrollo de la obra permitirá que personas que habitan localidades cercanas, cuenten con empleos bien remunerados que permitan elevar su calidad de vida.

Entre los elementos más relevantes que vinculan las obras y actividades con el programa municipal se encuentran:

#### *1. Desarrollo económico local*

La minería es una de las actividades económicas más importantes del municipio, y la continuidad de los trabajos mediante infraestructura especializada como el contrapozo contribuye a preservar y fortalecer las fuentes de empleo, la derrama económica regional y el arraigo de la población, lo cual es coherente con los objetivos de dinamizar la economía local y aprovechar las vocaciones productivas del territorio.

#### *2. Infraestructura y servicios para el desarrollo*

Las obras y actividades representan una mejora en la infraestructura operativa del sector minero, lo que se traduce en mejores condiciones de seguridad, eficiencia operativa y cumplimiento normativo, en concordancia con las líneas de acción municipales para impulsar obras que fortalezcan la generación de empleos directos en el municipio.

#### *3. Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales*

Si bien, el contrapozo es una infraestructura necesaria para el aprovechamiento del mineral, se prevén medidas de prevención y mitigación ambiental que atienden los principios de sustentabilidad y protección del entorno, en sintonía con el objetivo municipal de promover un desarrollo ordenado, con responsabilidad ambiental y social.

### **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, 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:** La minería es un motor de inversión para la región, alineada con el impulso estatal para atraer inversión pública y privada, lo que generará un crecimiento económico sostenible en el municipio de Otáez y áreas circundantes.

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

**Vinculación:** Se han identificado vetas y reservas con valores aceptables para su explotación, 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:** 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:** El programa de trabajo se alinea 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:** Las obras y actividades se alinean con la normatividad estatal y federal para la correcta explotación de los recursos minerales metálicos del sitio. Esta coordinación garantizará que las autoridades en la materia regulen e inspeccionen el cumplimiento de la normatividad ambiental.

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

**Vinculación:** Las obras y actividades impulsarán 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:** 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 Otáez. La empresa promotora cuenta con convenios de ocupación temporal con el Ejido Los Cardos y Anexos donde se establecen términos y condiciones para generar beneficio social en las comunidades y un programa de capacitación para promover más y mejores empleos en el sector rural.

### 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 (PND)**, 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 PND 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, las obras y actividades contribuyen 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 la zona de las quebradas.

La creación de empleos directos e indirectos en las actividades mineras y desarrollo de infraestructura 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 plan de manejo ambiental asegura que estos beneficios se alcancen sin comprometer el entorno natural, respetando las normativas ambientales y promoviendo la restauración de los ecosistemas regionales.

#### ➤ **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) vinculados:**

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

**ODS 12** (Producción y consumo responsables): El enfoque de 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, se 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 **PND**, 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, las obras y actividades constituyen una oportunidad estratégica para impulsar el desarrollo sostenido en las zonas rurales de Durango, al tiempo que genera empleos formales 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 en terrenos forestales 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 las obras para 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 infraestructura para 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-20. Vinculación de las obras y actividades con las NOM aplicables.**

<b>NOM</b>	<b>Contenido</b>	<b>Cumplimiento</b>
<b>Para la emisión de gases contaminantes producidos por vehículos automotores y fuentes fijas</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 los 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, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de dióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.	La utilización de sistemas de generación de energía eléctrica que funcionan como motores de combustión interna, y por tanto se producirán emisiones a la atmósfera. La observación a esta norma se realizará mediante la certificación de los equipos utilizados, en los momentos siguientes: previamente a su puesta en marcha y verificación de su estado mínimo cada 6 meses a partir de su operación hasta que el equipo sea dado de baja.
NOM-086-SEMARNAT-2005	Contaminación atmosférica. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles.	Se utilizará, maquinaria y vehículos de combustión interna a base de combustibles fósiles, se deberán tener un programa de mantenimiento preventivo.

**Para la emisión de ruido por vehículos y fuentes fijas**

NOM-011-STPS-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.	

**Para la protección del personal**

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	Contenido	Cumplimiento
NOM-021-STPS-1994	Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar 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 expuestos.
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
NOM-102-STPS-1994	Seguridad-extintores contra incendios a base de bióxido de carbono.	garantizarse el mantenimiento adecuado a los extintores y su facilitar su disposición.
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.

**Para el control, manejo y transporte de residuos peligrosos generados**

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.

**Protección a la flora y a la fauna**

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 Error: no se encontró el origen de la referencia-21. 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><b>Se incluye un programa de rescate para especies de fauna en el AI, así mismo, se hace un análisis de la biodiversidad.</b></p> <p><b>No se compromete los servicios ambientales de la SA.</b></p> <p><b>Se plantea realizar una reforestación con especies nativas de la región.</b></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>	<b>No se llevará a cabo aprovechamiento forestal</b>
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>	<b>No se realizará explotación de aguas subterráneas ni la comercialización de flora. Se implementará un programa de abandono de sitio que implique reforestación.</b>
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</b></p>	<p><b>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></p>

	<p><b>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>	
<b>Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>		
<b>Suelo urbano y vivienda</b>	<b>Estrategia 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</b>	<b>Las obras y actividades detonan un desarrollo socioeconómico en la región (creación de empleos que mejoren la calidad de vida de los habitantes).</b>
<b>Zonas de riesgo y prevención de contingencias</b>	<b>Estrategia 25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.</b>	<b>La zona no es susceptible de riesgos, terremotos, inundaciones.</b>
	<b>Estrategia 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.</b>	
<b>Agua y saneamiento</b>	<b>Estrategia 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.</b>	<b>No aplica a la naturaleza del proyecto.</b>
	<b>Estrategia 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.</b>	
	<b>Estrategia 29: Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.</b>	
<b>Desarrollo social</b>	<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 públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.</b>	<p><b>Se crean nuevos empleos para las comunidades locales.</b></p> <p><b>Se promueve una derrama económica regional por la adquisición de insumos, servicios y empleos indirectos.</b></p> <p><b>No hay presencia de comunidades indígenas en la zona.</b></p>
	<b>Estrategia 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.</b>	
	<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>	
	<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>	
	<b>Estrategia 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</b>	
	<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>	
	<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>	
	<b>Estrategia 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</b>	
<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>	<b>Estrategia 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</b>	<b>No hay problemas de litigio o linderos entre las propiedades locales.</b>
	<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>	

### 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 iii) 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 149 "Sierra Alta con Cañones 8", la cual tienen los lineamientos siguientes:

UGA: Sierra Alta con cañones 8 [Clave: 149]

Política ambiental: Conservación

Usos a promover: Conservación de la Biodiversidad, Explotación Pecuaria de Caprinos, Aprovechamiento Forestal Maderable y 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: BIO01; GAN01; GAN02; GAN05; GAN06; GAN07; GAN08; GAN09; FORM01; FORM02; FORM03; FORM04; FORM05; FORM06; MIN01; MIN02; MIN03; MIN04; URB09; URB11; URB12; URB13; URB14; URB15; URB16.

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

<b>Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-22. Vinculación con la UGA Sierra Alta con Cañones 8</b>			
CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN	
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	Se plantea un programa de rescate y reubicación de flora y fauna.	
GAN01	Se deberá evitar el pastoreo en áreas que hayan estado sujetas a aprovechamiento forestal y que se encuentren en regeneración de acuerdo con el programa de manejo autorizado.	Las actividades no incluyen aprovechamiento forestal ni actividad ganadera.	
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua	No se incluyen actividades ganaderas.	
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas <i>Eragrostis curvula</i> , <i>E. lehmanniana</i> , <i>E. superba</i> , <i>Melinum repens</i> y <i>Panicum coloratum</i> ).	No se incluyen actividades ganaderas.	
GAN06	La ganadería extensiva realizada en áreas forestales compatibles con la conservación o el mantenimiento de los servicios ambientales deberá implementar sistemas de manejo holístico o pastoreo con rotación de potreros y períodos de descanso que permitan el mantenimiento y recuperación de la estructura natural de la vegetación.	No se incluyen actividades ganaderas.	
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.	No se incluyen actividades ganaderas.	
GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera en bebederos o comederos de plástico con pequeñas aperturas según el tamaño del ganado y subir el nivel altura de acuerdo al tamaño del ganado pastando).	No se incluyen actividades ganaderas.	
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir el libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior.	No se incluyen actividades ganaderas.	
FORM01	Los aprovechamientos forestales deberán buscar la permanencia de corredores faunísticos.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se tomarán medidas de protección a la fauna.	
FORM02	Se deberán fomentar viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se propone que las especies a reforestar correspondan a especies nativas.	
FORM03	Para el óptimo desarrollo de aprovechamientos forestales es necesario prevenir los incendios mediante la apertura de guardarrayas entre predios colindantes, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se prohíbe el uso de fuego para la realización del CUSTF.	
FORNM04	En las zonas sujetas a aprovechamiento forestal se promoverá realizar labores de conservación de suelos.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se aplicarán medidas de conservación de suelos.	
FORM05	En la apertura de caminos, durante los aprovechamientos forestales es necesario evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal, sin embargo, se buscará afectar lo menos posible el flujo natural de los cauces presentes en el sitio.	

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN
FORM06	En áreas con aptitud para recursos forestales y ganadería extensiva se deben establecer sistemas silvopastoriles (SSP), disminuyendo la carga animal para favorecer la regeneración y mantenimiento de la vegetación natural.	No se consideran actividades de ganaderías extensiva para asociación de sistemas silvopastoriles.
MIN01	En la realización de actividades mineras, se deberán observar medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad ambiente.	Se plantean medidas y programas de compensación para los impactos ambientales derivados del CUSTF.
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.	Se dará mantenimiento preventivo a los vehículos para que sus emisiones se encuentren dentro de los límites permisibles por la normatividad respectiva vigente.
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.	Se dará mantenimiento preventivo a los vehículos para que sus emisiones se encuentren dentro de los límites permisibles por la normatividad respectiva vigente.
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.	Los residuos peligrosos se manejarán conforme a lo establecido en la legislación y normatividad ambiental vigente.
URB09	Las poblaciones con menos de 1000 habitantes deberán contar, al menos, con sistemas de fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales y/o letrinas para el manejo de excretas.	Las poblaciones del SA no tienen más de 1000 habitantes, sin embargo, cuentan con letrinas de uso.
URB011	En el área urbana deberá contemplarse espacios verdes en una relación de superficie mínima de 9.0 m <sup>2</sup> /habitante.	La obra no se considera como obra urbana.
URB012	Se recomienda la utilización de fertilizantes orgánicos tales como estiércol, humus de lombriz, turba, composta, entre otros para su incorporación a las áreas verdes de parques, camellones y jardines urbanos.	La obra no se considera como obra urbana.
URB013	Los camellones, banquetas y áreas verdes públicas deberán contar preferentemente con vegetación nativa de la región, y considerando la biología y fenología de las especies para su correcta ubicación en áreas públicas.	La obra no se considera como obra urbana.
URB014	Se deberá de respetar la vegetación arbustiva y arbórea que existe en los cauces, márgenes y zona federal de los ríos y arroyos que existan dentro de las áreas urbanas y asentamientos humanos.	El área sujeta a cambio de uso de suelo no interfiere con alguna corriente superficial perenne.
URB015	Se deberá proteger, restaurar y mantener la infraestructura asociada a las corrientes de agua que circulan en los asentamientos urbanos, de acuerdo a las necesidades de la misma.	El área sujeta a cambio de uso de suelo no interfiere con alguna corriente superficial intermitente.
URB016	En todos los asentamientos humanos deberán contarse con equipamiento e infraestructura adecuados a las condiciones topográficas y de accesibilidad a la zona para la recolección, acopio y manejo de los residuos sólidos urbanos que sean generados.	La obra no se considera como obra urbana.

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 Error: no se encontró el origen de la referencia-23. Áreas Naturales Protegidas de competencia federal en el estado de Durango.**

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

Fuente: <https://descubreanp.conanp.gob.mx/swb/conanp/ANP?suri=46> y <http://sig.conanp.gob.mx/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 Error: no se encontró el origen de la referencia-24. 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	454000 E y 2160000 N 456000 E y 2618000 N	Localizada al suroeste de El Salto en el municipio de Pueblo Nuevo, Dgo.	5
El Tecuén	Parque estatal	Durango	600536 E y 2644370 N 495666 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).

**Vinculación AICAS:** El sitio propuesto para CUSTF, no se ubica dentro de algún AICA establecida para el estado de Durango, su localización respecto a las AICA del estado de Durango se muestra en el plano del **Anexo 5.1**.

### 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 RHP, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

El sitio se ubica dentro de la siguiente RHP establecida en el estado de Durango.

1. **RIO SAN LORENZO – MINAS DE PIAXTLA (Número 21).** Tiene una extensión de 14,287.23 km<sup>2</sup> con afluentes a los ríos San Lorenzo, Piaxtla, Elota, Hábitos y Los Remedios.

**Vinculación RHP:** La principal problemática en la RHP es la modificación del entorno derivado de la infraestructura minera. Sin embargo, cabe mencionar que la obra se realizará en una zona muy puntual, no se pretende el uso de sustancias tóxicas y se plantean medidas y programas destinadas a mitigar el impacto del CUSTF sobre el balance hidrológico y reducir la erosión en el área de influencia del proyecto. La localización del sitio referente a las RHP en el contexto estatal se muestra en el plano del **Anexo 5.2**.

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

Las RTP tienen como objetivo general, la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. En este contexto, el programa RTP 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.

**Vinculación RTP:** El sitio propuesto para CUSTF, **no se ubica** dentro de alguna RTP establecida para el estado de Durango. La ubicación del sitio referente a las RTP en el contexto estatal se muestra en el plano del **Anexo 5.3**.

**Vinculación general:** Respecto al presente apartado, la realización de la obra en el sitio propuesto no presenta inconveniente legal alguno para su ejecución, así mismo, cabe aclarar que las regiones prioritarias identificadas por la CONABIO son **zonas que no presentan ningún instrumento legal como lo es un Decreto y/o Programa de Manejo que regule los usos de suelo y las actividades económicas que ahí se pretenden**. Únicamente son Programas para la Conservación de la Biodiversidad que orientan a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. No obstante, se proponen acciones para amortiguar y compensar los impactos ambientales temporales y permanentes que el proyecto ocasionará durante sus diferentes etapas.

## **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.

- i) **Regional** también referido como el Sistema Ambiental (SA) y Área de Influencia (AI).
- ii) **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 la **UGA 149 "Sierra alta con cañones 8"**, con política ambiental de **conservación** y con el lineamiento ambiental donde se **mantiene el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal maderable sustentable, manteniendo la cubierta de vegetación natural descrita en la UGA**, cuyos usos a promover son conservación de la biodiversidad, explotación pecuaria de caprinos, aprovechamiento forestal maderable y **minería**.

Otro aspecto que se consideró en la delimitación del **SA** fueron los elementos tales como; *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. A nivel UGA se pudieron identificar diferentes tipos de ecosistemas, los cuales van de los bosques de clima templado (en las zonas más altas), se tienen también algunas áreas de selva baja, pero éstas se encuentran más al sur, pasando por la vegetación propia de climas y suelos más severos, como los pastizales y el matorral; en las zonas con pendientes suaves (5%) con disponibilidad de agua subterránea o superficial se practica la agricultura. El uso de suelo prevaleciente en la zona que incide directamente con el sitio es **vegetación secundaria arbórea de bosque de encino**, misma superficie que sustenta vegetación forestal maderable que no cuenta con un programa de manejo forestal sustentable.

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.

- i. 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 21, 22, 23 y 24** (ubicación estatal, predial, física e infraestructura, 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, planificación de la 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 500 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**

La obra consiste únicamente en el desarrollo de un pozo de ventilación de tipo Robbins. 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 construcción, 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, esto debido a que una vez construido el Robbins solo será necesario darle mantenimiento, lo que implica leves alteraciones al entorno natural, principalmente por el tránsito de los vehículos y el uso de la maquinaria. El radio estimado de afectación por los posibles accidentes y/o actividades a desarrollar será no mayor a los 500 metros.

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

La obra considerada se refiere a la infraestructura auxiliar para la explotación del mineral en las vetas subterráneas, que consisten en un pozo de ventilación de tipo 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.

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

Los poblados cercanos que tienen alguna interacción con las actividades a desarrollar son Los Cardos y San José de Bacis, debido a la cercanía de estas poblaciones al sitio, se busca que los habitantes se vean beneficiados a través de las interacciones comerciales y empleos eventuales. La tenencia de la tierra corresponde a bienes comunes ejidales, por lo que la asamblea ha dado su consentimiento para la ocupación y desarrollo de las actividades propuestas.

**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 las partes más altas se tienen climas de tipo **semifrío**, en las partes medias los climas de tipo **templado subhúmedo** y en las partes bajas hay climas **micálidos y cálidos**. Los tipos de clima en el SA de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (2004) se presentan en el cuadro siguiente (INEGI, 2000).

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-25. Tipos de clima del Sistema Ambiental**

Clave	Tipo-subtipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
(A)C(w0)	Semicálido subhúmedo	35,012.5	13.7

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Clave	Tipo-subtipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
(A)C(w1)	Semicálido subhúmedo	22,069.1	8.6
(A)C(w2)	Semicálido subhúmedo	24,453.1	9.5
Aw0	Cálido subhúmedo	12,382.6	4.8
Aw1	Cálido subhúmedo	2,086.6	0.8
Aw2	Cálido subhúmedo	3,066.4	1.2
C(E)(w2)	Semifrío subhúmedo	2,594.2	1.0
C(E)(w2)(x')	Semifrío subhúmedo	16,845.7	6.6
C(w1)	Templado subhúmedo	11,291.4	4.4
C(w2)	Templado subhúmedo	77,900.4	30.4
C(w2)(x')	Templado subhúmedo	48,596.3	19.0
<b>Total</b>		<b>256,298.3</b>	

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

Dado que se identificaron 11 tipos de clima en el SA, se realizó un análisis de los tipos de clima a nivel AI, teniendo así una mejor representatividad, en el que se identificaron 3 tipos de clima, mismos que se describen a continuación:

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-26. Tipos de clima a nivel AI**

Clave	Tipo	Descripción	Superficie (ha)	%
A(C)(w <sub>0</sub> )	Semicálido subhúmedo	Temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor a 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	2,391.42	
C(w <sub>2</sub> )	Templado subhúmedo	Templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes 19% más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.	3,206.86	
C(E)(w <sub>2</sub> )(x')	Semifrío subhúmedo	Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.	902.00	
<b>Total</b>			<b>6,500.28</b>	

En cuanto al clima local del sitio, este corresponde a **C(W)** en el plano del **Anexo 3.8** se presentan los climas para el SA, AI y sitio del proyecto a una escala adecuada.

#### 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-27. Estaciones climatológicas con influencia en el SA.**

Clave	Nombre	Coordenadas (UTM)		Altitud (msnm)
		X	Y	
10018	El Cantil	372874	2759385	2,240
10031	Huahuapan	420594	2702429	1,170
10100	Santiago Papasquiaro	458741	2770606	1,753
10121	Los Altares	410012	2764013	2,490
10122	San Diego	386345	2753629	1,640
10148	El Real	343861	2733932	300
10160	Agua Blanca	420396	2703488	2,500
25036	Guadalupe de los Reyes	345738	2684838	696

#### 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-28. 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
10018	11.1	11.6	13.5	16.0	17.9	19.0	17.2	17.5	17.6	16.6	14.3	11.9	15.4
10031	15.0	16.3	18.4	21.0	23.9	25.7	23.8	23.5	23.1	21.0	17.8	15.1	20.4
10100	11.9	13.4	15.9	19.1	21.9	24.0	22.7	22.0	20.9	17.9	14.3	12.1	18.0
10121	4.8	5.5	7.3	9.4	11.9	15.5	15.8	15.5	14.8	11.4	7.5	5.6	10.4
10122	13.3	14.1	15.5	18.4	20.9	21.9	20.0	19.8	19.8	19.2	16.6	14.4	17.8
10148	28.5	30.1	33.0	36.7	37.5	38.0	34.8	33.8	33.1	33.3	31.3	28.8	33.2
10160	5.9	5.8	7.7	10.0	12.4	15.1	14.9	14.9	14.2	11.6	8.0	6.4	10.6
25036	20.1	20.4	21.9	24.2	26.4	26.1	25.0	24.5	24.3	24.0	22.6	20.5	23.3
TEMPERATURA MÍNIMA													
CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10018	6.5	6.6	7.8	10.0	11.9	13.7	13.3	13.5	13.4	11.9	9.3	7.3	10.4
10031	5.6	6.1	7.7	10.4	13.7	17.2	17.0	16.5	15.9	12.1	8.2	6.0	11.4
10100	1.5	2.4	4.6	7.9	11.2	14.5	14.8	14.3	13.0	8.2	3.4	1.8	8.1
10121	-5.7	-5.4	-4.2	-2.3	0.6	6.2	8.8	8.6	7.5	1.8	-3.5	-4.8	0.6
10122	7.4	7.7	8.6	11.0	13.4	15.1	14.8	14.6	14.3	12.6	10.2	8.6	11.5
10148	13.6	14.0	15.7	18.7	21.3	23.9	23.0	22.7	22.6	20.6	16.3	13.7	18.8
10160	-5.0	-6.1	-4.5	-1.9	1.0	5.6	7.5	7.4	6.3	2.1	-4.1	-4.7	0.3
25036	13.3	13.1	14.3	16.8	19.0	19.5	19.4	19.3	19.3	18.5	16.8	14.5	17.0
PRECIPITACIÓN MÁXIMA													
CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10018	15.7	16.6	19.2	21.9	24.0	24.3	21.2	21.5	21.7	21.4	19.3	16.4	20.3
10031	24.4	26.5	29.1	31.7	34.1	34.2	30.6	30.5	30.3	29.9	27.4	24.3	29.4
10100	22.4	24.4	27.3	30.2	32.7	33.6	30.7	29.7	28.8	27.6	25.1	22.5	27.9
10121	15.2	16.5	18.8	21.2	23.2	24.9	22.9	22.4	22.1	21.1	18.4	16.0	20.2
10122	19.2	20.5	22.5	25.7	28.3	28.8	25.2	24.9	25.3	25.8	23.1	20.2	24.1
10148	28.5	30.1	33.0	36.7	37.5	38.0	34.8	33.8	33.1	33.3	31.3	28.8	33.2

10160	16.9	17.7	19.8	21.9	23.9	24.6	22.3	22.4	22.1	21.2	20.0	17.5	20.9
25036	26.8	27.6	29.4	31.7	33.8	32.7	30.6	29.7	29.3	29.5	28.4	26.6	29.7

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 tolos/Create Voronoi Polygons](#)]. Los resultados se resumen en el cuadro siguiente.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-29. Temperaturas ponderadas anuales del SA.**

Clave	Nombre	Superficie (ha)	Temperatura mínima anual (°C)	Temperatura media anual (°C)	Temperatura máxima anual (°C)
10018	El Cantil	764.8	10.4	15.4	20.3
10031	Huahuapan	123 429.8	11.4	20.4	29.4
10100	Santiago Papasquiaro	1 523.8	8.1	18.0	27.9
10121	Los Altares	29 276.8	0.6	10.4	20.2
10122	San Diego	24 836.7	11.5	17.8	24.1
10148	El Real	26 429.3	18.8	26.1	33.2
10160	Agua Blanca	13 953.1	0.3	10.6	20.9
25036	Guadalupe de los Reyes	36 084.0	17.0	23.3	29.7
<b>Promedio ponderado</b>		<b>256 298.3</b>	<b>11.1</b>	<b>19.4</b>	<b>27.8</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 Error: no se encontró el origen de la referencia-30. 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
10018	78.6	39.5	19.7	9.4	25.0	153.6	336.9	312.4	225.1	92.2	39.6	92.2	1,424.2
10031	38.6	18.1	10.8	8.5	15.1	98.6	201.3	178.0	135.2	45.9	23.8	36.9	810.8
10100	13.3	4.0	3.6	4.4	11.2	59.2	129.8	145.6	92.6	30.6	9.0	112.2	514.5
10121	40.8	22.9	16.6	13.6	16.5	102.1	183.8	169.9	133.2	50.5	29.2	48.0	827.1
10122	46.7	25.6	15.4	11.5	14.9	93.0	214.3	179.9	126.9	48.7	30.7	46.4	854.0
10148	47.4	38.4	10.7	10.6	6.2	63.6	195.0	140.3	126.6	61.9	36.4	45.8	782.9
10160	68.8	24.2	13.7	10.7	37.1	134.6	269.7	256.4	176.4	77.8	37.6	68.3	1,175.3
25036	46.3	30.9	10.4	5.4	9.2	157.8	481.2	487.3	417.9	119.9	32.1	40.1	1,838.5
PRECIPITACIÓN MÍNIMA													
Clave	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10018	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	77.0	79.3	29.3	0.0	0.0	0.0	185.6
10100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10121	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	62.3	68.5	23.6	0.0	0.0	0.0	159.0
10122	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	108.5	70.3	29.5	0.0	0.0	0.0	367.3
10148	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	59.8	22.5	0.0	0.0	0.0	82.6
10160	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	172.0	146.0	56.0	0.0	0.0	0.0	414.0
25036	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	44.6	31.1	7.6	0.0	0.0	0.0	86.1
PRECIPITACIÓN MÁXIMA													

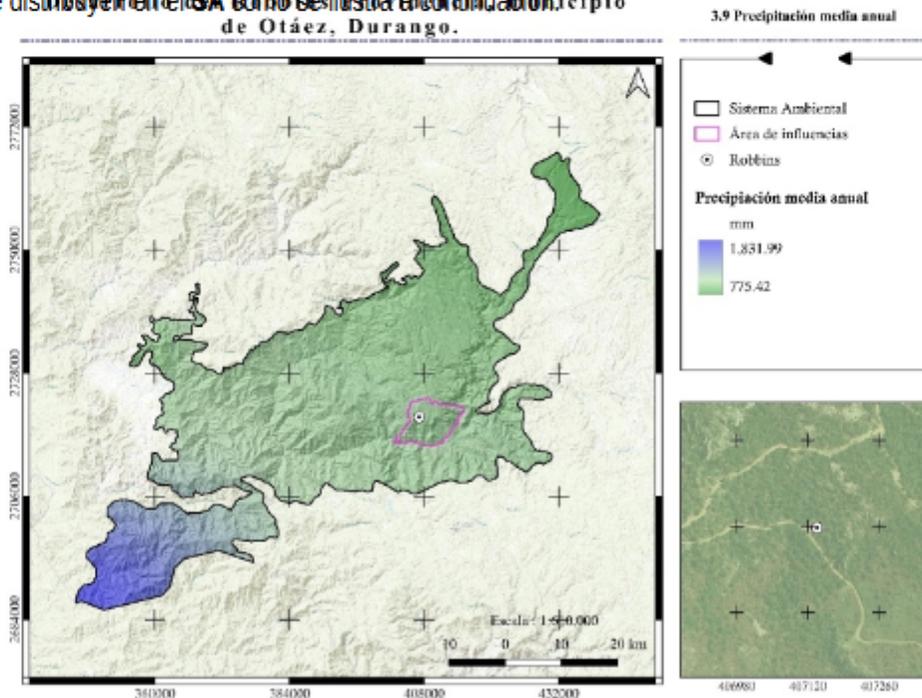
Clave	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10018	310.1	194.0	200.0	54.0	125.5	595.5	651.5	734.2	465.5	365.0	181.0	407.7	4284.0
10031	150.7	110.8	107.0	120.5	78.5	208.8	433.3	352.1	303.3	138.5	118.0	144.2	2265.7
10100	138.9	31.0	58.0	45.7	154.0	237.6	292.4	372.7	279.4	106.0	87.5	43.0	1846.2
10121	219.5	135.9	123.0	105.0	85.8	231.8	312.3	314.0	301.0	177.0	137.0	193.5	2335.8
10122	329.9	97.5	129.7	195.0	91.0	239.5	415.0	318.0	303.5	174.0	106.6	222.5	2622.2
10148	264.8	363.5	183.5	179.2	54.0	215.2	379.5	337.1	363.5	483.4	170.5	171.5	3165.7
10160	374.0	58.0	69.0	63.1	95.0	256.0	340.5	365.0	264.0	220.0	114.0	172.5	1175.3
25036	205.0	211.0	59.0	57.5	160.0	453.0	964.0	1450.0	1081.0	585.0	172.5	162.1	5560.1

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 Error: no se encontró el origen de la referencia-31. Precipitación ponderada anual del SA.**

Clave	Nombre	Superficie (ha)	Precipitación mínima anual (mm)	Precipitación media anual (mm)	Temperatura máxima anual (°C)
10018	El Cantil	764.8	0.0	1 424.2	4 284.0
10031	Huahuapan	123 429.8	185.6	810.8	2 265.7
10100	Santiago Papasquiario	1 523.8	0.0	514.5	1 846.2
10121	Los Altares	29 276.8	159.0	827.1	2 335.8
10122	San Diego	24 836.7	367.3	854.0	2 622.2
10148	El Real	26 429.3	82.6	782.9	3 165.7
10160	Agua Blanca	13 953.1	414.0	1 175.3	1 175.3
25036	Guadalupe de los Reyes	36 084.0	86.1	1 838.5	5 560.1
<b>Promedio ponderado</b>		<b>256 298.3</b>	<b>186.3</b>	<b>978.6</b>	<b>2 809.0</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.



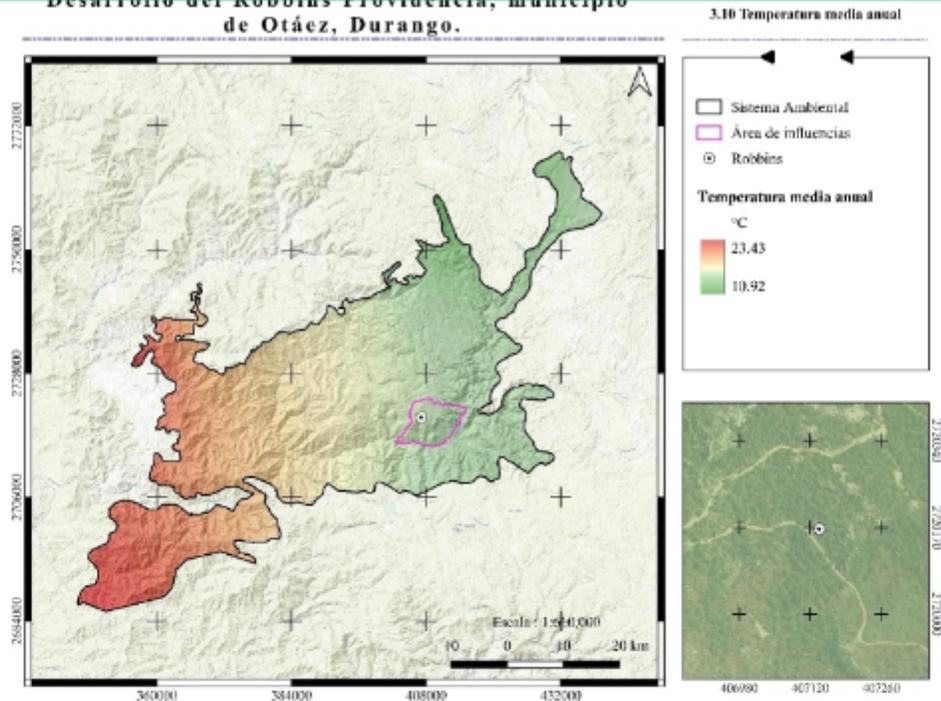


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-7. Representación de la precipitación y temperatura media anual en el SA.

#### IV.2.1.3. Intemperismos severos

En la región durante la temporada invernal, es común la presencia de frentes fríos y masas de aire polar provenientes del norte y noreste de los Estados Unidos y del sur de Canadá, los cuales generan lluvias invernales localmente conocidas como aguas nieves, así como descensos significativos de temperatura, especialmente en las zonas serranas de Otáez, Durango. Los intemperismos que se presentan en el SA son los siguientes:

##### a). Vientos

La velocidad y dirección del viento son dos de las características más importantes, comúnmente utilizadas para determinar las condicionantes del ciclo hidrológico tales como; intercambio energético, evapotranspiración y los patrones de precipitación para la lluvia, nieve, granizo, etc. Los vientos dominantes en la región provienen de la costa occidental, en la temporada de febrero a mayo. La velocidad varía dependiendo de la época del año, sin embargo, en raras ocasiones supera los **60 km/hora**, la mayor ocurrencia de los vientos fuertes se presenta en los meses de febrero y marzo que coinciden con las cabañuelas.

##### b). Fenómenos meteorológicos

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

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

##### c). Evapotranspiración potencial

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

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-32. Evapotranspiración potencial anual (mm) para las regiones del estado de Durango**

Evaporación Potencial Anual	Región Noroccidental	Región de las Quebradas	Región Lagunera	Región del Río San Pedro – Mezquital
Mínima	1,400	1,300	1,700	1,400
Media	1,850	1,850	2,150	1,800
Máxima	2,400	2,400	2,600	2,400

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

#### d). Posibilidad de fenómenos naturales

El SA **NO** es susceptible a los siguientes fenómenos naturales:

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

#### 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

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

Las rocas más antiguas que afloran en la región y que constituyen el basamento geológico, están formadas por esquistos y pizarras pertenecientes a la formación conocida como Complejo Sonobari; el cual se encuentra

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

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

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-33. Clase de rocas a nivel SA y AI**

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

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

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-34. Superficies de las clases de rocas en el SA y en el AI**

Clave	Superficie SA (ha)	Superficie SA (%)	Superficie AI (ha)	Superficie AI (%)
K(Igia)	809.5	0.3		
Ki(cz)	1 949.5	0.8		
T(Igei)	1 856.7	0.7		
Ti(Igea)	6 507.4	2.5	1339.4	79.4
Ts(Igea)	245 175.3	95.7	5160.9	20.6
<b>Total</b>	<b>256 298.3</b>	<b>100.0</b>	<b>6500.3</b>	<b>100</b>

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

Una clasificación de las rocas ígneas se basa en la cantidad de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) presente; así, las rocas ácidas tienen más del 65% de  $\text{SiO}_2$ ; rocas intermedias tienen entre el 65 al 52% de  $\text{SiO}_2$ , las rocas básicas tienen del 52-45% de  $\text{SiO}_2$ ; y las rocas ultra básicas tienen menos del 45% de  $\text{SiO}_2$ .

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

Las **rocas calizas** es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), generalmente calcita, aunque frecuentemente presenta trazas de magnesita ( $\text{MgCO}_3$ ) y otros carbonatos.<sup>1</sup> También puede contener pequeñas cantidades de minerales como arcilla, hematita, siderita, cuarzo, etc., que modifican (a veces sensiblemente) el color y el grado de coherencia de la roca. El carácter prácticamente monomineral de las calizas permite reconocerlas fácilmente gracias a dos características físicas y químicas fundamentales de la calcita: es menos dura que el cobre (su dureza en la escala de Mohs es de 3) y reacciona con efervescencia en presencia de ácidos tales como el ácido clorhídrico.

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

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

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

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

##### **a) Recarga y descarga del acuífero**

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

##### **b) Flujo de las corrientes subterráneas**

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

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

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

##### **FALLAS Y FRACTURAS**

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

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

## SISMICIDAD

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

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

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

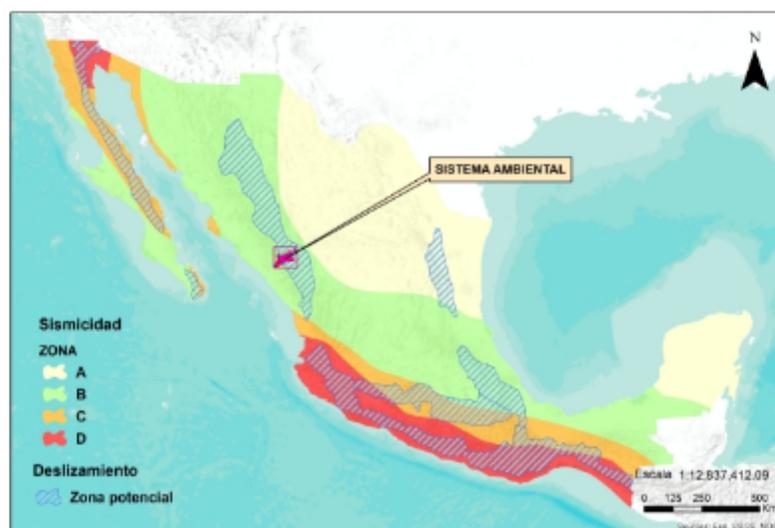
**Sismicidad media (B).** Cubre casi la totalidad de la península de Baja California, la zona costera de los estados del noroeste, y casi la totalidad de los estados del centro del país. La intensidad de los sismos que ocurren en la costa del Pacífico es menor en esta zona, a excepción de zonas donde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

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

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

## ZONAS POTENCIALES DE DESLIZAMIENTO

El 70.5% de la superficie del SA (180 688.5 ha) se encuentra dentro de las regiones potenciales de deslizamiento denominada Golfo de California- Chihuahua- Durango, el AI y sitio del proyecto también se ubican en dicha zona (CENAPRED, 2012). Por otro lado, de acuerdo a la cartografía analizada, el AI y sitio no muestra fallas o fracturas.



**Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-8. 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 silícico 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 (85.7%)** y **superficie de gran meseta con cañadas (14.3%)**

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

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-35. Descripción de los componentes fisiográficos del SA.	
<b>Provincia</b>	
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).
<b>Subprovincia</b>	
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.
<b>Topoforma</b>	
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,

**Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.**

el Anexo 3.2

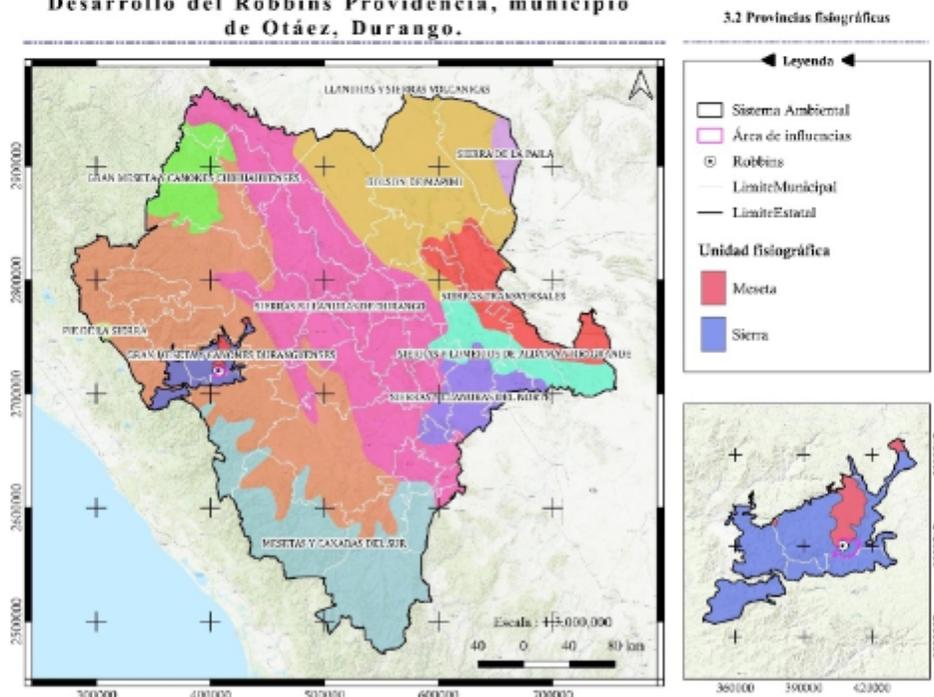


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-9. Fisiografía a nivel estatal y en el Sistema Ambiental.

**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

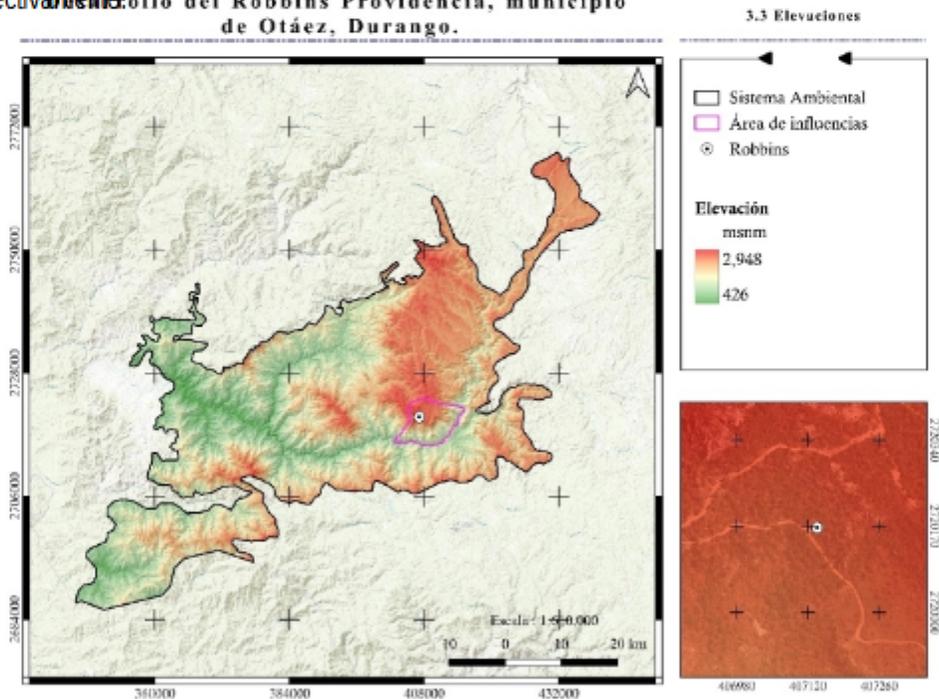
fotogrametría, ingeniería civil, planeación y manejo de recursos naturales, ciencias de la tierra, en aplicaciones militares, cartografía especializada, prevención y atención a desastres naturales, entre otras.

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 424 msnm; ii) elevación máxima de 2,948 msnm; iii) elevación media de 1,802 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 569.7 m. Las alturas máximas se encuentran en la parte este y sur, las alturas mínimas en la parte norte y oeste, las alturas medias se encuentran en la parte central y entre las partes bajas y altas al este y oeste.

En el AI los parámetros característicos son: i) elevación mínima de 963 msnm; ii) elevación máxima de 2,926 msnm; iii) elevación media de 1,851 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 550 m. Las alturas máximas se encuentran al norte, mientras que las alturas mínimas en el sur. El detalle de la distribución altitudinal 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-10. 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 reclasifico con la ayuda de la calculadora ráster en función de las categorías del cuadro siguiente.

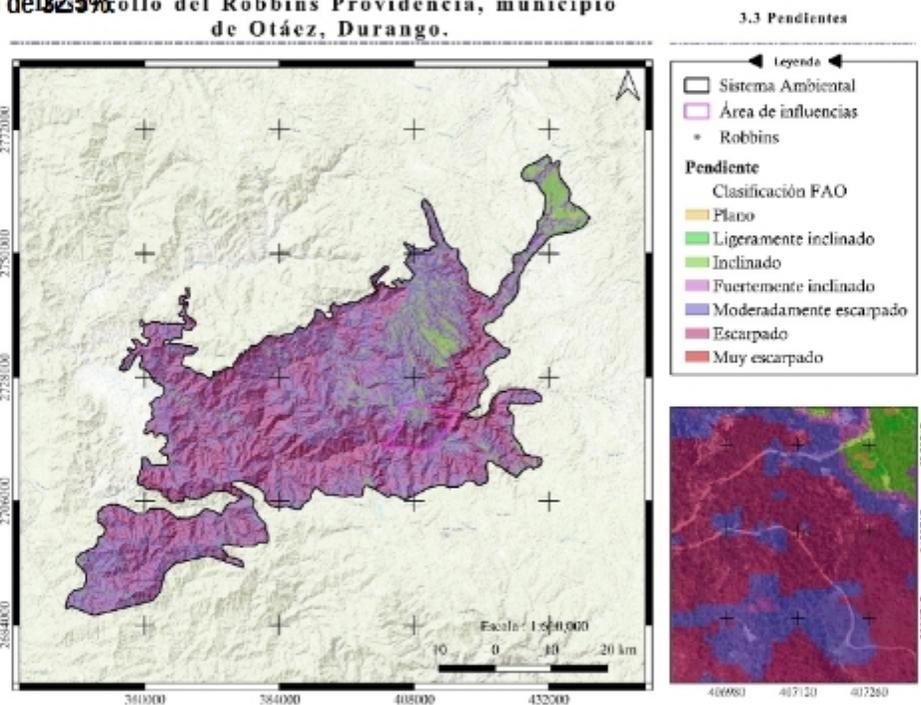
**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-36. Clasificación de la pendiente del SA (FAO, 2009).**

Categoría	Pendiente (%)	Tipo de relieve	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	0 a 2	Plano	1,030.8	0.4

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

2	2 a 5	Ligeramente inclinado	3,981.3	1.6
3	5 a 10	Inclinado	7,202.6	2.8
4	10 a 15	Fuertemente inclinado	8,494.6	3.3
5	15 a 30	Moderadamente escarpado	31,451.7	12.3
6	30 a 60	Escarpado	95,441.4	37.2
7	> 60	Muy escarpado	108,695.9	42.4
<b>Total</b>			<b>256,298.3</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 es de 55.9%, las pendientes más pronunciadas se encuentran en el extremo este, mientras que las pendientes bajas se encuentran concentradas en las parte central y sur. En el Al la pendiente media es de 59.59%, 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 del sitio es en promedio de 32.5%.



**Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-11. 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).

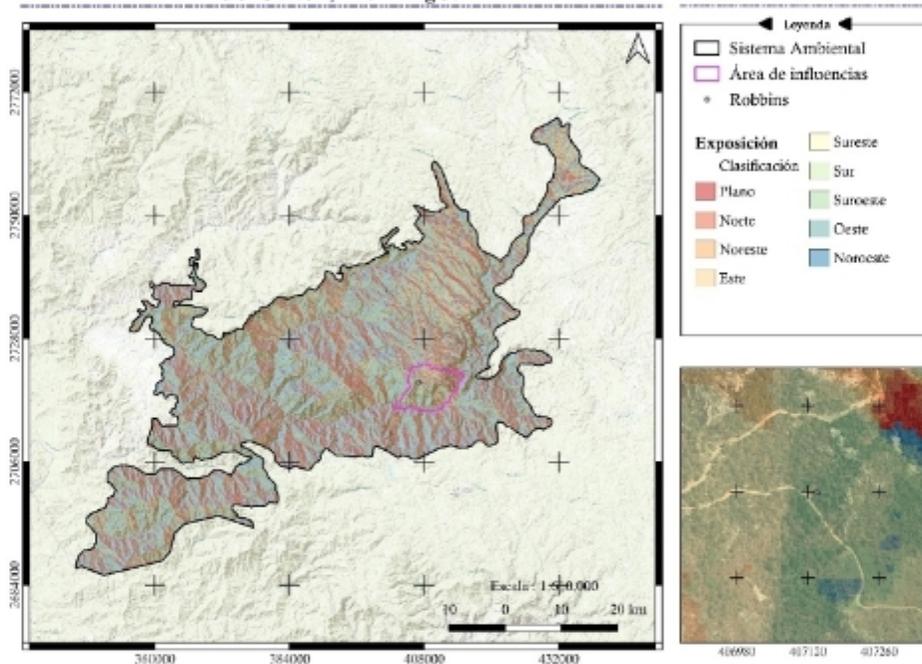
**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-37. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental.**

Categoría	Exposición	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	Plano	492.5	0.2
2	Norte	16,868.9	6.6
3	Noreste	34,045.6	13.3
4	Este	32,859.7	12.8
5	Sureste	25,453.1	9.9

6	Sur	28,646.5	11.2
7	Suroeste	36,397.0	14.2
8	Oeste	38,063.3	14.9
9	Noroeste	29,317.6	11.4
<b>Total</b>		<b>14,154.2</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

**Anexo 3.5. La exposición del sitio es mayormente hacia el sur, sureste y oeste.**



**Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-12. 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 1:1,000,000, los suelos dominantes en el SA corresponden a suelos cambisoles, leptosoles y phaeozems, en menor proporción se encuentran luvisoles, regosoles y umbrisoles.

Las distribuciones de los suelos dominantes se muestran en el cuadro siguiente:

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-38. Principales grupos de suelo presentes en el SA.**

Suelo principal (G1)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Cambisol	73,992.0	28.9
Leptosol	67,711.8	26.4
Luvisol	19,848.4	7.7
Phaeozem	71,567.6	27.9
Regosol	17,419.7	6.8

Umbrisol	5,758.7	2.2
<b>Total</b>	<b>256,298.3</b>	

A nivel AI, los suelos más abundantes corresponden a Phaeozem y Regosol, en menor proporción Leptosol y Luvisol. Las distribuciones de los suelos dominantes se muestran en el cuadro siguiente:

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-39. Principales grupos de suelo presentes en el AI**

Suelo principal (G1)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Leptosol	1,038.6	16.0
Luvisol	459.1	7.1
Phaeozem	2,727.3	42.0
Regosol	2,275.2	35.0
<b>Total</b>	<b>6,500.3</b>	<b>100.0</b>

Se identificaron 50 tipos de suelo para el SA, de los cuales 4 de ellos se encuentran en el AI, mismos que se describen en los cuadros IV-16 y IV-17 respectivamente. 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 el sitio del proyecto corresponde a LVablep+LPlii/2R, mismo que se encuentra distribuidos a nivel AI y SA.

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-40. Tipos de suelos presentes en el SA**

Clave (WRB)	Suelo Dominante (G1)	Calificador Secundario del G1	Calificador Primario del G1	Suelo Secundario (G2)	Calificador Secundario del G2	Calificador Primario del G2	Suelo Terciario (G3)	Calificador Secundario del G3	Calificador Primario del G3
CMhulep+RGdylep/2R	CAMBISOL	Húmico	Epiléptico	REGOSOL	Dístrico	Epiléptico	N	N	N
CMsklen/2R	CAMBISOL	Esquelético	Endoléptico	N	N	N	N	N	N
CMsklen+PHsklen/2R	CAMBISOL	Esquelético	Endoléptico	PHAEQZEM	Esquelético	Endoléptico	N	N	N
CMsklen+RGsklen/2R	CAMBISOL	Esquelético	Endoléptico	REGOSOL	Esquelético	Endoléptico	N	N	N
CMsklep+PHcrlep/2r	CAMBISOL	Esquelético	Epiléptico	PHAEQZEM	Crómico	Epiléptico	N	N	N
LPdyhuu+LVhulep+HSffio/2R	LEPTOSOL	Dístrico	N	LUVISOL	Húmico	Epiléptico	HISTOSOL	Fíbrico	Fólico
LPdyli/2R	LEPTOSOL	Dístrico	Lítico	N	N	N	N	N	N
LPdyisk/2R	LEPTOSOL	Dístrico	Esquelético	N	N	N	N	N	N
LPdyisk+RGsklep/2R	LEPTOSOL	Dístrico	Esquelético	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N
LPeuhu+PHhulep/2R	LEPTOSOL	Éutrico	Húmico	PHAEQZEM	Húmico	Epiléptico	N	N	N
LPeuli+LVumlep+LPeusk/2r	LEPTOSOL	Éutrico	Lítico	LUVISOL	Úmbrico	Epiléptico	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético
LPeuli+RGeulep+LPeusk/2r	LEPTOSOL	Éutrico	Lítico	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético
LPeusk/2R	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	N	N	N	N	N	N
LPeusk+LPskli+RGeulep/2R	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	LEPTOSOL	Esquelético	Lítico	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico
LPeusk+RGsklep/2	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N
LPeusk+RGsklep/2R	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N
LPmosk+RGsklep/2r	LEPTOSOL	Mólico	Esquelético	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N
LPsk+CMhulep/2R	LEPTOSOL	N	Esquelético	CAMBISOL	Húmico	Epiléptico	N	N	N
LPsk+RGeulep/2	LEPTOSOL	N	Esquelético	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	N	N	N
LPskli+LPmosk/2R	LEPTOSOL	Esquelético	Lítico	LEPTOSOL	Mólico	Esquelético	N	N	N
LPso+RGeulep/2R	LEPTOSOL	N	Sódico	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	N	N	N
LVablep+LPli/2R	LUVISOL	Álbico	Epiléptico	LEPTOSOL	N	Lítico	N	N	N
LVabso+LPdyli/2R	LUVISOL	Álbico	Sódico	LEPTOSOL	Dístrico	Lítico	N	N	N
LVabso+LPli/2R	LUVISOL	Álbico	Sódico	LEPTOSOL	N	Lítico	N	N	N
LVlep+CMlep+LPeusk/2r	LUVISOL	N	Epiléptico	CAMBISOL	N	Epiléptico	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético
LVumlep+CMdylep/2R	LUVISOL	Úmbrico	Epiléptico	CAMBISOL	Dístrico	Epiléptico	N	N	N
LVumlep+LVdylep+RGdylep/2R	LUVISOL	Úmbrico	Epiléptico	LUVISOL	Dístrico	Epiléptico	REGOSOL	Dístrico	Epiléptico
LVumlep+UMsklep/2	LUVISOL	Úmbrico	Epiléptico	UMBRISOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N
LVumlep+UMsklep+RGdylep/2R	LUVISOL	Úmbrico	Epiléptico	UMBRISOL	Esquelético	Epiléptico	REGOSOL	Dístrico	Epiléptico
PHlvlen+CMsklen+LVcrsk/2	PHAEQZEM	Lúvico	Endoléptico	CAMBISOL	Esquelético	Endoléptico	LUVISOL	Crómico	Esquelético
PHsklen+LPeusk/2R	PHAEQZEM	Esquelético	Endoléptico	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	N	N	N
PHsklep+LVsklep/2R	PHAEQZEM	Esquelético	Epiléptico	LUVISOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N
PHsklep+LVsklep+LPskli/2R	PHAEQZEM	Esquelético	Epiléptico	LUVISOL	Esquelético	Epiléptico	LEPTOSOL	Esquelético	Lítico
PHsl+CMhulep/2R	PHAEQZEM	N	Siltico	CAMBISOL	Húmico	Epiléptico	N	N	N

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Clave (WRB)	Suelo Dominante (G1)	Calificador Secundario del G1	Calificador Primario del G1	Suelo Secundario (G2)	Calificador Secundario del G2	Calificador Primario del G2	Suelo Terciario (G3)	Calificador Secundario del G3	Calificador Primario del G3
RGcalep/3r	REGOSOL	Calcárico	Epiléptico	N	N	N	N	N	N
RGcalep+LPeusk/2R	REGOSOL	Calcárico	Epiléptico	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	N	N	N
RGcalep+LPskli/2r	REGOSOL	Calcárico	Epiléptico	LEPTOSOL	Esquelético	Lítico	N	N	N
RGeulep/2R	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	N	N	N	N	N	N
RGeulep+CMhulep/2r	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	CAMBISOL	Húmico	Epiléptico	N	N	N
RGeulep+CMhulep/2R	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	CAMBISOL	Húmico	Epiléptico	N	N	N
RGeulep+CMsklep/2R	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	CAMBISOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N
RGeulep+LPeusk/2r	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	N	N	N
RGeulep+LPso/2R	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	LEPTOSOL	N	Sódico	N	N	N
RGeulep+UMsklep/2R	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	UMBRISOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N
RGlep+UMsklep/2r	REGOSOL	N	Epiléptico	UMBRISOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N
RGsklep+LVdysk/2R	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	LUVISOL	Dístrico	Esquelético	N	N	N
RGsklep+LVsklen+LPskh/2r	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	LUVISOL	Esquelético	Endoléptico	LEPTOSOL	N	Endoesquelético
RGsklep+LVsklen/1r	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	LUVISOL	Epiesquelético	Endoléptico	N	N	N
RGsklep+UMsklep/2r	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	UMBRISOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N
UMsklep+LPumsk/2R	UMBRISOL	Esquelético	Epiléptico	LEPTOSOL	Umbrico	Esquelético	N	N	N

Mientras que a nivel AI solo se encuentran 4 tipos de suelo:

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-41. Tipos de suelo presentes en el AI**

Clave (WRB)	Suelo Dominante (G1)	Calificador Secundario del G1	Calificador Primario del G1	Suelo Secundario (G2)	Calificador Secundario del G2	Calificador Primario del G2	Suelo Terciario (G3)	Calificador Secundario del G3	Calificador Primario del G3
LPeuli+RGeulep+LPeusk/2r	LEPTOSOL	Éutrico	Lítico	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético
LVablep+LPIi/2R	LUVISOL	Álbico	Epiléptico	LEPTOSOL	N	Lítico	N	N	N
PHIvlen+CMsklen+LVcrsk/2	PHAEZEM	Lúvico	Endoléptico	CAMBISOL	Esquelético	Endoléptico	LUVISOL	Crómico	Esquelético
RGsklep+UMsklep/2r	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	UMBROL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N

Respecto al sitio del proyecto, se encontraron 1 tipos de suelo, mismos que se describen a continuación:

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-42. Tipos de suelo presentes en el sitio**

Clave (WRB)	Suelo Dominante (G1)	Calificador Secundario del G1	Calificador Primario del G1	Suelo Secundario (G2)	Calificador Secundario del G2	Calificador Primario del G2	Suelo Terciario (G3)	Calificador Secundario del G3	Calificador Primario del G3
LVablep+LPIi/2R	LUVISOL	Álbico	Epiléptico	LEPTOSOL	N	Lítico	N	N	N

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS PRINCIPALES

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

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

**LUVISOLES.** Los Luvisoles son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que lleva a un horizonte subsuperficial árgico. Los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad en todo el horizonte árgico y alta saturación con bases a ciertas profundidades. Connotación: Suelos con una diferenciación pedogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre un suelo superficial con menor y un subsuelo con mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y una alta saturación con bases a alguna profundidad; del latín luere, lavar. Material parental: Una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciario, y depósitos eólicos, aluviales y coluviales. Ambiente:

Principalmente tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas frescas y cálidas (e.g. Mediterráneas) con estación seca y húmeda marcadas. Desarrollo del perfil: Diferenciación pedogenética del contenido de arcilla con un bajo contenido en el suelo superficial y un contenido mayor en el subsuelo sin lixiviación marcada de cationes básicos o meteorización avanzada de arcillas de alta actividad; los Luvisoles muy lixiviados pueden tener un horizonte eluvial álbico entre el horizonte superficial y el horizonte subsuperficial árgico, pero no tienen las lenguas albelúvicas de los Albeluvisoles. **Suelo que tiene un incremento de acumulación de arcilla en el subsuelo (horizonte Árgico) y una capacidad de intercambio catiónico mayor de 24 cmol/kg de arcilla en todo su espesor.**

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

**REGOSOLES.** Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Connotación: Suelos débilmente desarrollados en material no consolidado; del griego rhexos, manta. Material parental: material no consolidado de grano fino. Ambiente: Todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas. Los Regosoles son particularmente comunes en áreas áridas (incluyendo el trópico seco) y en regiones montañosas. Desarrollo del perfil: Sin horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo, e.g. debido a la aridez. **Suelo muy poco desarrollado, muy parecido al material de origen.**

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

#### DESCRIPCIÓN DE LOS CALIFICADORES

1. **Álbico (ab):** que tiene un horizonte álbico que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo. El horizonte álbico (del L. albus, blanco) es un horizonte subsuperficial de color claro del cual han sido removidos la arcilla y óxidos de hierro libres, o en el cual los óxidos han sido segregados a tal grado que el color del horizonte está determinado por el color de las partículas de arena y limo más que por los revestimientos de estas partículas.
2. **Calcárico (ca):** que tiene material calcárico entre 20 y 50 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.
3. **Crómico (cr):** que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más

de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.

4. **Dístrico (dy):** que tiene una saturación con bases (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M) menor de 50 por ciento en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o, en Leptosoles, en una capa, de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua, si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
5. **Esquelético (sk):** que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.
  - Endoesquelético (skn):** que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.
  - Epiesquelético (skp):** que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo.
6. **Éútrico (eu):** que tiene una saturación con bases (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
7. **Fíbrico (fi):** que tiene, después de frotado, dos tercios o más (en volumen) del material orgánico consistente de tejido vegetal reconocible dentro de 100 cm de la superficie del suelo (sólo en Histosoles).
8. **Fólico (fo):** que tiene un horizonte fólico que comienza dentro de 40 cm de la superficie del suelo.
9. **Húmico (hu):** que tiene el siguiente contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado: en Ferralsoles y Nitisoles, 1.4 por ciento o más hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo mineral; en Leptosoles en los que aplica el calificador Hiperesquelético, 2 por ciento o más hasta una profundidad de 25 cm desde la superficie del suelo mineral; en otros suelos, 1 por ciento o más hasta una profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral.
10. **Léptico (le):** que tiene roca continua que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.
  - Endoléptico (nl):** que tiene roca continua que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.
  - Epiléptico (el):** que tiene roca continua que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.
11. **Lítico (li):** que tiene roca continua que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo (sólo en Leptosoles).
12. **Lúvico (lv):** que tiene un horizonte árgico que tiene una CIC (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M) de 24 cmolc kg<sup>-1</sup> arcilla o más en todo su espesor o hasta una profundidad de 50 cm debajo de su límite superior, lo que esté a menor profundidad, ya sea comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo o dentro de 200 cm de la superficie del suelo, si el horizonte árgico tiene por encima textura de arenoso franco o más gruesa en todo su espesor, y que tiene una saturación con bases (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 50 and 100 cm de la superficie del suelo.
13. **Mólico (mo):** que tiene un horizonte mólico.
14. **Sódico (so):** que tiene 15 por ciento o más Na más Mg intercambiables en el complejo de intercambio dentro de 50 cm de la superficie del suelo en todo el espesor.
15. **Úmbrico (um):** que tiene un horizonte úmbrico: el horizonte úmbrico (del latín umbra, sombra) es un horizonte superficial grueso, de color oscuro, con baja saturación con bases y contenido moderado a alto de materia orgánica.

#### IV.2.2. 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 Otáez, 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-43. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-44. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-45. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-46. 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, 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.	0.11
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, ciclista, 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-47. Valor de la erosión hídrica estimada (EH) en el Sa.**

Textura	Precipitación (mm)	PECRE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	EH
Media	978.60	166.92	172.90	1.05	0.30	11.00	0.11	67.58

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 **alta**, ya que se pueden llegar a perder hasta **67.58 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 ( $t\ ha^{-1}\ año^{-1}$ ),  $IAVIE$  = 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-48. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-49. 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:

$$CATEX = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tipo}_{\text{Suelo}_i} * C_i}{i_{\text{total}}}$$

donde;  $\text{Tipo}_{\text{Suelo}_i}$  = superficie que cubre el  $i$ -ésimo tipo de suelo (ha),  $C_i$  = calificación asignada para el  $i$ -ésimo tipo de suelo (adimensional) y  $Sup_{\text{total}}$  = 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:

$$CAUSO = \frac{\sum_{i=1}^n i_{Vegi} * C_i}{i_{total}}$$

donde;  $Sup\_veg_i$  = superficie que cubre el  $i$ -ésimo tipo de vegetación o uso de suelo (ha),  $C_i$  = 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-50. Tasa de erosión eólica estimada para el SA.**

Precipitación (mm)	PECRE	IAVIE	CATEX	CAUSO	Ee
978.60	166.92	32.964	1.8	0.3	14.5

*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 **14.5 ton/ha/año**, considerándose **ligera** de acuerdo a la clasificación del cuadro siguiente.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-51. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-52. Ubicación del AI en el sistema hidrológico nacional.**

Región hidrológica	(10) Sinaloa
Cuenca	(B) San Lorenzo
Subcuenca	(b) Río de Los Remedios
Microcuenca	San José de Bacis

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

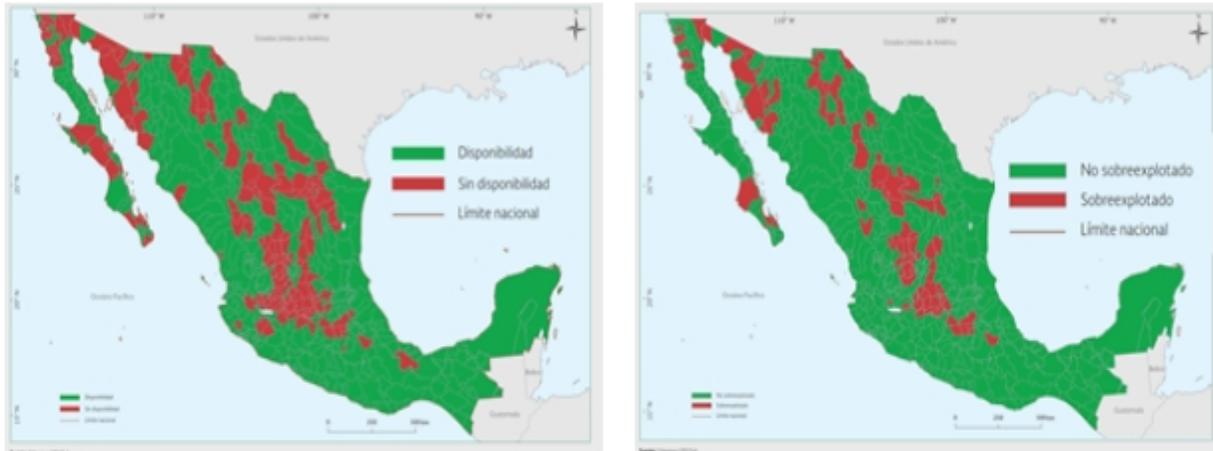
**Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-13. Ubicación del SA en el contexto hidrológico.**

##### 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.

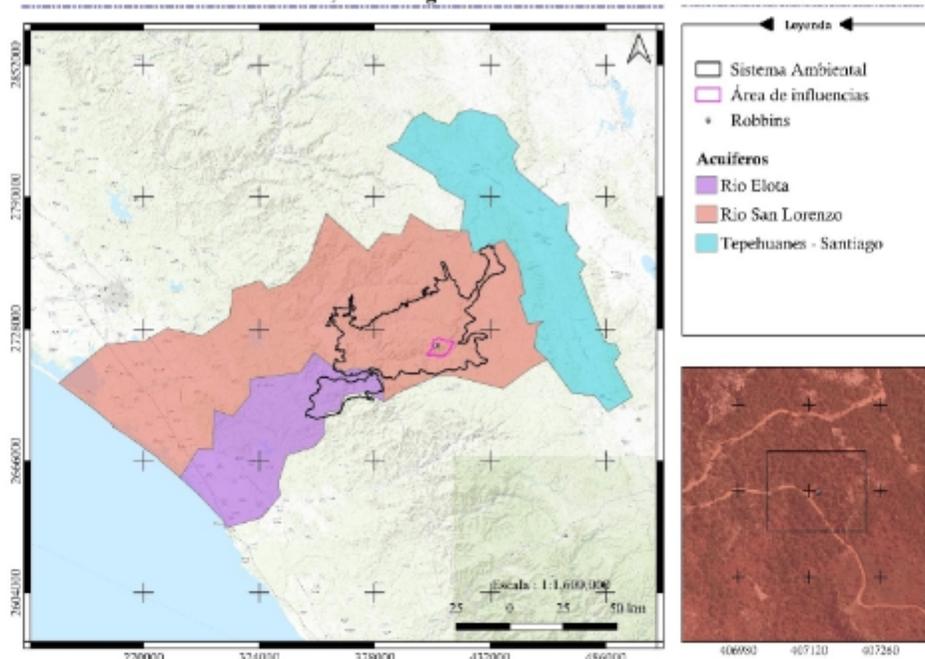
Según datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Río San Lorenzo es de 133.709 millones de metros cúbicos, con un volumen de extracción anual de 153.6 millones de metros cúbicos, lo que indica un déficit de 19.890 millones de metros 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-14. 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 San Lorenzo (2505), el cual NO figuran como acuíferos de condiciones de déficit.



**Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-15. 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.

**a) Hidrología superficial**

De acuerdo a la delimitación hidrológica administrativa de la CONAGUA, el SA pertenece a la Región III Pacífico Norte. Los principales escurrimientos dentro del SA por subcuenca se detallan en el cuadro siguiente:

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-53. Descripción de los principales ríos y arroyos en el SA por subcuenca**

Subcuenca	Principales ríos y arroyos		
Río Verde	Arroyo del Rincón		
Río Habitas	Arroyo San Rafael Arroyo de la Palma	Arroyo Los Amoles	Arroyo Los Cimientos
Río Elota	Arroyo La Boquilla		
Río de los Remedios	Arroyo Cebadillas Arroyo Comostita Arroyo de Huajupa Arroyo del Rancho Arroyo El Caballo Arroyo El Muerto Arroyo El Potrero Arroyo El Sobaco Arroyo Hondo Arroyo La Higuera Arroyo La Quebrada Arroyo Los Algodones Arroyo Los Otates Arroyo Monte Grande	Arroyo Coanas Arroyo Corpus Arroyo de la Cueva Arroyo del Tecolote Arroyo El Chapalote Arroyo El Palmito Arroyo El Sacrificio Arroyo El Verano Arroyo La Candelaria Arroyo La Mesa Arroyo La Sidra Arroyo Los Arrayanes Arroyo Los Pinitos Arroyo Moytos	Arroyo Coapa Arroyo Cueva La Moscas Arroyo de las Trojas Arroyo El Arenal Huinor Arroyo El Chirimoyo Arroyo El Pino Arroyo El Salto Arroyo Grande Arroyo La Cupia Arroyo La Presa Arroyo Las Truchas Arroyo Los Lobos Arroyo Los Tabacotes Arroyo Quinivas

Subcuenca	Principales ríos y arroyos		
	Arroyo Reyes	Arroyo Santa Fe	Arroyo Santiago de Bozos
	Arroyo Santiago de los Bozos	Arroyo Turula	Arroyo Tomates
	Arroyo Truchas	Río Presidio	Río de los Remedios
	Río Los Fresnos		
Quebrada de las Vueltas	Arroyo San Gregorio	Arroyo San Julián	Arroyo Dos Pirames
	Arroyo La Canal	Arroyo Las Boquillas	Arroyo El Gentil
	Arroyo La Caguitienta	Arroyo Santa Clara	Arroyo El Cardo
	Arroyo San Ramón	Río de las Vueltas	
Quebrada de San Gregorio	Arroyo Santa Efigenia	Arroyo Zapotillo	Arroyo Vinolar
	Arroyo Hondo		

A nivel **AI** las corrientes superficiales de inferencia son: Río de los Remedios y corrientes intermitentes que desembocan en el mismo que no cuentan con nomenclatura. En el Anexo 3.1 b se muestra el análisis de los rasgos hidrológicos a nivel AI a escala mayor.

**En el sitio seleccionado para la ubicación del Robbins no se identifican corrientes superficiales.**

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

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

En el SA se cuenta con un punto de muestreo de la variable  $\text{DBO}_5$  cuya categoría es **excelente**, ya que su valor es 1.

La **demanda química de oxígeno (DQO)** es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios **químicos** que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de **oxígeno** diatómico por litro (mg  $\text{O}_2/\text{l}$ ). 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 ( $\text{DQO} > 200$ ).

En el SA se cuenta con un punto de muestreo de la variable DQO cuya categoría es **excelente**, ya que su valor es 8.89.

**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 ( $\text{SST} \leq 25$ ), buena calidad ( $\text{SST} > 25 \leq 75$ ), aceptable ( $\text{SST} > 75 \leq 150$ ), contaminada ( $\text{SST} > 150 \leq 400$ ) y fuertemente contaminada ( $\text{SST} > 400$ ).

En el SA se cuenta con un punto de muestreo de la variable SST cuya categoría es **excelente**, ya que su valor es 5.

En la figura siguiente se muestra la distribución de la calidad del agua en función de los diferentes parámetros con los que cuenta la CONAGUA:

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

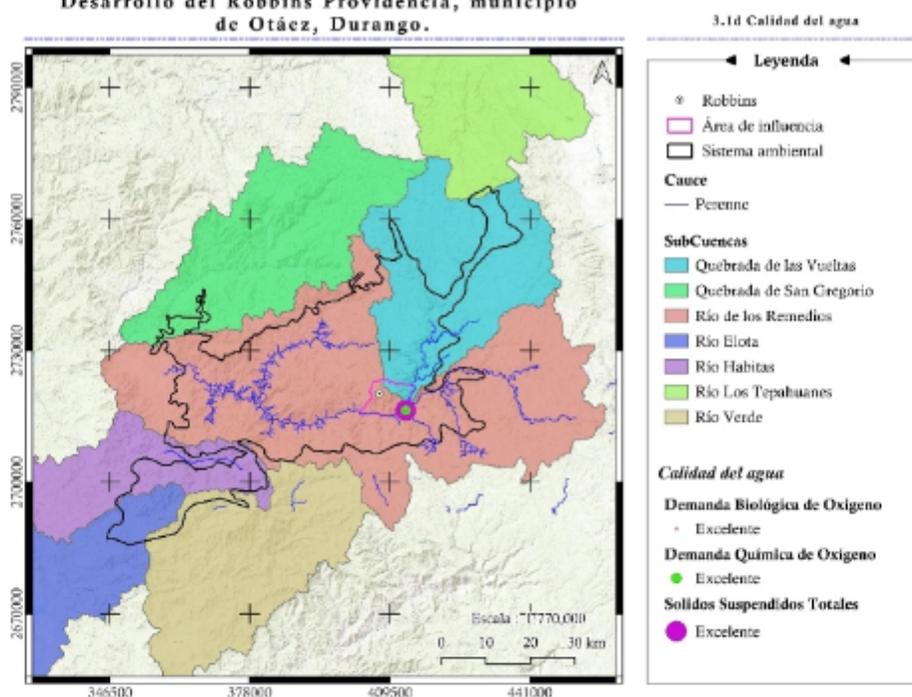


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-16. Calidad del agua en el contexto hidrológico local.

#### 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-54. Tipos de vegetación del SA.

Clave	Tipo de vegetación / uso del suelo	Superficie (ha)	Superficie (%)
TA	Agricultura de temporal anual	2 037.9	0.8
ADV	Área desprovista de vegetación	80.0	0.0
BQ	Bosque de encino	14 073.4	5.5
BQP	Bosque de encino-pino	27 213.8	10.6
BP	Bosque de pino	108 074.1	42.2
BPQ	Bosque de pino-encino	6 978.5	2.7
BM	Bosque mesófilo de montaña	432.3	0.2
PI	Pastizal inducido	1 313.4	0.5
SBC	Selva baja caducifolia	53 487.8	20.9
VSA/BQ	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	2 874.8	1.1
VSA/BP	Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	423.2	0.2
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	2 863.5	1.1
VSa/BQP	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	3 292.4	1.3
VSa/BP	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	30 520.4	11.9
VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	2 013.5	0.8
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	619.3	0.2
<b>Total</b>		<b>256 298.3</b>	

Los grupos de vegetación se distribuyen en el SA en función de la altitud, temperatura y humedad principalmente. Los bosques de pino y encino se encuentran en las zonas más altas, cercanas al parteaguas, mientras que los bosques mesófilos de montaña se limitan a unas pocas áreas al suroeste del SA, así como las selvas bajas caducifolias. Los pastizales inducidos se encuentran en las partes bajas del norte y noreste del SA, la agricultura se practica en las áreas norte y noreste del SA. La distribución de los tipos de vegetación y su uso se muestra en el plano del **Anexo 4.1**, y a continuación se describen sus principales características.

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

**Agricultura de Temporal (TA).** Son áreas destinadas al cultivo de granos (maíz y frijol) principalmente, pero también se pueden encontrar áreas para el cultivo temporal de avena, alfalfa, etc.

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

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

**Bosque de Pino. (BP).** Comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo el país. Las áreas de mayor importancia se localizan en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico. Los climas donde se desarrolla son templados y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual que varía de los 6 a 28 °C, y una precipitación anual que oscila entre 350 a 1 200 mm. Se localiza desde los 150 m de altitud hasta los 4 200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea. Con una pendiente que va de los 10 a 75%, se les puede encontrar en diferentes exposiciones, pero prefieren las que están orientadas hacia el norte. Los pinares se establecen sobre rocas ígneas, gneis y esquistos, así como lutitas, areniscas y calizas, aunque sobre estas últimas con mucho menos frecuencia. Se localizan sobre suelos cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, regosoles, umbrisoles, entre otros. Estos bosques están dominados por diferentes especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, los pinares tienen un estrato inferior relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes gramíneas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Los árboles de pino poseen hojas perennifolias, con una época de floración y fructificación heterogénea, debido a las diferentes condiciones climáticas que presenta.

**Bosque de Pino-Encino (BPQ).** Son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. En climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28 °C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales. Su mayor distribución se localiza entre los 1 200 a 3 200 m, aunque se les puede encontrar a menor altitud. La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. Se establecen en sustrato ígneo y menor proporción sedimentaria y metamórfica, sobre suelos someros, profundos y rocosos como cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros. Alcanzan alturas de 8 hasta los 35 m, las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus* spp.) y encino (*Quercus* spp.); pero con dominancia de las primeras. La

transición del bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal. Son árboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año. Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de distribución.

**Bosque Mesófilo de Montaña (BM).** Su distribución en México es limitada, en la vertiente del Pacífico es más dispersa la distribución, desde el Norte de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán. Fisonómicamente es un bosque denso que se desarrolla en regiones de relieve accidentado y laderas de pendiente pronunciada, es frecuente encontrarlo en cañadas protegidas de los vientos y fuerte insolación, en altitudes entre 800 a 2 700 m, donde se forman las neblinas durante casi todo el año, en zonas con una precipitación media anual superior a los 1000 mm y con una temperatura media anual que varía de 12 a 23 °C. El clima más característico es el Cf, aunque en ocasiones prospera en climas Af, Am, y aún Aw y Cw. Se desarrolla en sustratos de caliza y sobre laderas de cerros andesíticos y basálticos, en suelos someros o profundos, con abundante materia orgánica en los horizontes superiores, generalmente ácidos y húmedos durante todo el año. El Bosque Mesófilo de Montaña posee estructura, afinidad florística y composición de especies muy diversa, en México se caracteriza por presentar en su dosel una composición de especies donde predominan árboles de hoja perenne y caducifolios de clima templado con alturas de 10 a 25 m y aún mayores.

**Pastizal Inducido (PI).** Esta comunidad dominada por gramíneas o gramínoideas aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal. **De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez perturbados los bosques de pino y de encino, característicos de las zonas montañosas de México.**

**Selva Baja Caducifolia (SBC).** Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta en BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28 °C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*. El estrato arbóreo es muy variado y considera copales, ceibas, acacias, entre otras.

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

- **Vegetación primaria:** Es aquella en la que la vegetación no presenta alteración significativa o la degradación no es tan manifiesta.
- **Vegetación secundaria:** Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

A nivel **AI** los tipos de uso y vegetación que se presentan son los siguientes:

<b>Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-55. Tipos de vegetación a nivel AI</b>				
Clave	Descripción	Superficie (ha)	Superficie (%)	
ADV	Área desprovista de vegetación	80.0	1.9	
BP	Bosque de pino	736.8	17.8	

SBC	Selva baja caducifolia	1 730.7	41.8
VSA/BQ	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	1 597.2	38.5
<b>Total</b>		<b>4 144.6</b>	

Para mayor detalle se puede consultar el **Anexo 4.1** en donde se describen a detalle 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 secundaria arbórea de bosque de encino se caracteriza por estar compuesta principalmente por individuos jóvenes o rebotes de especies del género *Quercus*, que se desarrollan tras procesos de perturbación natural o antrópica, como incendios, tala o pastoreo. Estos árboles suelen alcanzar alturas entre 6 y 12 metros y presentan una copa densa con hojas coriáceas, muchas veces perennes o semipersistentes, que les permiten reducir la pérdida de agua por transpiración. El estrato arbóreo está dominado por especies como *Quercus rugosa*, *Quercus sideroxylla* y *Quercus grisea*, acompañadas por elementos secundarios como *Arbutus spp.* (madroños) y *Pinus spp.* jóvenes en sitios con mayor altitud. El sotobosque incluye arbustos como *Rhus virens* y *Ceanothus spp.*, así como herbáceas estacionales que emergen con las lluvias. Este tipo de vegetación se establece sobre suelos profundos a moderadamente profundos, de textura media, con buen drenaje y una capa orgánica moderada, y se adapta a un clima templado subhúmedo con lluvias concentradas en verano. La vegetación secundaria conserva funciones ecológicas importantes como la retención de suelo, la recarga de acuíferos y la provisión de hábitat para fauna, aunque presenta una estructura menos compleja y menor diversidad florística respecto al bosque maduro. El componente florístico fue identificado mediante muestreos de campo y las principales especies en función de su abundancia y distribución son las siguientes.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-56. Especies identificadas en el sistema ambiental.**

Estrato	Especie	Nombre común	Total	NOM-059	CITES	Endemismo
Arbóreo	<i>Alvaradoa amorphoides liebm</i>	Sombrilla	5	Sc	Sc	No endémica
	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	2	Sc	Sc	No endémica
	<i>Bursera simaruba</i>	Papelillo	1	Sc	Sc	No endémica
	<i>Celtis iguanaea</i>	Bainoro	11	Sc	Sc	No endémica
	<i>Erythrina flabelliformis</i>	Colorín	1	Sc	Sc	No endémica
	<i>Ipomoea arborescens</i>	Palo blanco	96	Sc	Sc	No endémica
	<i>Juniperus deppeana</i>	Tazcate	1	Sc	Sc	No endémica
	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Mauto	4	Sc	Sc	No endémica
	<i>Pinus arizonica</i>	Pino blanco	1	Sc	Sc	No endémica
	<i>Pinus chihuahuana</i>	Pino	137	Sc	Sc	No endémica
	<i>Pinus douglasiana</i>	Pino	1	Sc	Sc	No endémica
	<i>Pinus leiophylla</i>	Pino	3	Sc	Sc	No endémica
	<i>Pinus lumholtzii</i>	Pino triste	2	Sc	Sc	No endémica
	<i>Pinus teocote</i>	Pino	14	Sc	Sc	No endémica
	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	24	Sc	Sc	No endémica
	<i>Psidium sartorianum</i>	Arrayán	19	Sc	Sc	No endémica
	<i>Quercus arizonica</i>	Encino	127	Sc	Sc	No endémica
	<i>Quercus coccolobifolia</i>	Encino	5	Sc	Sc	No endémica
	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino	32	Sc	Sc	No endémica
	<i>Quercus eduardii</i>	Encino	12	Sc	Sc	No endémica
<i>Quercus laeta</i>	Encino	49	Sc	Sc	No endémica	
<i>Quercus rugosa</i>	Encino	48	Sc	Sc	No endémica	
<i>Quercus viminea</i>	Encino	18	Sc	Sc	No endémica	
Arbustivo	<i>Acaciella angustissima</i>	Carboncillo	4	Sc	Sc	No endémica

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

	<i>Agave durangensis</i>	Maguey	16	Sc	Sc	No endémica
	<i>Agave parryi</i>	Maguey	6	Sc	Sc	No endémica
	<i>Agave scabra</i>	Maguey cenizo	4	Sc	Sc	No endémica
	<i>Agave vilmoriniana</i>	Maguey pulpo	3	Sc	Sc	No endémica
	<i>Antigonon leptopus</i> Hook	Enredadera	1	Sc	Sc	No endémica
	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	1	Sc	Sc	No endémica
	<i>Bacharis salicifolia</i>	Tacote	37	Sc	Sc	No endémica
	<i>Buddleja cordata</i>	Encinilla	4	Sc	Sc	No endémica
	<i>Buddleja parviflora</i>	Tepozan	1	Sc	Sc	No endémica
	<i>Ceanothus buxifolius</i>	Guasapol	1	Sc	Sc	No endémica
	<i>Dasyliirion wheeleri</i>	Sotol	6	Sc	Sc	No endémica
	<i>Ditrysinia fruticosa</i>	Palo Malo	2	Sc	Sc	No endémica
	<i>Dodonaea viscosa</i>	Jarilla	19	Sc	Sc	No endémica
	<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	Vara de leche	1	Sc	II	No endémica
	<i>Minthostachys mollis</i>	Poleo	3	Sc	Sc	No endémica
	<i>Montanoa grandiflora</i>	Tacote	9	Sc	Sc	No endémica
	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	39	Sc	Sc	No endémica
	<i>Vachellia pennatula</i>	Espino	2	Sc	Sc	No endémica
	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache	1	Sc	Sc	No endémica
Cactáceo	<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga	1	Pr	II	No endémica
	<i>Mammillaria gummifera</i>	Biznaga	3	Sc	Sc	No endémica
	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga heyderi	16	Sc	II	No endémica
	<i>Mammillaria senilis</i>	Biznaga cabeza de viejo	1	A	II	No endémica
	<i>Opuntia durangensis</i>	Nopal	1	Sc	II	No endémica
	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	8	Sc	II	No endémica
	<i>Opuntia rastrea</i>	Nopal rastrero	12	Sc	II	No endémica
Herbáceo	<i>Aristida divaricata</i>	Zacate pajón	16	Sc	Sc	No endémica
	<i>Artemesia mexicana</i>	Estafiate	4	Sc	Sc	No endémica
	<i>Bahiopsis deltoidea</i>	Tajonal	5	Sc	Sc	No endémica
	<i>Bouteloua gracilis</i>	Zacate navajita	9	Sc	Sc	No endémica
	<i>Carduus nutans</i>	Cardo pendiente	4	Sc	Sc	Exótica
	<i>Cnidoscolus texanus</i>	Mala mujer	1	Sc	Sc	No endémica
	<i>Cosentinia vellea</i>	Helechillo	25	Sc	Sc	No endémica
	<i>Crocantemum glomeratum</i>	Hierba de la gallina	1	Sc	Sc	No endémica
	<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate liendrilla	8	Sc	Sc	No endémica
	<i>Fragaria vesca</i>	Fresa silvestre	2	Sc	Sc	No endémica
	<i>Hymenocallis occidentalis</i>	Lirio blanco	10	Sc	Sc	No endémica
	<i>Malva sylvestris</i>	Malva	8	Sc	Sc	No endémica
	<i>Oxalis pes-caprae</i>	Agrillos	1	Sc	Sc	Exótica
	<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho	5	Sc	Sc	No endémica
	<i>Rubus fruticosus</i>	Zarza	1	Sc	Sc	No endémica
	<i>Salvia fulgens</i>	Mirto	2	Sc	Sc	No endémica
	<i>Senecio spartioides</i>	Flor amarilla	6	Sc	Sc	No endémica
	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	13	Sc	Sc	No endémica
Rosetaceo	<i>Agave durangensis</i>	Maguey	16	Sc	Sc	No endémica
	<i>Agave parryi</i>	Maguey	6	Sc	Sc	No endémica

<i>Agave scabra</i>	Maguey cenizo	4	Sc	Sc	No endémica
<i>Agave vilmoriniana</i>	Maguey pulpo	3	Sc	Sc	No endémica
<i>Dasyliirion wheeleri</i>	Sotol	6	Sc	Sc	No endémica

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.

##### 1. *Quercus rugosa* (encino negro)

Árbol dominante en zonas templadas, con madera dura y resistente utilizada en la elaboración de postes, carbón vegetal y leña. Sus bellotas también son aprovechadas como forraje para el ganado.

##### 2. *Quercus sideroxylla* (encino colorado)

Especie valiosa por su madera densa, que se utiliza como combustible y en construcciones rurales. Tiene potencial para reforestación y restauración ecológica.

##### 3. *Quercus grisea* (encino gris)

Su madera se emplea principalmente como leña y carbón. Se adapta bien a suelos pobres, lo que la hace útil en programas de restauración en áreas degradadas.

##### 4. *Arbutus xalapensis* (madroño)

Árbol de madera dura y decorativa, usada para muebles finos y artesanías. Su corteza tiene aplicaciones medicinales tradicionales y sus frutos son comestibles, aunque poco aprovechados comercialmente.

##### 5. *Pinus cembroides* (pino piñonero)

Aunque no es una especie dominante en vegetación secundaria, puede estar presente en estadios de recuperación. Produce piñones comestibles con alto valor económico y cultural, además de resina y madera ligera.

##### 6. *Juniperus deppeana* (táscate o enebro rojo)

Arbusto o árbol de madera aromática, utilizada en carpintería menor y como leña. Sus frutos son empleados en medicina tradicional y como condimento.

7. *Rhus virens* (lantrisco o zumaque silvestre)

Arbusto común en el sotobosque, cuyas hojas y tallos tienen uso medicinal. Además, sirve como barrera natural y para control de erosión por su hábito de crecimiento denso.

8. *Ceanothus spp.* (ceanotos o lilas silvestres)

Arbustos con potencial ornamental y propiedades para fijación de nitrógeno, útiles en procesos de restauración ecológica. Algunas especies tienen usos en medicina tradicional.

9. *Ageratina adenophora* (hierba de San Nicolás)

Aunque considerada maleza en algunos contextos tiene aplicaciones en medicina tradicional y su capacidad de colonización rápida le otorga valor en procesos de revegetación temporal.

#### 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 no se identificaron especies, sin embargo, en el sistema ambiental se pueden identificar diversas especies enlistadas en el cuadro siguiente:

**Tabla Error: no se encontró el origen de la referencia-1. Especies con potencial distribución en el SA**

Estrato	Especie	Nombre común	Estatus
Cactáceo	<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga Barril de Acitrón	<i>Sujeta a protección especial</i>
	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga China	<i>Sujeta a protección especial</i>
	<i>Mammillaria senilis</i>	Biznaga Cabeza de Viejo	<i>Amenazada</i>
	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal Rastrero	<i>Sujeta a protección especial</i>
Rosetáceo	<i>Agave durangensis</i>	Maguey Cenizo	<i>Sujeta a protección especial</i>
	<i>Agave vilmoriniana</i>	Amole	<i>Sujeta a protección especial</i>
	<i>Dasylinion wheeleri</i>	Sotol de Desierto	<i>Sujeta a protección especial</i>

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**

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).

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

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

Además, la máxima diversidad ( $H'$  max) se evaluó con el logaritmo natural de  $s$  y la equidad ( $J$ ) se estimó con el índice de Pielou's evenness (1969);  $J = S / \ln(H')$ .

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 Error: no se encontró el origen de la referencia-57. 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	$H'$	$H'_{Max}$	J
Arbustivo	<i>Dodonaea viscosa</i>		1	93.8	91.8	50.0	235.5	2	0.14	0.12	0.23	0.69	0.34
	<i>Juniperus deppeana</i>		1	6.3	8.2	50.0	64.5						
Herbácea	<i>Ceanothus spp</i>		9	100.0	100.0	100.0	300.0	1	0.00				
	<i>Alnus acuminata</i>		1	2.3	1.5	11.1	14.9	9	1.00	0.80	1.83	2.20	0.83
Árboreo	<i>Arbutus madrensis</i>		15	2.3	0.0	11.1	13.4						
	<i>Arbutus tessellata</i>		1	20.5	71.7	11.1	103.2						
	<i>Pinus engelmannii</i>		6	13.6	3.1	11.1	27.8						
	<i>Pinus leiophylla</i>		3	6.8	0.9	11.1	18.9						
	<i>Pinus teocote</i>		3	6.8	2.4	11.1	20.4						
	<i>Quercus convallata</i>		5	11.4	6.1	11.1	28.6						
	<i>Quercus crassifolia</i>		15	34.1	12.0	11.1	57.2						
	<i>Quercus sideroxylla</i>		1	2.3	2.2	11.1	15.6						

#### IV.2.3.6. Fauna

La información referente al estado actual de la fauna silvestre en los ecosistemas forestales 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 los siguientes.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-58. Listado de especies de fauna silvestre identificadas en el sistema ambiental.**

Nombre científico	Nombre común	NOM-069	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
<b>AVES</b>									
<i>Rhyncopsitta pacchyrhyncha</i>	Cotona-semana occidental	P	Endémica	Residente	Común	Gregaria	Frugívora	Bosques secos y bosques de coníferas de la región de la Sierra Madre Occidental, especialmente en zonas rocosas y áridas.	1,200-2,200
<i>Ardea militaris</i>	Guacamaya verde	P	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Frugívora	Bosques tropicales y subtropicales, principalmente en áreas montañosas y valles de México y América Central.	1,000-2,200
<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	A	No endémica	Residente/ Migratoria	Frecuente	Variable	Carnívora	Montañas, praderas abiertas, áreas de acantilados y bosques de montaña, tanto en regiones templadas como subtropicales.	600-4,000
<i>Buteo albonotatus</i>	Águila aurá	PR	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Carnívora	Árido	600-2,400
<i>Campophylus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	PR	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Bosques tropicales y subtropicales, principalmente en áreas montañosas.	800-2,000
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	PR	No endémica	Residente/ Migratoria	Frecuente	Variable	Carnívora	Bosques templados, bosques de coníferas y áreas suburbanas.	300-2,600
<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote nortño	PR	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Omnívora	Bosques de hoja caduca, bosques mixtos y praderas.	300-2,000
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	PR	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Carnívora	Acantilados, zonas urbanas y áreas abiertas.	0-4,000
<i>Nyctiphrynus oiceodiv</i>	Tapacamino prio	PR	Endémica	Residente/ Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Matorrales áridos, bosques secos y zonas de vegetación espinosa.	800-1,600
<i>Streptoprocne semicollaris</i>	Vencejo nuca blanca	PR	Endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques tropicales, áreas abiertas y zonas cercanas a cuerpos de agua.	1,000-2,600
<i>Gallinago delicata</i>	Agachona común	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Zonas húmedas, marismas, praderas y humedales.	0-2,600
<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	SC	No endémica	Residente/ Migratoria	Frecuente	Variable	Carnívora	Praderas, matorrales y áreas semiáridas.	0-2,000
<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelís chirito	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Frugívora	Bosques caducifolios, bosques mixtos y áreas de arbustos.	0-2,600
<i>Spiza americana</i>	Arocerro americano	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Granívora	Praderas, campos agrícolas y áreas de pastizales.	0-1,600
<i>Attila spadiceus</i>	Atiá	SC	No endémica	Residente/ Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Bosques tropicales, matorrales y zonas arbustivas.	1,200-2,600
<i>Atlapetes pileatus</i>	Atlapetes gorra rufa	SC	Endémica	Residente	Común	Gregaria	Omnívora	Bosques de montaña, matorrales y áreas de vegetación densa.	2,000-3,000
<i>Sialia mexicana</i>	Ázulejo garganta azul	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora y frugívora	Bosques abiertos, áreas de matorrales y praderas.	0-3,000
<i>Icterus bullockii</i>	Bolsero calandria	SC	Semiendémica	Residente/ Migratoria	Frecuente	Variable	Omnívora	Bosques secos, áreas de matorrales y zonas de transición entre bosques y praderas.	0-1,800
<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Omnívora	Bosques secos, matorrales y áreas de vegetación semiárida.	1,000-2,600
<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Bosques tropicales, selvas húmedas y áreas de vegetación densa.	0-2,600
<i>Coccyz melanerterus</i>	Cocci mexicano	SC	Cuasiendémica	Residente/ Migratoria	Frecuente	Variable	Frugívora e insectívora	Bosques tropicales y subtropicales, principalmente en áreas de vegetación densa y bordes de selvas.	1,000-2,000

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

<i>Himantopus mexicanus</i>	Candeleiro americano	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora y piscívora	Zonas húmedas, marismas, lagunas y costas.	0-2,500
<i>Polygonus cinereus</i>	Capulínero gris	SC	Casiendémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Frugívora e insectívora	Bosques tropicales y subtropicales secos, zonas de matorrales y áreas montañosas.	1,200-2,500
<i>Poecile slateri</i>	Carbonero mexicano	SC	Casiendémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora y granívora	Bosques de pino y encino, matorrales y zonas montañosas.	1,600-2,600
<i>Cardinalis spp</i>	Cardenal rojo	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Omnívora	Bosques, matorrales, áreas suburbanas y jardines.	0-2,000
<i>Mimus polyglottos</i>	Certazonte norteño	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Omnívora	Zonas abiertas, matorrales, praderas y áreas urbanas.	0-2,000
<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara crestada	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Omnívora	Bosques de coníferas, bosques mixtos y áreas montañosas.	0-3,000
<i>Myioborus pictus</i>	Chipe ala blanca	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Bosques tropicales y subtropicales de montaña, áreas de matorrales y zonas densamente vegetadas.	1,000-2,600
<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora y frugívora	Bosques húmedos, matorrales y áreas de vegetación densa, especialmente en zonas cercanas a cuerpos de agua.	0-3,000
<i>Dendroica occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques de coníferas, bosques mixtos y áreas montañosas de climas templados.	1,000-2,400
<i>Myioborus miniatus</i>	Chipe de montaña	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Bosques tropicales y subtropicales de montaña, áreas de vegetación densa y matorrales.	1,600-2,600
<i>Euthlypis lachrymose</i>	Chipe de roca	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Bosques tropicales y subtropicales, áreas de matorrales y zonas de vegetación densa.	1,600-2,600
<i>Ergaticus ruber</i>	Chipe rojo	SC	Endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques secos, matorrales y zonas de vegetación espinosa.	1,200-2,200
<i>Seiurus eurocephala</i>	Chipe suelero	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Bosques caducifolios y mixtos, áreas de vegetación densa cercanas a cuerpos de agua.	0-2,000
<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Bosques húmedos, zonas de vegetación densa y áreas de matorrales.	0-2,000
<i>Catherpes mexicanus</i>	Chivirín barranqueño	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Zonas rocosas, matorrales y cañones secos, principalmente en áreas montañosas.	1,000-2,600
<i>Chondestes vociferus</i>	Chorlo tildio	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Playas, marismas, estuarios y áreas de campos abiertos cercanos a agua.	0-2,500
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Áreas abiertas, praderas y campos agrícolas, especialmente durante la temporada de migración.	0-2,500
<i>Sphyrapicus thyroideus</i>	Chupasavia oscuro	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques de coníferas y mixtos, especialmente en zonas montañosas.	1,000-2,600
<i>Phalaropus lobatus</i>	Comorán oliváceo	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Piscívora	Zonas costeras, lagos, estuarios y cuerpos de agua dulce.	0-1,800
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Omnívora	Zonas áridas, desérticas y matorrales semiáridos.	0-2,000
<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero pico largo	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora y molusquívora	Humedales, marismas, lagunas y áreas costeras.	0-2,500
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Omnívora	Bosques, montañas, escabellados y zonas urbanas.	0-4,000
<i>Taxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Matorrales áridos, bosques secos y áreas de vegetación espinosa.	0-2,500
<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino pinto	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Omnívora	Zonas urbanas, campos agrícolas y praderas.	0-2,500
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Matorrales, áreas abiertas y bosques secos.	0-2,500
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Humedales, campos agrícolas y zonas abiertas cercanas a agua.	0-1,800
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Piscívora	Zonas costeras, lagunas, marismas y áreas de humedales.	0-2,500
<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastreo	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Carnívora	Zonas abiertas, praderas y campos agrícolas.	0-2,500
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Áreas abiertas, bosques y zonas cercanas a cuerpos de agua.	0-1,500
<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Áreas abiertas, cerca de cuerpos de agua y bosques.	0-2,000
<i>Melospiza melodia</i>	Gorrón cantor	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Omnívora	Humedales, praderas y bosques de ribera.	0-2,500
<i>Passer domesticus</i>	Gorrón casero	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Omnívora	Zonas urbanas, áreas agrícolas y jardines.	0-2,500
<i>Calcocitta formosa</i>	Hurreca hermosa	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Omnívora	Bosques tropicales y subtropicales, áreas de vegetación densa.	1,600-2,600
<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero dominico	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Granívora	Zonas abiertas, praderas, campos agrícolas y áreas de matorrales.	0-2,500
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Omnívora	Bosques tropicales secos y subtropicales, zonas de vegetación densa.	1,000-2,600
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bieteveo	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Omnívora	Bosques tropicales, áreas de matorrales y zonas urbanas cercanas a cuerpos de agua.	0-2,500
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Bosques tropicales, matorrales y áreas de vegetación densa.	0-2,500
<i>Geothlypis trichas</i>	Mascanta común	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Humedales, praderas y áreas de vegetación densa cercanas a cuerpos de agua.	0-2,500
<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca semana	SC	Endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Matorrales áridos, zonas rocosas y áreas de vegetación espinosa.	1,000-2,600
<i>Elaenia leucurus</i>	Milano cola blanca	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Carnívora	Áreas abiertas, praderas y campos agrícolas.	0-2,500
<i>Turdus rufopallatus</i>	Miró dorso rufo	SC	Endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Omnívora	Bosques de montaña y áreas de vegetación densa.	1,000-2,600
<i>Turdus migratorius</i>	Miró primavera	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Omnívora	Bosques, áreas urbanas y praderas.	0-3,000
<i>Pyrrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Zonas abiertas, matorrales y áreas de vegetación semiárida.	0-2,500
<i>Mniotilta varia</i>	Mosquero copeton	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Bosques de montaña y áreas de matorrales densos.	1,500-2,600
<i>Pachyrhamphus major</i>	Mosquero-cabezón mexicano	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora y frugívora	Bosques tropicales y subtropicales, áreas de vegetación densa.	1,000-2,600

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Melanotis caerulescens	Mulato azul	SC	Endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Omnívora	Bosques secos, áreas de matorrales y zonas montañosas.	1,000-2,600
Peuceolamus tenuis	Ocotero enmascarado	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Bosques montañosos y áreas de matorrales en altitudes elevadas.	1,600-2,600
Zenaidura macroura	Paloma ala blanca	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Granívora	Zonas áridas, matorrales y áreas abiertas cercanas a agua.	0-2,600
Patagonia fasciata	Paloma de collar	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Granívora y frugívora	Zonas áridas, bosques secos y áreas rocosas.	0-2,600
Columba livia	Paloma doméstica	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Omnívora	Zonas urbanas, rocas y acantilados.	0-2,600
Zenaidura macroura	Paloma hulota	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Granívora	Áreas abiertas, praderas y zonas semiáridas.	0-2,600
Patagonia fasciata	Paloma morada	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Granívora y frugívora	Áreas áridas, bosques secos y matorrales.	0-2,600
Columba fasciata	Paloma morada	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Granívora	Bosques secos, matorrales y áreas rocosas.	0-2,600
Myiodynastes luteiventris	Papamosca atigrada	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques tropicales y subtropicales, áreas de vegetación densa.	0-2,600
Lanius curvirostris	Picotuerto rojo	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Granívora	Bosques de coníferas y zonas montañosas.	0-3,600
Salpinctes obsoletus	Picuro grisáceo	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Granívora y frugívora	Bosques secos y matorrales espinosos.	1,600-2,600
Carpodacus cassinii	Pinzón de Cassin	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Granívora	Zonas abiertas, praderas y bosques secos.	0-2,600
Melospiza cinerea	Rascador rufo	SC	Endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Omnívora	Matorrales áridos y zonas rocosas.	1,000-2,600
Arenimonops rufivertex	Rascador oliváceo	SC	Casi endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora y frugívora	Bosques tropicales y áreas de matorrales densos.	1,000-2,600
Regulus calendula	Reyezuelo de rojo	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques boreales, zonas montañosas y áreas arbustivas.	0-3,000
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Bosques de pino y zonas arbustivas.	0-1,600
Sporophila torqueola	Semillero de collar	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Granívora	Zonas abiertas, praderas y áreas de matorrales.	0-2,600
Sitta pygmaea	Sita enana	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques de coníferas y zonas montañosas.	0-2,600
Piranga erythrocephala	Tángara cabeza roja	SC	Endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora y frugívora	Bosques de montaña y zonas arbustivas.	1,000-2,600
Caprimulgus vociferus	Tapacimino cuerpounonero	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Zonas abiertas, praderas y áreas áridas.	0-2,600
Glaucidium gnoma	Tecolote semano	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Carnívora	Bosques de montaña y áreas rocosas.	0-2,600
Tyrannus crassirostris	Tirano pico grueso	SC	Semiendémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Bosques secos y zonas abiertas cercanas a cuerpos de agua.	0-2,600
Pipilo chlorurus	Toquí cola verde	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Granívora	Bosques secos, zonas de matorrales y áreas abiertas.	0-2,600
Molothrus ater	Tordo cabeza café	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Granívora y parasitaria	Áreas abiertas, praderas, pastizales y zonas agrícolas.	0-2,600
Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Omnívora	Humedales, praderas y áreas de vegetación ribereña.	0-2,600
Columba inca	Tórtola cola larga	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Granívora	Zonas áridas, matorrales y áreas semiáridas.	0-2,600
Certhia americana	Trepador americano	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques montañosos y áreas de vegetación densa.	0-2,600
Xiphorhynchus flavigaster	Trepatronco bigotudo	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Bosques tropicales, áreas de vegetación densa y selvas húmedas.	0-2,600
Lepidocolaptes leucogaster	Trepatronco escarchado	SC	Endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Bosques tropicales y subtropicales húmedos, especialmente en áreas de vegetación densa.	1,000-2,600
Trogon mexicanus	Trogon mexicano	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora y frugívora	Bosques tropicales y subtropicales, principalmente en áreas de selva baja y media.	1,000-2,600
Colaptes auratus	Urraca hermosa cara negra	SC	Endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Omnívora	Bosques tropicales y subtropicales de montaña.	1,000-2,600
Cypseloides niger	Vencejo negro	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Zonas abiertas, bosques y áreas de matorrales.	0-2,600
Vireo bellii	Vireo de Bell	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques secos, matorrales y áreas abiertas.	0-2,600
Vireo cassinii	Vireo de Cassin	SC	Semiendémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Bosques y áreas de vegetación mixta.	0-2,600
Vireo hypochryseus	Vireo dorsado	SC	Endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Bosques tropicales y subtropicales, áreas de vegetación densa.	1,000-2,600
Vireo gilvus	Vireo gorrionero	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques de hoja caduca, áreas abiertas y matorrales.	0-2,600
Vireo plumbeus	Vireo plumizo	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora	Bosques secos y semiáridos.	1,000-2,600
Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Bosques de pino y áreas montañosas.	0-2,600
Vireo flavoviridis	Vireo verdemarillo	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques tropicales y subtropicales, áreas de vegetación densa.	0-2,600
Amphispiza bilineata	Zacatonero cinco rayas	SC	Semiendémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Granívora	Zonas áridas, matorrales espinosos y áreas rocosas.	1,000-2,600
Amphispiza bilineata	Zacatonero rojo	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Granívora	Zonas áridas, matorrales y áreas de vegetación espinosa.	0-2,600
Hylocichla ustulata	Zafiro oreja blanca	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Néctar, insectos pequeños	Bosques montañosos, zonas de vegetación densa.	0-2,600
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Omnívora	Áreas urbanas, campos agrícolas y zonas de vegetación abierta.	0-2,600
Catherpes aura	Zopilote aura	SC	No endémica	Residente/Migratoria	Frecuente	Variable	Necrófaga	Áreas abiertas, campos y paisajes áridos.	0-2,600

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

<i>Coregys atratus</i>	Zopilote común	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Necrófaga	Zonas abiertas, campos, áreas semiáridas y pastizales.	0-2,600
<i>Catherus guttatus</i>	Zorzal cola rufa	SC	No endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Insectívora y frugívora	Bosques húmedos, matorrales y áreas de vegetación densa.	1,000-2,600
<i>Catherus occidentalis</i>	Zorzal mexicano	SC	Endémica	Residente/ Migratoria	Frecuente	Variable	Insectívora	Bosques de coníferas, áreas de matorrales y zonas de vegetación densa.	1,600-2,600
<i>Catherus aurantivestris</i>	Zorzal pico naranja	SC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Bosques tropicales y subtropicales, áreas de vegetación densa.	1,000-2,600
<i>Aethya heloise</i>	Zumbador mexicano	SC	Endémica	Migratoria	Ocasional	Gregaria	Néctar e insectos	Bosques montañosos y áreas de vegetación densa en zonas altas.	1,600-2,600

MAMÍFEROS

<i>Vampirops helveni</i>	Falso vampiro	SC	No endémica	Residente	Baja	Gregaria	Frugívora	Selvas, bosques tropicales subcaducifolios	100 – 2,200
<i>Natalus mexicanus</i>	Natalo mexicano	SC	No endémica	Residente	Media	Gregaria	Insectívora	Cuevas en zonas boscosas húmedas	100 – 2,600
<i>Pipistrellus hesperus</i>	Pipistelo americano	SC	No endémica	Residente	Media	Soltaria	Insectívora	Zonas áridas, bosques abiertos	300 – 2,800
<i>Epptesicus fuscus</i>	Murciélago café mayor	SC	No endémica	Residente	Media	Gregaria	Insectívora	Bosques templados, áreas urbanas	0 – 3,000
<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago orejón	SC	No endémica	Migratoria parcial	Baja	Soltaria	Insectívora	Bosques templados y mixtos	0 – 3,600
<i>Antrozous pallidus</i>	Tadarida brasileña	SC	No endémica	Residente	Media	Gregaria	Insectívora (también artrópodos y vertebrados pequeños)	Desiertos, matorrales, bosques abiertos	0 – 2,600
<i>Myotis auricularis</i>	Miots orejas largas	SC	No endémica	Residente	Media	Gregaria	Insectívora	Bosques templados y subtropicales	1,000 – 3,000
<i>Myotis californicus</i>	Miots de california	SC	No endémica	Residente	Alta	Gregaria	Insectívora	Bosques, matorrales, áreas urbanas	0 – 2,800
<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	SC	No endémica	Residente	Alta	Soltaria	Omnívora	Zonas tropicales húmedas, cercanas a cuerpos de agua	0 – 1,800
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	SC	Endémica	Residente	Alta	Soltaria	Herbívora (pastos, hierbas, hojas)	Pastizales, bosques abiertos, cultivos	0 – 3,000
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	SC	Endémica	Residente	Media	Soltaria o grupal	Herbívora (forraje, ramoneo)	Bosques templados, matorrales, selvas bajas	0 – 3,600
<i>Onychomys leucogaster</i>	Zorrillo de espalda blanca	SC	No endémica	Residente	Media	Soltaria	Omnívora (insectos, frutas, pequeños vertebrados)	Matorrales, bosques, zonas áridas	200 – 2,600
<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo listado	SC	No endémica	Residente	Alta	Soltaria	Omnívora	Bosques templados, praderas, zonas rurales	0 – 3,000
<i>Nasua narica</i>	Cholugo	SC	No endémica	Residente	Media	Gregaria	Omnívora (frutas, insectos, vertebrados pequeños)	Bosques tropicales, selvas y zonas montañosas	0 – 2,600
<i>Procyon lotor</i>	Mepache	SC	No endémica	Residente	Alta	Soltaria	Omnívora	Zonas ribereñas, bosques, áreas rurales	0 – 3,000
<i>Canis latrans</i>	Coyote	SC	No endémica	Residente	Media	Soltaria	Carnívora (oportunista)	Pastizales, matorrales, bosques	0 – 4,000
<i>Urocyon cinereogaster</i>	Zorra gris	SC	No endémica	Residente	Media	Soltaria o en pareja	Omnívora (frutas, insectos, pequeños vertebrados)	Bosques templados y subtropicales	0-3000
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	SC	No endémica	Residente	Alta	Soltaria	Omnívora	Bosques, áreas suburbanas, matorrales	0-3000
<i>Lynx rufus</i>	Gato montes	SC	No endémica	Residente	Baja	Soltaria	Carnívora (roedores, aves, reptiles)	Bosques templados, matorrales	0-3600
<i>Puma concolor</i>	Puma	SC	No endémica	Residente	Muy baja	Soltaria	Carnívora (grandes mamíferos)	Bosques templados, sierras, matorrales	0-3800
<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón coludo	SC	Endémica	Residente	Alta	Soltaria	Omnívora (semillas, insectos)	Bosques de pino-encino, matorrales	1000-3600
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	SC	No endémica	Residente	Media	Gregaria	Omnívora	Bosques templados y subtropicales	300-2600
<i>Taxidea taxus</i>	Tejón	A	No endémica	Residente	Media	Soltaria	Carnívora (roedores, insectos)	Pastizales, matorrales, zonas abiertas	600-3600
<i>Bassaris astutus conatus</i>	Cacomiztle	SC	No endémica	Residente	Baja	Soltaria	Omnívora	Zonas rocosas, cañones, bosques áridos	0-2800
<i>Nasua narica</i>	Coati	SC	No endémica	Residente	Baja	Soltaria	Herbívora (semillas, conos, hongos)	Bosques de pino-encino	1800-3200
<i>Procyon lotor</i>	Mepache	SC	No endémica	Residente	Baja	Soltaria	Herbívora (semillas, frutas, hojas)	Bosques de pino-encino	600-3000
<i>Sorex aberi durangi</i>	Ardilla de Albert	SC	No endémica	Residente	Baja	Soltaria	Omnívora (semillas, insectos)	Bosques de coníferas	1700-3200
<i>Sorex aureogaster</i>	Ardilla gris	SC	Endémica	Residente	Alta	Soltaria	Omnívora	Bosques tropicales y templados	600-3200
<i>Tamias durangae</i>	Chichimoco	SC	Endémica	Residente	Media	Soltaria	Omnívora	Bosques de pino-encino	1700-3200
<i>Pecari tajacu</i>	Pecari de collar	SC	No endémica	Residente	Media	Gregaria	Omnívora (frutas, raíces, pequeños invertebrados)	Bosques tropicales, matorrales, selvas	0-2400

REPTILES Y ANFIBIOS

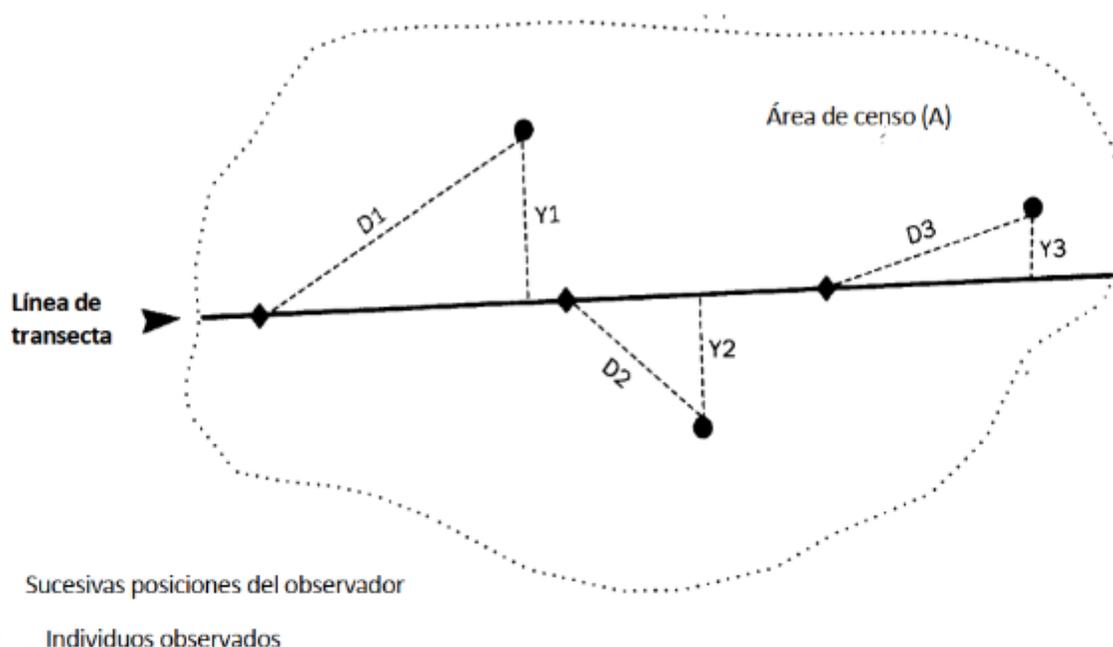
<i>Bufo punctatus</i>	(Sapo)	SC	No endémica	Activo en temporada de lluvias	Común	Soltario	Insectívora	Zonas áridas y semiáridas, matorrales, pastizales	600-2,000
<i>Bufo mexicanus</i>	Sapo mexicano	SC	Endémica	Activo en temporada de lluvias	Común	Soltario	Insectívora	Bosques templados (pino-encino), barrancas húmedas	1,300-2,600
<i>Basiliscus vittatus</i>	Escorpión	Pr	Endémica	Activa en primavera y verano	Común	Soltario	Insectívora	Bosques de galería, pino-encino, cuerpos de agua temporales	1,000-2,600
<i>Conopsis nasus</i>	Culebrita de tierra	SC	Endémica	Activa en primavera y verano	Poco común	Soltario	Insectívora	Bosques templados, hojarasca densa, zonas rocosas	2,000-3,000
<i>Ptychocheilus depei</i>	Alicante	A	Endémica	Activa en primavera y verano	Rara	Soltario	Carnívora	Bosques abiertos de encino y zonas pedregosas	1,600-2,600

<i>Hyla eximia</i>	Rana verde	SC	Endémica	Activa en temporada de lluvias	Común	Solitario	Carnívora	Bosques templados, bordes agrícolas	1,200–2,600
<i>Pyrronasma orbiculare</i>	Lagartija comuda	A	Endémica	Activa en primavera y verano	Poco común	Solitario	Insectívora	Bosques húmedos, matorrales, áreas rocosas con vegetación	1,000–2,800
<i>Sceloporus jarrovi</i>	Lagartija	SC	No endémica	Activa durante todo el año	Común	Territorial	Insectívora	Matorrales, bosque de pino-encino, roquedales	1,800–3,000
<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija	SC	No endémica	Activa en primavera y verano	Común	Territorial	Insectívora	Bosques de coníferas, roquedales, áreas abiertas	2,000–3,200
<i>Urosaurus ornatus</i>	(Lagartija arbórea)	SC	No endémica	Activa en primavera y verano	Común	Territorial	Insectívora	Matorrales, zonas rocosas, áreas áridas	1,000–2,600
<i>Phrynosoma modestum</i>	(Lagartija comuda cola redonda)	SC	No endémica	Activa en primavera y verano	Poco común	Solitaria	Mimecófago	Desiertos y matorrales áridos, suelos arenosos	1000-2200
<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija	SC	Endémica	Activa en primavera y verano	Común	Territorial	Insectívora	Bosques templados y pastizales de montaña	1800-3200
<i>Eumeces brevisstris</i>	Salamandra cola azul	SC	Endémica	Activa en primavera y verano	Rara	Territorial	Insectívora	Bosques húmedos, hojarasca y troncos caídos	1800-2800
<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	A	No endémica	Activa en primavera y verano	Común	Territorial	Carnívora	Zonas ribereñas, lagunas, manantiales	1000-2800
<i>Crotalus lepidus</i>	Vibora de Cascabel	Pr	No endémica	Activa en primavera y verano	Poco común	Territorial	Carnívora	Zonas rocosas en bosques de encino, matorrales áridos	1800-2800
<i>Crotalus molossus</i>	Vibora de cascabel	Pr	No endémica	Activa en primavera y verano	Común	Territorial	Carnívora	Zonas áridas, matorral, bosque abierto	600-2400
<i>Crotalus basiliscus</i>	Vibora de cascabel	Pr	Endémica	Activa en primavera y verano	Común	Territorial	Carnívora	Bosques tropicales y selvas secas	300-1800
<i>Crotalus pricei</i>	Cascabellita	Pr	No endémica	Activa en primavera y verano	Rara	Territorial	Carnívora	Bosques de pino-encino en zonas montañosas	2000-3000

#### 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-17. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-59. Características de los transectos para el muestreo de la fauna silvestre en el sistema ambiental.**

Concepto	Transecto			
	1	2	3	4
Longitud (m)	170	220	210	215
Fecha de muestreo	08-ago-24	20-nov-24	03-feb-25	01-abr-25
Tipo de vegetación	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino		Bosque de pino	
Coordenadas geográficas UTM (inicio X)	406981.00	410635.35	407322.15	405679.90
Coordenadas geográficas UTM (inicio Y)	2720214.00	2718164.95	2720339.89	2721290.51
Coordenadas geográficas UTM (termina X)	407151.00	410467.87	407474.13	405842.73
Coordenadas geográficas UTM (termina Y)	2720214.00	2718308.39	2720195.67	2721149.39

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 Error: no se encontró el origen de la referencia-60. 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

**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.

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

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 Error: no se encontró el origen de la referencia-2. Densidad de las especies de fauna silvestre encontradas en los transectos.**

Grupo	Especie	Nombre común	Transecto	Tota	Densidad
-------	---------	--------------	-----------	------	----------

<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-

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

			1	2	3	4	I	N / km <sup>2</sup>
Aves	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	1	0	2	2	5	59.1
Aves	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	2	2	1	0	5	80.9
Aves	<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote norteño	0	1	5	7	13	109.7
Aves	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	1	1	0	0	2	36.6
Aves	<i>Spiza americana</i>	Arrocero americano	1	1	1	3	6	70.4
Aves	<i>Atlapetes pileatus</i>	Atlapetes gorra rufa	3	1	0	1	5	97.8
Aves	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo garganta azul	0	0	1	1	2	16.4
Aves	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero americano	0	1	0	0	1	10.3
Aves	<i>Catherpes mexicanus</i>	Chivirín barranqueño	2	2	3	1	8	105.1
Aves	<i>Sphyrapicus thyroideus</i>	Chupasavia oscuro	0	2	3	1	6	52.5
Aves	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero pico largo	1	0	1	2	4	51.3
Aves	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	4	2	5	3	14	190.4
Aves	<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	2	2	1	3	8	106.9
Aves	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	3	2	1	3	9	133.2
Aves	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	0	1	4	1	6	49.9
Aves	<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma de collar	3	1	1	2	7	114.2
Aves	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	0	0	0	1	1	8.7
Aves	<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	6	4	8	2	20	278.1
Aves	<i>Trogon mexicanus</i>	Trogón mexicano	2	1	1	1	5	79.3
Aves	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	4	6	3	5	18	233.6
Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	2	1	4	2	9	111.1
Mamíferos	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	3	1	1	2	7	114.2
Mamíferos	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	0	2	0	1	3	29.3
Mamíferos	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	0	1	1	0	2	18.1
Mamíferos	<i>Canis latrans</i>	Coyote	0	1	3	0	4	33.5
Mamíferos	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	0	0	1	0	1	7.7
Mamíferos	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	0	0	1	0	1	7.7
Mamíferos	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	1	0	0	2	36.6
Mamíferos	<i>Tamias durangae</i>	Chichimoco	4	2	1	1	8	142.1
Mamíferos	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	1	2	5	1	9	94.3
Reptiles y anfibios	<i>Bufo punctatus</i>	(Sapo)	1	1	0	2	4	53.9
Reptiles y anfibios	<i>Hyla eximia</i>	Rana verde	1	0	0	0	1	26.3
Reptiles y anfibios	<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija	3	4	1	0	8	127.8
Reptiles y anfibios	<i>Phrynosoma modestum</i>	(Lagartija cornuda cola redonda)	1	1	1	2	5	61.7
Reptiles y anfibios	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	2	0	1	1	4	68.9
Reptiles y anfibios	<i>Crotalus molossus</i>	Víbora de cascabel	0	0	0	1	1	8.7

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 *Tamias durangae* 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-61. Índices de diversidad y riqueza de especies de los grupos de fauna silvestre.**

Grupo	Diversidad			Riqueza específica			Dominancia	Equidad
	H'	D	H' Max	S	R	D <sub>m</sub>	B <sub>p</sub>	J
Aves	2.80	0.93	3.04	21	1.69	4.0	0.13	0.92
Mamíferos	1.82	0.80	2.20	9	1.48	2.2	0.24	0.83
Anfibios y reptiles	1.57	0.76	1.79	6	1.25	1.6	0.35	0.88

La diversidad de **aves** estimada a través del índice de Shannon-Wiener y Simpson registrados en los transectos fue de 2.80 y 0.93, respectivamente, con valores para la diversidad máxima de  $H' \text{ max} = 3.04$ . Este grupo de especies fue el que registró una mayor riqueza con 21 especies y la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada fue de 0.92 (J). Para este grupo la importancia proporcional de las especies más abundantes fue de 0.13 (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 1.82 y 0.80, respectivamente, con valores para la diversidad máxima de  $H' \text{ max} = 2.20$ . En este grupo de especies se registró una riqueza de 9 especies y una proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada de 0.83 (J). Para este grupo la importancia proporcional de las especies más abundantes fue de 0.24 (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 1.57 y 0.80 respectivamente, con valores para la diversidad máxima de  $H' \text{ max} = 1.79$ . Para este grupo se registró una riqueza de 1.25 y 1.6 especies y una proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada de 0.88 (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 Error: no se encontró el origen de la referencia-62. Especies de importancia cinegética.**

Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Durango	Época hábil de aprovechamiento
Chinito	<i>Bombycilla cedrorum</i>	20	Permitido	01-12-24 / 28-02-25
Urraca Copetona Negra	<i>Calocitta colliei</i>	5	Permitido	01-12-24 / 28-02-25
Cardenal Rojo	<i>Cardinalis cardinalis</i>	15	Permitido	01-10-24 / 28-02-25
Cuervo Grande	<i>Corvus corax</i>	3	Permitido	01-09-24 / 28-02-25
Cenzontle Norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	15	Permitido	01-09-24 / 28-02-25
Tordo	<i>Molothrus ater</i>	10 (5 Machos/ 5 Hembras)	Permitido	01-09-24 / 28-02-25
Floricano	<i>Ptilonotus cinereus</i>	5	Permitido	01-09-24 / 28-02-25
Chatito	<i>Sporophila torqueola</i>	20	Permitido	01-09-24 / 28-02-25
Primavera Huertera	<i>Turdus rufopalliatu</i>	15	Permitido	01-09-24 / 28-02-25
Gorrion Domestico	<i>Passer domesticus</i>	Sin limite	Permitido	Todo el Año
Estornino	<i>Sturnus vulgaris</i>	Sin limite	Permitido	Todo el Año

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 Error: no se encontró el origen de la referencia-63. Especies de fauna silvestre identificadas en el SA que se encuentran en la NOM-059.**

Número	Nombre científico	Nombre común	Grupo	Categoría NOM-059	Endemismo
1	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Ave	PR	No endémica
2	<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	Ave	A	No endémica

Número	Nombre científico	Nombre común	Grupo	Categoría NOM-059	Endemismo
3	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	Ave	P	No endémica
4	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Ave	PR	No endémica
5	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguilla aura	Ave	PR	No endémica
6	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	Ave	PR	No endémica
7	<i>Streptoprocne semicollaris</i>	Vencejo nuca blanca	Ave	PR	Endémica
8	<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	Cotorra-serrana occidental	Ave	P	Endémica
9	<i>Nyctiphrynus mcleodii</i>	Tapacamino prío	Ave	PR	Endémica
10	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	Réptil	Pr	Endémica
11	<i>Crotalus pricei</i>	Cascabelilla	Réptil	Pr	No endémica
12	<i>Pituophis deppei</i>	Alicante	Réptil	A	Endémica
13	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	Réptil	A	No endémica
14	<i>Barisia imbricata</i>	Escorpión	Réptil	Pr	Endémica
15	<i>Crotalus lepidus</i>	Víbora de Cascabel	Réptil	Pr	No endémica
16	<i>Crotalus molossus</i>	Víbora de cascabel	Réptil	Pr	No endémica
17	<i>Taxidea taxus</i>	Tejón	Mamífero	A	No endémica

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 **cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, regosoles y umbrisoles**, 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:

- El agua es un elemento relevante
- Preferencia estética de elementos verdes frente a zonas más secas
- Preferencia por formaciones arbóreas frente a las arbustivas
- Preferencia por zonas de topografía accidentada frente a las superficies llanas
- 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-64. Valoración de la calidad visual del paisaje del AI.**

Criterios estéticos	Valoración numérica	Descripción de la valoración
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	3	El sitio está compuesto de composiciones arbóreas, arbustivas, cactáceas y herbáceas.
d	2	En todo el sitio se presenta el relieve accidentado.
Promedio	2.5	En términos generales la calidad visual puede considerarse como <b>moderadamente ALTA</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:

- 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*.
- 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-65. Valoración de la fragilidad del paisaje.**

Fragilidad	Criterios	Valoración numérica	Descripción de la valoración
La fragilidad visual	Porte o altura vegetal	3	Debido a que se trata de formaciones vegetales de porte menor (vegetación secundaria arbórea) la fragilidad será mayor.

Fragilidad	Criterios	Valoración numérica	Descripción de la valoración
intrínseca	Pendiente	3	Al desarrollarse la obra en una zona accidentada como la SMO, la fragilidad se considera como mayor.
La fragilidad visual extrínseca	Observación del territorio	1	Al tratarse de la zona eminentemente rural, dónde las poblaciones más cercanas no rebasan los 500 habitantes, y en términos, puede considerarse un valor medio para este criterio.
	Promedio	2.3	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 a los poblados. Su valoración se puede definir como **media** ya que el **AI** en su mayoría se encuentra en terrenos forestales y cuyas geformas de un cerro a otro no permiten tener una visibilidad del paisaje.

### Conclusiones de la valoración del paisaje

En base a la valoración anteriormente descrita, se concluye que las características del paisaje presentes en el **AI** son: **calidad visual moderadamente alta**, como resultado de su localización en una zona eminentemente forestal (con perturbaciones antropogénicas por el desarrollo de la silvicultura y actividades agrícolas, ganaderas y mineras); **fragilidad visual media**, como resultado del relieve accidentado, conformación y estructuración de la vegetación presente en el sitio; y **visibilidad corta o baja** por su ubicación desde las partes altas de la microcuencas hidrográficas. 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 los impactos 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 la magnitud de la obra (muy puntual), el impacto paisajístico producido va a ser **muy poco perceptible** en función 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 el componente faunístico que lo ahuyentará de manera puntual.
- ✓ La contaminación provocada por el hombre traerá impactos negativos a la calidad visual regional.
- ✓ Dado que se mantendrá el área destinada a la zona de acceso despejada, la vegetación establecida en los márgenes o entorno inmediato podrá mitigar el impacto visual.

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

distancia.

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 Otáez 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).

El municipio de **Otáez** se ubica en la zona centro-oeste del estado de Durango y su cabecera municipal es Santa María de Otáez. Se encuentra aproximadamente a 98 km al noroeste de Durango. Según el Censo de Población y Vivienda de 2020, el municipio cuenta con 4,924 habitantes. Su extensión territorial es de 906.5 km<sup>2</sup> y la población se dedica principalmente al sector primario. Se encuentra situado en el centro-oeste del estado, entre las coordenadas 24°42' de latitud norte y 106°00' de longitud oeste; a una altura de 1,720 metros sobre el nivel del mar. La mayor parte del municipio se encuentra dentro de la región conocida como las quebradas, debido a sus montañas altas y depresiones profundas. La población total del municipio según el Censo de Población y Vivienda INEGI 2020 corresponde a 4,924 habitantes de los cuales 2592 son hombres y 2332 con mujeres. El 26.2% de la población tiene de 15 a 29 años de edad, mientras que el 9.8% de la población cuenta con 60 o más años. Existen 1153 hogares en total.

El tipo de centro de población en los que se clasifican los poblados que existen en la región de las quebradas son las denominadas **rancherías** o **zona rural** por el tamaño de población que sustentan. Se consideró importante analizar aquellos poblados más cercanos al SA, para fines estadísticos y generar un panorama de la tendencia poblacional. Las comunidades consideradas, así como algunos indicadores del desarrollo de la población se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-66. Poblados dentro del área de influencia.**

Nombre de la localidad	Los Cardos	San José de Bacis	Promedio
<b>Población total</b>	190.00	180.00	185.00
Población analfabeta mayor de 15 años (%)	0.53	0.56	0.54
Población primaria incompleta mayor de 15 años (%)	8.95	14.44	11.70
<b>Educación</b>			
Población con primaria completa mayor de 15 años (%)	11.58	7.22	9.40
Población con secundaria completa mayor de 15 años (%)	31.05	26.67	28.86
<b>Economía</b>			
Población Económicamente activa (%)	36.32	33.89	35.10
<b>Salud</b>			
Población sin derechohabencia (%)	16.84	15.00	15.92
<b>Vivienda</b>			
Viviendas totales	70.00	54.00	62.00
Promedio de habitantes por vivienda	4.13	4.00	4.07
Vivienda con piso de tierra (%)	4.29	1.43	2.86
<b>Servicios</b>			
Vivienda sin servicio eléctrico (%)	0.00	0.00	0.00
Viviendas sin agua entubada (%)	0.00	0.00	0.00

*Datos generadores a partir del Censo de Población y Vivienda 2020*

Es importante tomar en cuenta, que determinar los parámetros de natalidad, mortalidad y migración para el AI, es sumamente complicado, toda vez que por los tamaños de las poblaciones y la disposición de la información es difícil

establecer umbrales de confiabilidad estadística; sin embargo, de la información obtenida por el INEGI, se pueden definir los siguientes rubros:

- **Natalidad y mortalidad**

La natalidad dentro del municipio de Otáez, se registra 57 nacimientos (vivos) por año de los cuales 32 nacieron siendo del sexo masculino y 25 nacieron siendo del sexo femenino, cabe mencionar que esta información se modifica cada año (INEGI, 2020). A nivel puntual y en la información del Censo de Población y Vivienda no se tienen datos que establezcan el índice de natalidad para las comunidades involucradas, por lo que se toma en cuenta el índice de nacimientos a nivel municipal, como referencia y haciendo una estimación simple, se puede definir que para la población de Los Cardos y San José de Bacis se pueden llegar a tener 3 nacimientos por año.

Dentro del municipio de Otáez, se registraron 24 muertes por año, entre adultos, jóvenes y ancianos, por accidentes y causas naturales, cabe mencionar que esta información se modifica cada año (INEGI, 2020).

- **Migración**

A nivel estatal al igual que en el resto del país el proceso migratorio se ha manifestado de manera significativa en las últimas décadas del siglo XX y se ha mantenido como un flujo constante en las primeras décadas del siglo XXI. Para el estado de Durango en el 2005 se reporta una emigración interna de alrededor de 48 mil personas, siendo los principales destinos Chihuahua, Coahuila, Sinaloa, Baja California y Nuevo León; los procesos de inmigración interna en el 2010 llegaron a 39 mil personas que se mudaron de Durango, principalmente a Chihuahua, Coahuila, Baja California, Sinaloa y Zacatecas; en cuanto a la emigración internacional al 2010, en el estado Durango se estimó que de cada 100 emigrantes internacionales, 95 se fueron a EE.UU. (Cuéntame/INEGI).

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

- **Factores socioculturales**

Los habitantes más próximos al área de influencia son los pertenecientes, miembros del Ejido Los Cardos y Anexos, su principal fuente de ingresos es el trabajo por medio del aprovechamiento forestal. Las poblaciones son de reciente creación; la mayoría de los habitantes ejercen la religión católica, los demás son grupos pequeños pertenecientes a la religión Testigos de Jehová y Cristianos Evangélicos. A pesar de sus diferencias religiosas, los habitantes de la región se encuentran abiertos a nuevos proyectos que garanticen el desarrollo de la localidad, puesto que el terreno destinado para la obra no tiene valor histórico o religioso.

- **Empleo**

A nivel estatal el PIB se compone con un 10.10% para las actividades primarias, en 34.75% las actividades secundarias y en 55.15% las actividades terciarias (Cuéntame/INEGI). En la región las principales actividades económicas son las relacionadas al sector primario, destacándose las actividades forestales, y en segundo plano las ganaderas y agrícolas; mientras que las actividades secundarias y terciarias se desarrollan a nivel mínimo en los núcleos poblacionales más poblados, para este caso en la cabecera municipal (Santa María de Otáez).

Las principales fuentes de empleo en la región son las actividades referentes a la agricultura, minería, ganadería, forestal y de comercio (en los núcleos poblacionales). Para la gran mayoría de los habitantes de la región, las actividades forestales y sus derivados, representan la fuente principal de empleo e ingreso en las familias, con la **exploración minera** se espera traer más oportunidades de empleo para invertir en los diferentes sectores de la economía local y regional de las actividades primarias y de sus derivados. A partir del **1 de enero de 2025**, el salario mínimo general en México se incrementó en un **12%**, pasando de **\$248.93 a \$278.80 pesos diarios**. Este ajuste aplica a la **Zona del Salario Mínimo General (ZSMG)**, que abarca la mayor parte del país, incluyendo el municipio de **Otáez, Durango**, donde se localiza el sitio del proyecto.

El incremento se compone de dos elementos:

- Un **Monto Independiente de Recuperación (MIR)** de **\$12.85 pesos**, y
- Un aumento por fijación del **6.5%** sobre el salario mínimo vigente en 2024.
- **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 9.1, 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 III-40, las características principales de la educación en la población se pueden concretar en los datos siguientes: la población analfabeta representa el 0.54%, la población con primaria incompleta el 11.70%, la población con primaria completa 9.40% y la población con secundaria completa el 28.86%.

En las comunidades a beneficiarse 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 32,981 nacimientos y 13,881 defunciones, siendo la causa principal las enfermedades del corazón, diabetes mellitus y tumores malignos (Cuéntame/INEGI).

Según la información generada en el cuadro IV-4, en la zona el 15.92% 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 en la región, los habitantes son trasladados a la ciudad de Santiago Papasquiaro o en su caso en la ciudad de Victoria de Durango.

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

- **Servicios públicos**

A nivel regional la mayoría de los servicios públicos se ofrecen en localidades cuya población es mayor a 500 habitantes, los poblados localizados en el **SA** no rebasan los 250 habitantes (con un promedio de 185 habitantes por localidad). Aunque en el censo poblacional se reporta que todas las viviendas cuentan con energía eléctrica y servicio de agua entubada.

- **Vivienda**

En promedio en la zona no se alcanzan las 200 viviendas por localidad (INEGI, 2010). Las casas habitación se construyen con recursos propios y en la mayoría de los casos se utiliza como principal componente constructivo la madera, en algunos casos especiales, se usa como componente principal del sistema constructivo el tabique y cemento, además en promedio el 2.86% de las viviendas tienen piso de tierra. Se estima que por cada vivienda se tienen alrededor de 4 habitantes.

- **Medios de comunicación**

Los poblados pertenecen al municipio de Otáez y utilizan como vía de comunicación principal los caminos de terracería creados por la actividad minera y forestal; los cuales la mayor parte del año está en condiciones de ser transitados. Por su parte se cuenta con una aeropista en el poblado Los Cardos, misma que la empresa minera le da mantenimiento durante todo el año y presta el servicio a toda la población de la región los 365 días del año.

El medio de transporte principal son las camionetas tipo Pick Up y los autobuses de la compañía minera que trasladan a los obreros hasta la ciudad de Durango, Dgo.

#### ***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 el desarrollo del contrapozo de tipo Robbins abarca una superficie de 20 x 20 m (40 m<sup>2</sup>). No se han detectado perturbaciones antropogénicas previas, lo que indica un ecosistema en estado natural.

###### **ii. Clima**

El clima de la zona es semifrío subhúmedo, con una precipitación media anual de 978.6 mm y una temperatura media anual de 19.4 °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 semifrías, con una corriente de tipo intermitente ubicada fuera de la zona de explotación, 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 1,916 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 **67.58** 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 14.5** toneladas por hectárea al año, lo que indica una vulnerabilidad adicional, aunque menor.

###### **vi. Calidad del aire**

La calidad del aire se considera estable aun cuando en la zona prevalece la presencia de actividades de explotación de minerales, sin embargo, la adaptación de medidas de mitigación minimiza la contaminación reduciendo la emisión de CO<sub>2</sub> y partículas de polvo. Además, al encontrarse en una zona con presencia de vegetación de diversos portes la vuelven una zona de alta captación de CO<sub>2</sub>, controlando las emisiones y elevando la calidad del aire.

###### **vii. Ruido ambiental**

El ruido en la zona es producto de la operación de maquinaria y equipo típico de la exploración de vetas minerales, lo que sugiere un entorno con perturbación aumentando los niveles de ruido llegando a afectar la fauna natural. 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. Sin embargo, al tratarse de un proyecto de baja escala se espera que el aumento del ruido solo se presente durante la etapa de construcción, reduciendo drásticamente el aumento de la contaminación auditiva.

###### **viii. Localización respecto a las ANP**

La ANP más cercana es el área de Vado Hondo y Gruta Cosalá, ubicada a más de 83.5 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.

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 vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, una formación vegetal típica de 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 predominante en la zona, pero no se prevé que comprometa la estabilidad del ecosistema regional, dado que es un tipo de vegetación adaptada a la zona 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 bosques, 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 construcción 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 y la presencia de un ecosistema adaptado a condiciones semifrías 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-67. Descripción del inventario ambiental.**

Elemento	Sistema Ambiental (Unidad de Gestión Ambiental)
Hidrología	El SA se ubica dentro de los límites de la cuenca Río San Lorenzo y cuenca Río Piaxtla -Río Elota -Río Quelite, ambas pertenecientes a la Región Hidrológica 10 "Sinaloa". Se trata de un sistema hidrológico abierto. El SA se encuentra dentro de seis subcuencas, pero la mayoría de su superficie está en la subcuenca Río de Los Remedios, donde se encuentra el AI del sitio dentro de la microcuenca denominada San José de Bacis. El AI y sitio se encuentran en el parte central de dicha subcuenca, las corrientes del AI son intermitentes en su mayoría,

	sin embargo, en la parte baja cruza el Río Los Remedios que es de tipo perenne. Respecto al sitio, solo cuenta con una corriente intermitente. La hidrología subterránea del SA corresponde a 3 acuíferos: Río San Lorenzo, Río Elota y Río Piaxtla de acuerdo al Estudio Hidrológico se considera como NO vulnerable, no sobre explotado; el AI y sitio se localizan en el acuífero Río San Lorenzo y no existen aprovechamientos hidráulicos para el sitio en un perímetro de 500 m.
Fisiografía	La fisiografía a nivel SA es sumamente variada, ya que se encuentra en la Sierra Madre Occidental, en la subprovincia Gran Meseta y Cañones Duranguenses. Sin embargo, se encuentra en la clase de topoforma meseta y sierra, con pendientes que llegan hasta el 60%.
Geología	A nivel SA se identificaron 5 tipos de roca: ígneas intrusivas, extrusivas y sedimentarias; siendo la ígneas la más abundantes en el sistema. En el AI se localizan 2 de esos tipos de rocas y a nivel sitio un tipo de roca del SA. A nivel sitio no se aprecian minerales que pudieran tener relación con posibles yacimientos económicos a profundidad, y no se aprecia presencia de minerales no metálicos.
Edafología	A nivel SA se tienen 6 grupos de suelos predominantes: Cambisol, Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Regosol y Umbrisol. Siendo los más abundantes los Cambisoles, Leptosoles y Phaeozems. Mientras que a nivel AI se tienen se tienen 4 tipos de suelo predominantes: Leptosol, Luvisol, Phaeozem y regosol. A nivel sitio se tiene 1 tipo de suelo: PHLvln+CMskln+LVcrsk/2.
Clima	A nivel SA se tiene climas: Templados subhúmedos, Cálidos subhúmedos, Semicálidos subhúmedos y Semifríos subhúmedos. Siendo los más abundantes los templado subhúmedos. A nivel AI se tienen 3 clases de clima que van del Semicálido, Templado y Semifrío -subhúmedo. A nivel sitio se tiene el clima A(C)(w0) que corresponde a los Semicálido subhúmedo. Conforme a la descripción del tipo de clima del sitio, la temperatura media anual es de 20.4 °C, la temperatura mínima del mes más frío es de 5.6 °C en el mes de enero, la temperatura máxima del mes más cálido es de 3.2 °C en el mes de junio, por lo tanto, se considera como un clima semicálido. La precipitación media anual es de 810.8 mm, la mínima ocurre en el mes de abril 8.5 mm y la máxima es de 201.3 mm en agosto
Vegetación	Los grupos de vegetación se distribuyen en el SA en función de la altitud, temperatura y humedad principalmente. Los bosques de pino y encino se encuentran en las zonas más altas, cercanas al parteaguas, mientras que los bosques mesófilos de montaña se limitan a unas pocas áreas al suroeste del SA, así como las selvas bajas caducifolias. Los pastizales inducidos se encuentran en las partes bajas del norte y noreste del SA, la agricultura de practica en las áreas norte y noreste del SA. Finalmente, se encuentran dos áreas desprovistas de vegetación en el SA que corresponden a las áreas ocupadas por el Distrito Minero El Herrero. A nivel sitio no se tienen especies con categoría de riesgo, se identificaron especies de lento crecimiento como agaves y cactáceas.
Fauna	La fauna a nivel SA es muy variada, de acuerdo al inventario de fauna a nivel AI se identificaron 2 especies de anfibios, 27 especies de aves, 14 especies de mamíferos y 6 especies de réptiles. De la fauna identificada 10 especies son de importancia cinegética y 9 especies se encuentran en la <b>NOM-059</b> .
Paisaje	A nivel SA es ampliamente variado, sin embargo, en un análisis a nivel AI del sitio, se tiene una composición entre los cerros que dan origen al sistema de topoformas.
Social	Las poblaciones son consideradas como zona rural, por los servicios que se presentan, los empleos son escasos y el fenómeno de migración hacia otros estados y a EE. UU es recurrente. Las actividades principales son la agricultura, silvicultura, ganadería y minería.

#### IV.2.6.2. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-68. Valoración del medio natural.**

Elemento	Diversidad	Rareza	Naturalidad	Grado de aislamiento	Calidad	Unidades	Valoración
Fisiografía	3	0	3	2	3	11	Alta
Hidrología	3	0	3	3	3	12	Alta
Geología	2	3	3	1	3	12	Alta
Edafología	3	2	3	2	2	12	Alta
Clima	3	1	3	1	3	11	Alta
Vegetación	3	3	2	0	2	10	Media
Fauna	3	2	3	1	2	11	Alta
Paisaje	3	0	2	0	3	8	Media
Social	3	0	2	1	1	7	Media

#### IV.2.6.3. Síntesis

La valoración numérica del cuadro anterior puede describirse de la manera siguiente:

##### Fisiografía

Dado que el sistema ambiental se encuentra dentro de la Sierra Madre Occidental es un relieve bastante amplio y variado (3), sin embargo, a nivel sitio se presenta el mismo tipo de relieve (0); estas formaciones son totalmente naturales (3). Se puede considerar con cierto grado de aislamiento producto del mismo relieve, es decir, que el acceso en ciertas zonas es limitado (2); su calidad es buena ya que no se muestra evidencias de modificación significativa (3). Se puede catalogar con una calidad ambiental ALTA (11).

##### Hidrología

Las subcuencas en que se encuentra el SA son de suficiente amplitud y su diversificación de corrientes es variada por lo que se le puede considerar que la diversidad del recurso hídrico es alta (3), a nivel sitio sólo se presenta una corriente de tipo intermitente (0). La formación y distribución de la red hídrica obedece a factores climáticos y la conformación del relieve (3). El flujo natural de la mayoría de las corrientes no ha sido modificado (3). Ya que se encuentra en la parte media de la subcuenca la calidad es buena (3), como consecuencia de la no existencia de focos de contaminación importantes en la región. Se puede catalogar con una calidad ambiental ALTA (12).

##### Geología

La disposición de la geología en el SA corresponde en su mayoría a rocas ígneas intrusivas, extrusivas y sedimentarias, por lo que se considera medianamente diverso (2), y se tiene registro de materiales de importancia económica en el Al (3). No es un elemento que obedezca a influencias antropogénicas, sino se trata de un componente netamente natural (3). El sistema de topofomas hace que las disposiciones de los materiales geológicos estén un poco aisladas (1). La calidad de las rocas puede valorarse por su disposición en el terreno la cual es amplia y suficiente (3). Su calidad ambiental debe considerarse como ALTA (12).

##### Suelo

Este recurso registra a nivel SA diferentes composiciones (3), por la complejidad de su formación se ha considerado como raro (2); su naturalidad es modificada por las diferentes actividades del hombre (3), ya en el SA se desarrolla la agricultura, ganadería, silvicultura y minería (2) debido a las actividades anteriores, por tanto, su calidad es mermada (2). Se puede catalogar con una calidad ambiental ALTA (12).

##### Clima

Los climas que se presentan en el SA obedecen a las diferentes interacciones globales (3); sin embargo, a nivel sitio únicamente se identificaron 1 variante (1). La determinación del gradiente térmico y de humedad obedece principalmente al gradiente altitudinal, el efecto sotavento y barlovento es poco apreciable, así como el efecto de la exposición de las laderas norte – sur, por lo que se considera un proceso natural (3); a nivel SA se tienen tipos de clima muy específicos, pero no llegan a trascender en superficie (1). En términos de calidad atmosférica no se tienen registros

de índices, sin embargo, por tratarse de una zona rural, puede considerarse con calidad atmosférica alta (3). Su calidad ambiental debe considerarse como **ALTA (11)**.

### Vegetación

A nivel SA se identificaron 15 tipos de asociaciones vegetales (3), mientras que a nivel sitio únicamente se tienen 1 tipo de vegetación; y fueron identificadas especies de lento crecimiento (3). Su distribución y formación obedece a diferentes factores como el gradiente altitudinal y la disposición de humedad, pero también a las diferentes actividades del hombre (2). No se considera un elemento aislado (0). La actividad humana influye directamente en su composición y disposición, en términos generales es considerado de calidad bueno (2). Su calidad se considera como **MEDIA (10)**.

### Fauna silvestre

En el SA se tiene amplia diversidad de especies de fauna (3), dentro del inventario a nivel sitio pudieron identificarse algunas especies en categoría de riesgo (2). La distribución de las especies de fauna en el ecosistema, pero es influenciado por las actividades antropogénicas (3). El grado de aislamiento es bajo por lo accidentado de la topografía (1); sin embargo, ante las actividades antropogénicas la fauna se resguarda en zonas menos perturbadas (cañones) (2). Su calidad es considerada como **ALTA (11)**.

### Medio Perceptual (paisaje)

El paisaje es valorado por sus formaciones vegetales (3); sin embargo, aunque los paisajes varían en el SA, no es de considerarse único o con algún grado de rareza (0), es un sistema totalmente natural sin embargo los elementos antropogénicos son significativos (2). Ya que es sólo un fragmento de todo el macizo montañosos de la Sierra Madre Occidental y su valor recreativo es poco relevante (0), aunque su calidad se mantiene (3). Su calidad ambiental es considerada como **MEDIA (8)**.

### Socioeconómico

En este rubro la valoración de los criterios fue la siguiente: las poblaciones localizadas en el SA son consideradas como rurales; sin embargo, éstas son abundantes y diversas (3), en las poblaciones cercanas al sitio no se tiene registro de poblaciones de grupos indígenas (0). Los habitantes de las poblaciones se dedican a actividades agrícolas y ganaderas, en su mayoría (2), y por su ubicación se encuentran limitados en los servicios más básicos (1). Las poblaciones están establecidas en zonas bien definidas y en general cuentan con accesos servicios básicos, sin embargo, existe migración de los habitantes en busca de fuentes de empleo (1). Su calidad ambiental es considerada como **MEDIA (7)**.

- Respecto a la cultura, los habitantes no se verán afectados de manera significativa en sus usos y costumbres, ya que el Distrito Minero El Herrero es fuente de empleo para los pobladores de localidades cercanas. Algún factor que pudiera repercutir de forma negativa en los pobladores, pero sobre todo en los trabajadores, serían algunos relacionados con posibles afectaciones a su salud, provocados por la emisión de ruido, vibraciones y partículas a la atmósfera; por lo que se tendrá que poner cierta atención en estos aspectos para evitar cualquier eventualidad de esta índole
- **Resumen**

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-69. 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

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa. La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aun cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse. Es importante contrastarlos con

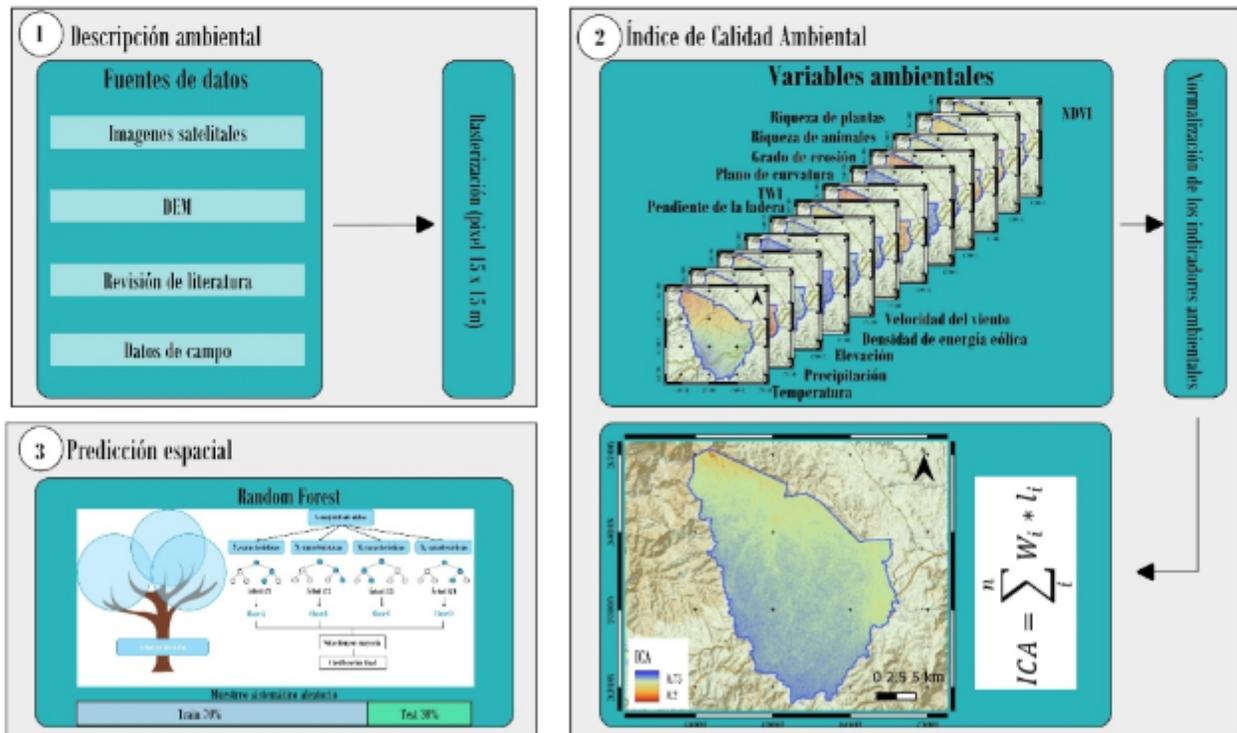
indicadores de la calidad ambiental deseada o existente. El proceso de la evaluación de los impactos ambientales, en términos generales se dio de la manera siguiente:

1. Se establecieron criterios para la identificación y evaluación de los impactos. En este primer paso se analizó el punto de partida para llevar a cabo el proceso de identificación y evaluación de los impactos; analizando el sistema ambiental y sus características, su estado de conservación o deterioro y los aspectos sociales y económicos, es decir a partir del inventario ambiental se establecieron los criterios a aplicarse.
2. Proceso para la identificación y evaluación de los impactos. Se identificaron los impactos ambientales a través de una lista de verificación, en dónde se presenta el primer acercamiento a la identificación de los impactos generados por las diferentes actividades.
3. Establecimiento de la lista de indicadores de impacto. Ayuda a dar seguimiento a los impactos generados para cada componente ambiental.
4. Caracterización final de los impactos generados. Se plantea el proceso final de la evaluación de los impactos generados, estableciendo los criterios y categorías a utilizarse en la evaluación.

### V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para identificar y valorar los impactos ambientales se utilizó el método del instituto [Batelle – Columbus \(1972\)](#), el cual fue desarrollado para 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* (CA) en unidades medibles, los pasos para hacer la transformación de datos en Unidades de Impacto Ambiental (UIA) en la siguiente:

- 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.
- 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.
- 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:

- Se enlistaron todas las **categorías** ambientales identificadas en el área de influencia.
- Cada categoría fue dividida en **componentes**, es decir las características más importantes que ayudarán a establecer el primer umbral de calidad ambiental.
- Para cada componente fueron asignados **parámetros** para establecer puntualmente la afectación o generación de impacto.
- Se establecieron **umbrales** en los parámetros en relación con el funcionamiento o principales factores que intervienen en la modificación o afectación de cada componente.
- 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.
- 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**.
- 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-70. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-71. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-72. 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> )	Milimeters (mm)	INEGI	Direct	+
3	Elevation ( <i>el</i> )	Meters(m)	CEM <sup>[4]</sup>	Direct	+
4	Wind power density ( <i>w</i> )	Watts per square meter (W/m <sup>2</sup> )	Wind global atlas <sup>[4]</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 corvature ( <i>pc</i> )	Dimensionless (unitless index)	CEM	Direct	+
9	Soil loss ( <i>sl</i> )	ton/ha/year	USLE	Inverse	-
10	Animal habitats and species diversity ( <i>ah</i> )	Number of rare and endangered species	NOM-059 (muestreo de campo), SiPlaFor <sup>[4]</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>[4]</sup>	Direct	+

[4] Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM): <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>

[4] Wind global atlas: <https://globalwindatlas.info/en>

[4] Sistema de Planeación Forestal (CONAFOR): Programas de Manejo Forestal maderable.

[4] Landsat 8 Collection USGS: <https://earthengine.google.com/>

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-73: 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 ( $wpd$ )	$wpd = \frac{1}{2} \rho c^3 r \left(1 + \frac{3}{k}\right)$	Indica la máxima potencia que se puede obtener por unidad de área barrida por el viento (Checa et al., 2018).
Velocidad del viento ( $sw$ )	$sw = \frac{V_2}{V_1} = \frac{\ln\left(\frac{h_2}{Z_0}\right)}{\ln\left(\frac{h_1}{Z_0}\right)}$	Desplazamiento del aire en un punto y en un instante determinados (Checa et al., 2018)
Pendiente de ladera ( $slp$ )	$slp = \arctan\left(\sqrt{p^2 + q^2}\right)$	Inclinación a la horizontal (Das et al., 2022)
Índice de humedad topográfica ( $TWI$ )	$TWI = \ln\left(\frac{af}{\tan \beta}\right)$	Zonas de mayor concentración de humedad (Roa-Lobo y Kamp, 2011)
Plan de curvatura ( $pc$ )	$pc = 2 \frac{DH^2 + EG^2 - FGH}{G^2 + H^2}$	Direction of the slope with the highest angle (Hong et al., 2016).
Grado de erosión ( $sloss$ )	$sloss = \frac{\sum_{i=1}^n sloss_i}{n}$	Mide el fenómeno que elimina la capa fértil del suelo (Bolaños et al., 2017)
Riqueza de animales ( $ar$ )	$ar = \text{Riqueza de especies}$	El número de especies presentes (García et al., 2017).
Riqueza de plantas ( $pr$ )	$pr = \text{Riqueza de especies}$	El número de especies presentes (García et al., 2017).
Índice de vegetación de diferencia normalizada ( $NDVI$ )	$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS}$	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 multispectrales Landsat 8.

Dado que los indicadores tienen una gran variabilidad en el sistema ambiental, fue necesario generar un índice que asigne mayor importancia a los indicadores con valores consistentes y menos importancia a aquellos con mayor fluctuación. El índice compuesto se puede crear aplicando ponderaciones iguales o desiguales a sus indicadores de calidad y vulnerabilidad ambiental. Este método cuantitativo determina el peso de cada indicador en función de su variabilidad, influyendo en su contribución a la evaluación global de la **calidad ambiental**.

$$W_n = \frac{1}{\sigma_n \left( \sum_{n=1}^k \frac{1}{\sigma_n} \right)}$$

Donde  $W_n$ ,  $\sigma_n$  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 ( $\mu$ ,  $\sigma$  y  $W_n$ ) se presentan en el cuadro siguiente.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-74. 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 (te)	13.9	24.9	0.42	0.32	3.15	0.03
2	Precipitation (pm)	811.3	1,355.9	0.44	0.20	5.05	0.05
3	Elevation (el)	317.0	2,791.0	0.48	0.22	4.49	0.04
4	Wind power density (wi)	0.0008	3,176.5	0.98	0.04	22.42	0.22
5	Speed wind (sw)	0.05	11.2	0.84	0.11	9.29	0.09
6	Slope (sl)	0.00	72.3	0.38	0.16	6.17	0.06
7	Topographic wetness index (TWI)	1.91	17.3	0.14	0.08	12.63	0.12
8	Plan corvature (pc)	-0.07	0.06	0.53	0.05	18.91	0.18

9	Soil loss (loss)	5.00	26.7	0.47	0.30	3.30	0.03
10	Animal habitats and species diversity (ah)	4.00	85.0	0.87	0.20	4.96	0.05
11	Rare, endangered and diversity plants (re)	1.00	80.0	0.84	0.21	4.74	0.05
12	The normalized difference vegetation index (NDVI)	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 ( $ICA_0$ ) se muestra en la figura siguiente para su pronóstico en un tiempo  $n$  se mostrarán en la figura siguiente.

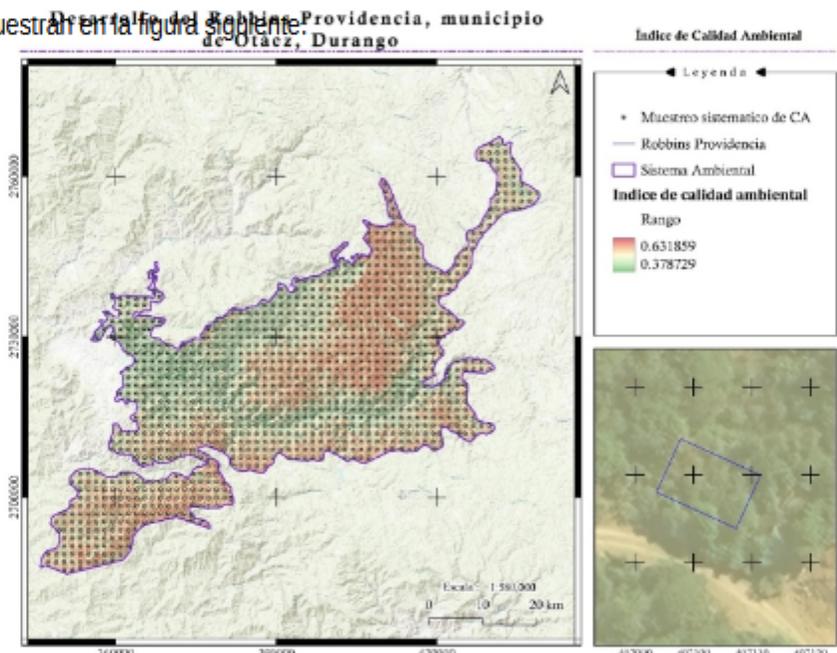


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-18. Distribución de la calidad ambiental y de los sitios de entrenamiento.

#### 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)

```

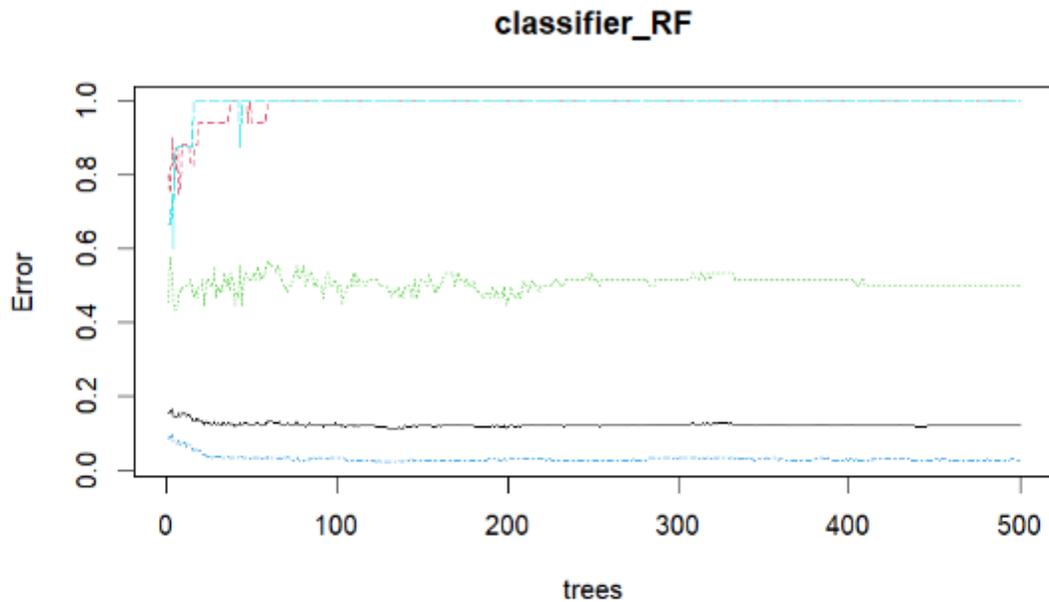
Los resultados de la matriz de entrenamiento para estimar el valor del CA<sub>i</sub> con el algoritmo RF es la siguiente.

	Alta	Baja	Moderada	Class error
Alta	69	3	27	0.20303030
Baja	1	280	50	0.01540785
Moderada	5	21	977	0.02689243
Muy baja	0	10	3	0.3823529

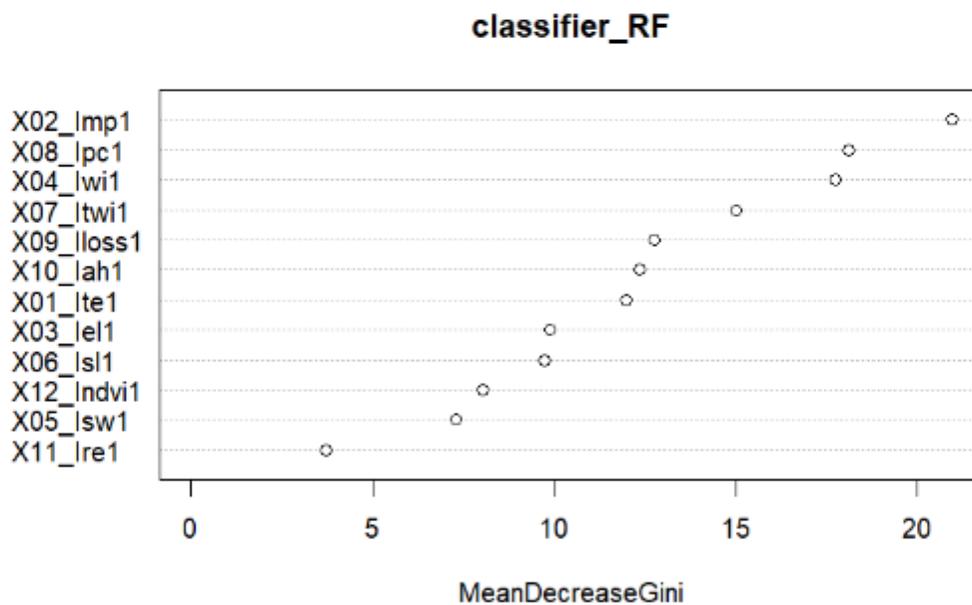
Mientras que para la **prueba (validación)** la matriz de entrenamiento es la siguiente.

	Alta	Baja	Moderada	Class error
Alta	35	3	9	0.2553191
Baja	0	135	30	0.1916167
Moderada	0	24	480	0.0476190
Muy baja	0	5	2	0.4117647

Mientras que, el ajuste del modelo de predicción es el siguiente;



**Figura Error:** no se encontró el origen de la referencia-19. 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, ipc1 = curvatura del terreno, lwi1 = poder y densidad del viento, lloss1 = erosión, lah = diversidad de fauna, lte1 = temperatura, lsl1 = elevación, lsl1 = pendiente, indivi = índice de vegetación de diferencia normalizada, lsw1 = velocidad del viento y lre1 = diversidad de flora

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 ( $y_{pred}$ ), por tanto, para su uso solo será necesario alimentar la base de datos con los cambios esperados en cada indicador (i.e. al eliminar la cubierta vegetal se modifica el valor de pixel de los ráster NDVI, erosión, etc.)

después de realizar las obras y actividades en un tiempo 2 (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>0</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 Error: no se encontró el origen de la referencia-75. Matriz de Batelle – Columbus para la etapa de preparación del sitio.**

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	Índice de CA		CA <sub>N</sub> Alerta	UI A	UIP		Impacto neto
			CA <sub>0</sub>	CA <sub>2</sub>			IN <sub>0</sub>	IN <sub>2</sub>	
Biótico	Flora	Desmonte	0.63	0.37	-0.26	70	44.1	25.9	-18.2
Biótico	Flora	Fragmentación	0.51	0.35	-0.16	40	20.4	14.0	-6.4
Biótico	Flora	Estructura y composición	0.42	0.21	-0.21	60	25.2	12.6	-12.6
Biótico	Flora	Biodiversidad	0.52	0.32	-0.20	40	20.8	12.8	-8.0
Biótico	Flora	Especies de interés	0.38	0.39	0.01	20	7.6	7.8	0.2
Biótico	Fauna	Desplazamiento	0.60	0.33	-0.27	30	18.0	9.9	-8.1
Biótico	Fauna	Mortandad	0.43	0.38	-0.05	20	8.6	7.6	-1.0
Biótico	Fauna	Abundancia	0.47	0.48	0.01	40	18.8	19.2	0.4
Biótico	Fauna	Biodiversidad	0.51	0.54	0.03	40	20.4	21.6	1.2
Biótico	Fauna	Especies de interés	0.49	0.32	-0.17	30	14.7	9.6	-5.1
Físico	Topografía	Pendiente	0.52	0.38	-0.14	20	10.4	7.6	-2.8

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Físico	Topografía	Relieve	0.51	0.33	-0.18	15	7.7	5.0	-2.7
Físico	Topografía	Orientación	0.49	0.33	-0.16	15	7.4	5.0	-2.4
Físico	Topografía	Curvatura	0.43	0.34	-0.09	10	4.3	3.4	-0.9
Físico	Suelo	Contaminación	0.52	0.33	-0.19	20	10.4	6.6	-3.8
Físico	Suelo	Compactación	0.62	0.32	-0.30	30	18.6	9.6	-9.0
Físico	Suelo	Temperatura	0.44	0.50	0.06	10	4.4	5.0	0.6
Físico	Suelo	Materia orgánica	0.61	0.35	-0.26	30	18.3	10.5	-7.8
Físico	Suelo	Erosión hídrica	0.39	0.56	0.17	50	19.5	28.0	8.5
Físico	Suelo	Erosión eólica	0.45	0.40	-0.05	50	22.5	20.0	-2.5
Físico	Suelo	Remoción	0.63	0.29	-0.34	20	12.6	5.8	-6.8
Físico	Agua	Contaminación	0.40	0.39	-0.01	25	10.0	9.8	-0.3
Físico	Agua	Escorrentamiento superficial e infiltración	0.39	0.31	-0.08	30	11.7	9.3	-2.4
Físico	Agua	Evapotranspiración	0.39	0.37	-0.02	25	9.8	9.3	-0.5
Físico	Aire	Olor	0.48	0.42	-0.06	10	4.8	4.2	-0.6
Físico	Aire	Visibilidad	0.51	0.38	-0.13	5	2.6	1.9	-0.7
Físico	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.43	0.34	-0.09	20	8.6	6.8	-1.8
Físico	Aire	Ruidos	0.59	0.33	-0.26	30	17.7	9.9	-7.8
Físico	Paisaje	Calidad	0.61	0.41	-0.20	20	12.2	8.2	-4.0
Físico	Paisaje	Visitantes	0.41	0.51	0.10	20	8.2	10.2	2.0
Físico	Infraestructura	Camino	0.42	0.40	-0.02	20	8.4	8.0	-0.4
Físico	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.38	0.52	0.14	10	3.8	5.2	1.4
Físico	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.62	0.30	5	1.6	3.1	1.5
Socioeconómico	Valores históricos	Personajes	0.61	0.61	0.00	10	6.1	6.1	0.0
Socioeconómico	Cultura	Grupos étnicos	0.63	0.70	0.07	10	6.3	7.0	0.7
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.32	0.68	0.36	20	6.4	13.6	7.2
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales indirectas	0.33	0.71	0.38	20	6.6	14.2	7.6
Socioeconómico	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.32	0.73	0.41	30	9.6	21.9	12.3
Socioeconómico	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 Error: no se encontró el origen de la referencia-76. 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	230	118.1	73.1	-45.0
Fauna	160	80.5	67.9	-12.6
Topografía	60	29.7	20.9	-8.8
Suelo	210	106.3	85.5	-20.8
Agua	80	31.5	28.3	-3.2
Aire	65	33.7	22.8	-10.9
Paisaje	40	20.4	18.4	-2.0
Infraestructura	35	13.8	16.3	2.5
Valores históricos	10	6.1	6.1	0.0

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Cultura	10	6.3	7.0	0.7
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>478.80</b>	<b>417.60</b>	<b>-61.20</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	Desmante	0.63	0.39	-0.24	70	44.1	27.3	-16.8
Biótico	Flora	Fragmentación	0.51	0.38	-0.13	40	20.4	15.2	-5.2
Biótico	Flora	Estructura y composición	0.42	0.28	-0.14	60	25.2	16.8	-8.4
Biótico	Flora	Biodiversidad	0.52	0.33	-0.19	40	20.8	13.2	-7.6
Biótico	Flora	Especies de interés	0.38	0.41	0.03	20	7.6	8.2	0.6
Biótico	Fauna	Desplazamiento	0.60	0.34	-0.26	30	18.0	10.2	-7.8
Biótico	Fauna	Mortandad	0.43	0.39	-0.04	20	8.6	7.8	-0.8
Biótico	Fauna	Abundancia	0.47	0.50	0.03	40	18.8	20.0	1.2
Biótico	Fauna	Biodiversidad	0.51	0.55	0.04	40	20.4	22.0	1.6
Biótico	Fauna	Especies de interés	0.49	0.35	-0.14	30	14.7	10.5	-4.2
Físico	Topografía	Pendiente	0.52	0.40	-0.12	20	10.4	8.0	-2.4
Físico	Topografía	Relieve	0.51	0.35	-0.16	15	7.7	5.3	-2.4
Físico	Topografía	Orientación	0.49	0.34	-0.15	15	7.4	5.1	-2.3
Físico	Topografía	Curvatura	0.43	0.35	-0.08	10	4.3	3.5	-0.8
Físico	Suelo	Contaminación	0.52	0.37	-0.15	20	10.4	7.4	-3.0
Físico	Suelo	Compactación	0.62	0.36	-0.26	30	18.6	10.8	-7.8
Físico	Suelo	Temperatura	0.44	0.52	0.08	10	4.4	5.2	0.8
Físico	Suelo	Materia orgánica	0.61	0.38	-0.23	30	18.3	11.4	-6.9
Físico	Suelo	Erosión hídrica	0.39	0.57	0.18	50	19.5	28.5	9.0
Físico	Suelo	Erosión eólica	0.45	0.42	-0.03	50	22.5	21.0	-1.5
Físico	Suelo	Remoción	0.63	0.30	-0.33	20	12.6	6.0	-6.6
Físico	Agua	Contaminación	0.40	0.41	0.01	25	10.0	10.3	0.3
Físico	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.39	0.32	-0.07	30	11.7	9.6	-2.1
Físico	Agua	Evapotranspiración	0.39	0.38	-0.01	25	9.8	9.5	-0.3
Físico	Aire	Olor	0.48	0.43	-0.05	10	4.8	4.3	-0.5
Físico	Aire	Visibilidad	0.51	0.39	-0.12	5	2.6	2.0	-0.6
Físico	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.43	0.34	-0.09	20	8.6	6.8	-1.8
Físico	Aire	Ruidos	0.59	0.33	-0.26	30	17.7	9.9	-7.8
Físico	Paisaje	Calidad	0.61	0.45	-0.16	20	12.2	9.0	-3.2
Físico	Paisaje	Visitantes	0.41	0.52	0.11	20	8.2	10.4	2.2
Físico	Infraestructura	Caminos	0.42	0.41	-0.01	20	8.4	8.2	-0.2
Físico	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.38	0.53	0.15	10	3.8	5.3	1.5
Físico	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.64	0.32	5	1.6	3.2	1.6
Socioeconómico	Valores históricos	Personajes	0.61	0.61	0.00	10	6.1	6.1	0.0
Socioeconómico	Cultura	Grupos étnicos	0.63	0.70	0.07	10	6.3	7.0	0.7

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.32	0.68	0.36	20	6.4	13.6	7.2
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales indirectos	0.33	0.71	0.38	20	6.6	14.2	7.6
Socioeconómico	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.32	0.73	0.41	30	9.6	21.9	12.3
Socioeconómico	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 Error: no se encontró el origen de la referencia-77. 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	230	118.1	80.7	-37.4
Fauna	160	80.5	70.5	-10.0
Topografía	60	29.7	21.9	-7.9
Suelo	210	106.3	90.3	-16.0
Agua	80	31.5	29.4	-2.1
Aire	65	33.7	23.0	-10.7
Paisaje	40	20.4	19.4	-1.0
Infraestructura	35	13.8	16.7	2.9
Valores históricos	10	6.1	6.1	0.0
Cultura	10	6.3	7.0	0.7
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>478.80</b>	<b>436.15</b>	<b>-42.65</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 Error: no se encontró el origen de la referencia-78. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de operación y mantenimiento.**

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTRICOS	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	0.63	0.44	-0.19	70	44.1	30.9	-13.2
Biótico	Flora	Fragmentación	0.51	0.48	-0.03	40	20.4	19.2	-1.2
Biótico	Flora	Estructura y composición	0.42	0.32	-0.10	60	25.2	19.2	-6.0
Biótico	Flora	Biodiversidad	0.52	0.44	-0.08	40	20.8	17.6	-3.2
Biótico	Flora	Especies de interés	0.38	0.37	-0.01	20	7.6	7.4	-0.2
Biótico	Fauna	Desplazamiento	0.60	0.35	-0.25	30	18.0	10.5	-7.5
Biótico	Fauna	Mortandad	0.43	0.39	-0.04	20	8.6	7.8	-0.8
Biótico	Fauna	Abundancia	0.47	0.52	0.05	40	18.8	20.8	2.0
Biótico	Fauna	Biodiversidad	0.51	0.56	0.05	40	20.4	22.4	2.0
Biótico	Fauna	Especies de interés	0.49	0.36	-0.13	30	14.7	10.8	-3.9
Físico	Topografía	Pendiente	0.52	0.41	-0.11	20	10.4	8.2	-2.2
Físico	Topografía	Relieve	0.51	0.37	-0.14	15	7.7	5.6	-2.1
Físico	Topografía	Orientación	0.49	0.35	-0.14	15	7.4	5.3	-2.1
Físico	Topografía	Curvatura	0.43	0.36	-0.07	10	4.3	3.6	-0.7

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Físico	Suelo	Contaminación	0.52	0.38	-0.14	20	10.4	7.6	-2.8
Físico	Suelo	Compactación	0.62	0.37	-0.25	30	18.6	11.1	-7.5
Físico	Suelo	Temperatura	0.44	0.53	0.09	10	4.4	5.3	0.9
Físico	Suelo	Materia orgánica	0.61	0.39	-0.22	30	18.3	11.7	-6.6
Físico	Suelo	Erosión hídrica	0.39	0.58	0.19	50	19.5	29.0	9.5
Físico	Suelo	Erosión eólica	0.45	0.43	-0.02	50	22.5	21.5	-1.0
Físico	Suelo	Remoción	0.63	0.44	-0.19	20	12.6	8.8	-3.8
Físico	Agua	Contaminación	0.40	0.44	0.04	25	10.0	11.0	1.0
Físico	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.39	0.32	-0.07	30	11.7	9.6	-2.1
Físico	Agua	Evapotranspiración	0.39	0.39	0.00	25	9.8	9.8	0.0
Físico	Aire	Olor	0.48	0.45	-0.03	10	4.8	4.5	-0.3
Físico	Aire	Visibilidad	0.51	0.40	-0.11	5	2.6	2.0	-0.6
Físico	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.43	0.36	-0.07	20	8.6	7.2	-1.4
Físico	Aire	Ruidos	0.59	0.35	-0.24	30	17.7	10.5	-7.2
Físico	Paisaje	Calidad	0.61	0.46	-0.15	20	12.2	9.2	-3.0
Físico	Paisaje	Visitantes	0.41	0.53	0.12	20	8.2	10.6	2.4
Físico	Infraestructura	Caminos	0.42	0.44	0.02	20	8.4	8.8	0.4
Físico	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.38	0.54	0.16	10	3.8	5.4	1.6
Físico	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.66	0.34	5	1.6	3.3	1.7
Socioeconómico	Valores históricos	Personajes	0.61	0.61	0.00	10	6.1	6.1	0.0
Socioeconómico	Cultura	Grupos étnicos	0.63	0.70	0.07	10	6.3	7.0	0.7
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.32	0.63	0.31	20	6.4	12.6	6.2
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales indirectas	0.33	0.65	0.32	20	6.6	13.0	6.4
Socioeconómico	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.32	0.71	0.39	30	9.6	21.3	11.7
Socioeconómico	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 Error: no se encontró el origen de la referencia-79. 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	230	118.1	94.3	-23.8
Fauna	160	80.5	72.3	-8.2
Topografía	60	29.7	22.6	-7.1
Suelo	210	106.3	95.0	-11.3
Agua	80	31.5	30.4	-1.1
Aire	65	33.7	24.2	-9.5
Paisaje	40	20.4	19.8	-0.6
Infraestructura	35	13.8	17.5	3.7
Valores históricos	10	6.1	6.1	0.0
Cultura	10	6.3	7.0	0.7
Centros de población	40	13.0	25.6	12.6
Estilos de vida	60	19.5	42.0	22.5

Total	1,000	478.80	456.72	<b>-22.08</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 Error: no se encontró el origen de la referencia-80. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de abandono del sitio.**

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTRICOS	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	0.63	0.62	-0.01	70	44.1	43.4	-0.7
Biótico	Flora	Fragmentación	0.51	0.5	-0.01	40	20.4	20.0	-0.4
Biótico	Flora	Estructura y composición	0.42	0.4	-0.02	60	25.2	24.0	-1.2
Biótico	Flora	Biodiversidad	0.52	0.48	-0.04	40	20.8	19.2	-1.6
Biótico	Flora	Especies de interés	0.38	0.37	-0.01	20	7.6	7.4	-0.2
Biótico	Fauna	Desplazamiento	0.60	0.61	0.01	30	18	18.3	0.3
Biótico	Fauna	Mortandad	0.43	0.41	-0.02	20	8.6	8.2	-0.4
Biótico	Fauna	Abundancia	0.47	0.44	-0.03	40	18.8	17.6	-1.2
Biótico	Fauna	Biodiversidad	0.51	0.48	-0.03	40	20.4	19.2	-1.2
Biótico	Fauna	Especies de interés	0.49	0.44	-0.05	30	14.7	13.2	-1.5
Físico	Topografía	Pendiente	0.52	0.49	-0.03	20	10.4	9.8	-0.6
Físico	Topografía	Relieve	0.51	0.42	-0.09	15	7.65	6.3	-1.4
Físico	Topografía	Orientación	0.49	0.52	0.03	15	7.35	7.8	0.5
Físico	Topografía	Curvatura	0.43	0.42	-0.01	10	4.3	4.2	-0.1
Físico	Suelo	Contaminación	0.52	0.51	-0.01	20	10.4	10.2	-0.2
Físico	Suelo	Compactación	0.62	0.61	-0.01	30	18.6	18.3	-0.3
Físico	Suelo	Temperatura	0.44	0.41	-0.03	10	4.4	4.1	-0.3
Físico	Suelo	Materia orgánica	0.61	0.59	-0.02	30	18.3	17.7	-0.6
Físico	Suelo	Erosión hídrica	0.39	0.37	-0.02	50	19.5	18.5	-1.0
Físico	Suelo	Erosión eólica	0.45	0.35	-0.1	50	22.5	17.5	-5.0
Físico	Suelo	Remoción	0.63	0.52	-0.11	20	12.6	10.4	-2.2
Físico	Agua	Contaminación	0.40	0.37	-0.03	25	10	9.3	-0.8
Físico	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.39	0.34	-0.05	30	11.7	10.2	-1.5
Físico	Agua	Evapotranspiración	0.39	0.38	-0.01	25	9.75	9.5	-0.3
Físico	Aire	Olor	0.48	0.58	0.1	10	4.8	5.8	1.0
Físico	Aire	Visibilidad	0.51	0.34	-0.17	5	2.55	1.7	-0.9
Físico	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.43	0.51	0.08	20	8.6	10.2	1.6
Físico	Aire	Ruidos	0.59	0.51	-0.08	30	17.7	15.3	-2.4
Físico	Paisaje	Calidad	0.61	0.64	0.03	20	12.2	12.8	0.6
Físico	Paisaje	Visitantes	0.41	0.54	0.13	20	8.2	10.8	2.6
Físico	Infraestructura	Caminos	0.42	0.31	-0.11	20	8.4	6.2	-2.2
Físico	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.38	0.44	0.06	10	3.8	4.4	0.6
Físico	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.31	-0.01	5	1.6	1.6	-0.1
Socioeconómico	Valores históricos	Personajes	0.61	0.74	0.13	10	6.1	7.4	1.3
Socioeconómico	Cultura	Grupos étnicos	0.63	0.54	-0.09	10	6.3	5.4	-0.9
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.32	0.48	0.16	20	6.4	9.6	3.2
Socioeconómico	Centros de	Interacciones comerciales	0.33	0.52	0.19	20	6.6	10.4	3.8

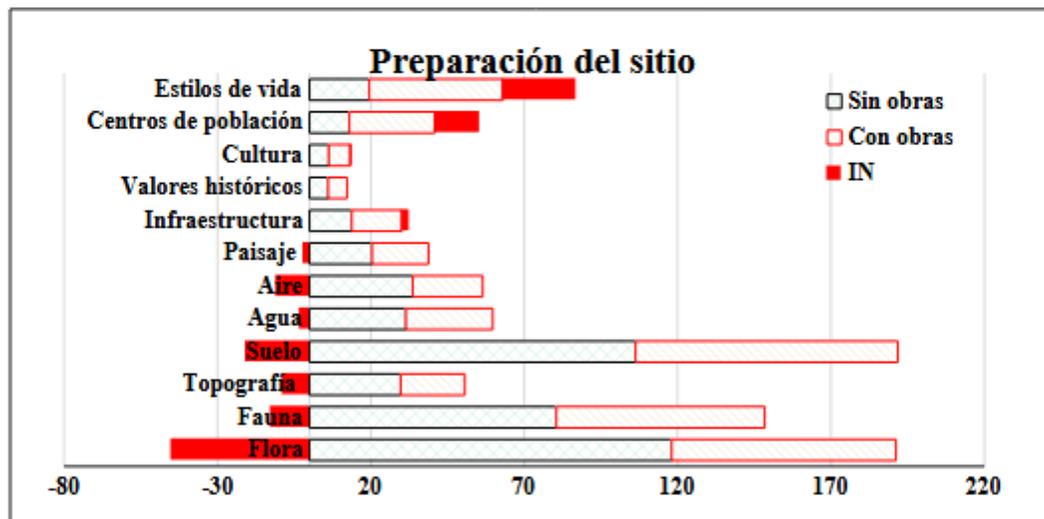
Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

o	población	indirectos							
Socioeconómico	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.32	0.65	0.33	30	9.6	19.5	9.9
Socioeconómico	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	230	118.1	114.0	-4.1
Fauna	160	80.5	76.5	-4.0
Topografía	60	29.7	28.1	-1.6
Suelo	210	106.3	96.7	-9.6
Agua	80	31.5	29.0	-2.5
Aire	65	33.7	33.0	-0.6
Paisaje	40	20.4	23.6	3.2
Infraestructura	35	13.8	12.2	-1.7
Valores históricos	10	6.1	7.4	1.3
Cultura	10	6.3	5.4	-0.9
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>478.80</b>	<b>484.80</b>	<b>6.00</b>

Gráficamente el impacto neto (IN) para cada componente ambiental se puede observar en las gráficas siguientes.



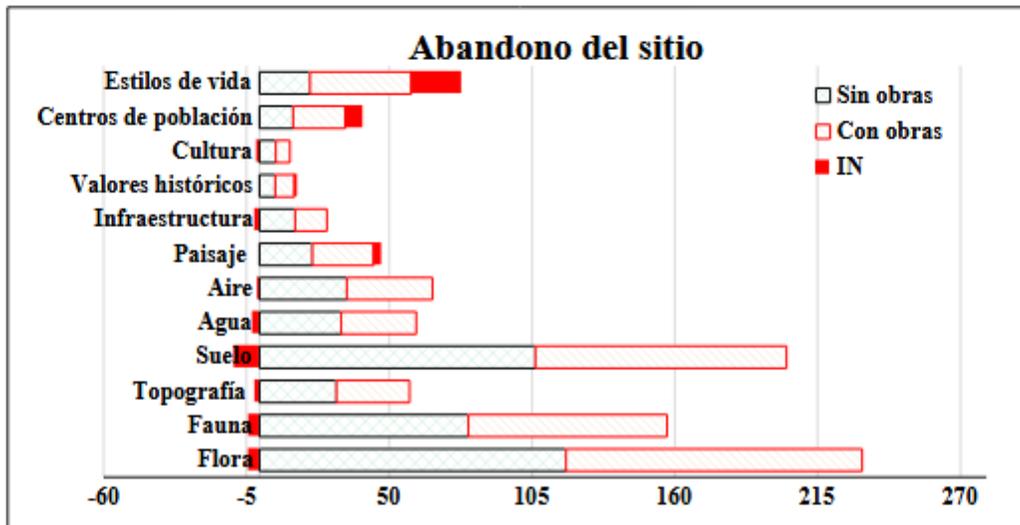
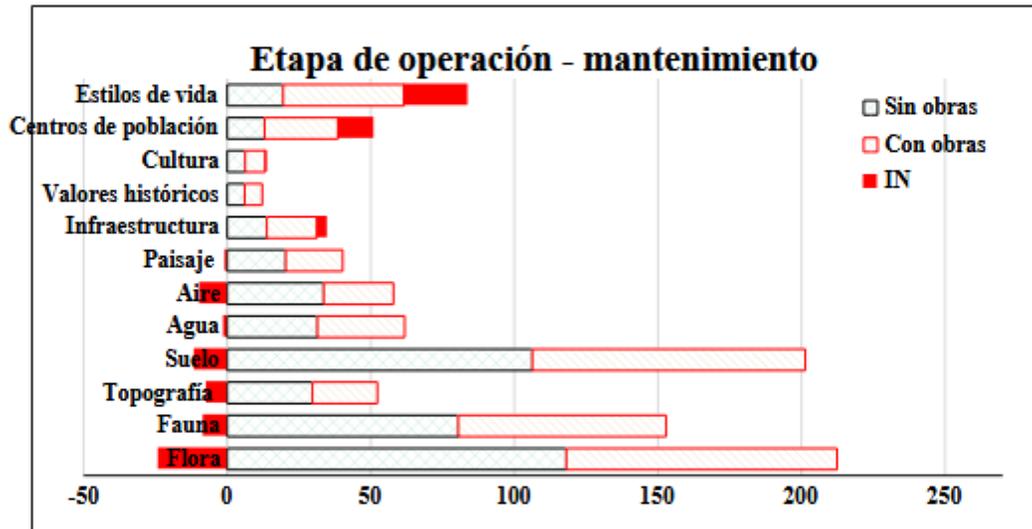
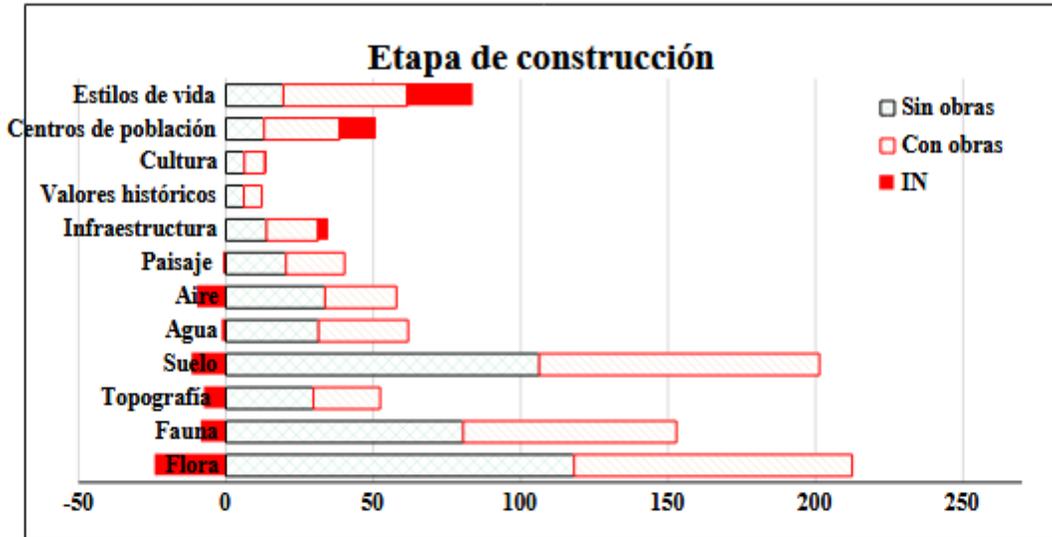


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-20. Distribución del impacto neto (IN) de los componentes ambientales por etapa

Finalmente, el resultado del impacto neto por etapa es el siguiente.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-81. Impacto neto por etapa.**

COMPONENTES	IMPACTO NETO POR ETAPA			
	Preparación del sitio	Construcción	Operación - mantenimiento	Abandono del sitio
Flora	-45.0	-37.4	-23.8	-4.1
Fauna	-12.6	-10.0	-8.2	-4.0
Topografía	-8.8	-7.9	-7.1	-1.6
Suelo	-20.8	-16.0	-11.3	-9.6
Agua	-3.2	-2.1	-1.1	-2.5
Aire	-10.9	-10.7	-9.5	-0.6
Paisaje	-2.0	-1.0	-0.6	3.2
Infraestructura	2.5	2.9	3.7	-1.7
Valores históricos	0.0	0.0	0.0	1.3
Cultura	0.7	0.7	0.7	-0.9
Centros de población	14.8	14.8	12.6	7.0
Estilos de vida	24.0	24.0	22.5	19.5
<b>Total</b>	<b>-61.2</b>	<b>-42.7</b>	<b>-22.1</b>	<b>6.0</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 **-45.0**, 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 vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, 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 **-37.4**, 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 **-23.8**, debido a que el componente no tendrá la oportunidad de recuperarse debido a la instalación del robbins. 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 **-4.1**, 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 **-20.8** 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 la presencia de maquinaria. Sin embargo, el impacto continuará de manera negativa, aunque disminuirá su severidad, con un valor de **-16.0**, como consecuencia de la instalación y construcción del robbins. Mientras que, en la etapa de operación – mantenimiento el valor se mantendrá muy similar con un valor de **-11.3**, debido al mantenimiento del equipo lo que provocará la presencia de maquinaria y personal en el sitio, evitando el crecimiento vegetal y provocando que el suelo extraído no pueda restaurarse, afectando irreversiblemente sus propiedades y funciones. A pesar de esto, la infraestructura se ubicada de manera muy puntual y en un sitio estratégico, buscando la menor afectación y aumentando la eficiencia de las operaciones subterránea sin la necesidad de afectar vegetación innecesaria. Durante la fase de abandono, el impacto negativo será menor, con un valor de **-11.3**, ya que en esta etapa se removerá la infraestructura instalada y se implementarán obras de mitigación y restauración orientadas a la recuperación del sitio.

Los componentes fauna, aire y topografía mostrarán impactos acumulados similares, derivado de construcción y operación del Robbins. 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 **-12.6**, 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, por lo que su valor aun siendo negativo es muy bajo. Durante la etapa de construcción este componente presenta un valor de **-10.0** 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 **-8.2** 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 **-4.0**, 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.

El **aire**, por su parte, presentó un impacto acumulado de **-10.9** 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 **-10.7**, muy similar al valor durante la preparación del sitio, debido al uso constante de maquinaria especializada para el desarrollo del Robbins, 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 **-9.5**, reflejando una afectación similar a la de la etapa previa, dado el uso continuo de equipo, 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 **-0.6**, 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 **topografía** experimentará algunas alteraciones como resultado de la construcción del Robbins. Durante la fase de preparación del sitio, este componente presentó un valor acumulado de **-8.8**, 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 debido a que el sitio requiere ser adecuado para el desarrollo de contrapozo, esto implica la compactación del sitio, por lo que se estimó un valor de **-7.9**. Durante las fases de operación-mantenimiento y abandono, los valores registrados serán de **-7.1** y **-1.6**, 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.

En el caso del **agua**, durante la fase de preparación de sitio se registró un impacto de **-3.2**, 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 **-2.1** y en la etapa de operación – mantenimiento de **-1.1**, 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 **-2.5**, 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.

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 **-2.0**, ya que la transformación será poco perceptible debido a la superficie requerida. Mientras que, en la etapa de construcción su valor será de **-1.0**. En la etapa de operación y mantenimiento, el valor de impacto disminuye a **-0.6**, reflejando que, aunque las actividades continuarán, el cambio visual será moderado. Finalmente, durante la fase de abandono del sitio, el impacto en el paisaje será positivo con un valor de **3.2**, 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 construir infraestructura para continuar con 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 el Robbins es una obra necesaria para mantener el bienestar del personal que labora en el interior de la mina. Los resultados del análisis reflejan esta dinámica, con un impacto positivo de 2.5 durante la fase de preparación del sitio y un aumento ligeramente a 2.9 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	Fragmentación de hábitat vegetal	Preparación del sitio
Biótico	Flora	Estructura y composición	Afectación en el crecimiento y reproducción natural de las plantas	Preparación del sitio y construcción
Biótico	Flora	Biodiversidad	Afectación en el crecimiento y reproducción natural de las plantas	Preparación del sitio y construcción
Biótico	Fauna	Desplazamiento	Alteración de patrones de comportamiento y tránsito de fauna	Preparación del sitio
Biótico	Fauna	Mortandad	Pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna local	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento
Biótico	Fauna	Especies de interés	Pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna local	Preparación de sitio, construcción y operación - mantenimiento
Físico	Topografía	Pendiente	Incremento de la inestabilidad local del terreno	Preparación del sitio y construcción
Físico	Topografía	Relieve	Modificación puntual del relieve	Construcción y operación y mantenimiento
Físico	Suelo	Contaminación	Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	Todas
Físico	Suelo	Compactación	Reducción de la porosidad y capacidad de infiltración	Preparación de sitio y construcción
Físico	Suelo	Temperatura	Reducción de la porosidad y capacidad de infiltración	Preparación de sitio y construcción
Físico	Suelo	Erosión eólica	Incremento en el riesgo de erosión hídrica y eólica	Todas
Físico	Agua	Materia orgánica	Contaminación potencial de escurrimientos intermitentes	Construcción

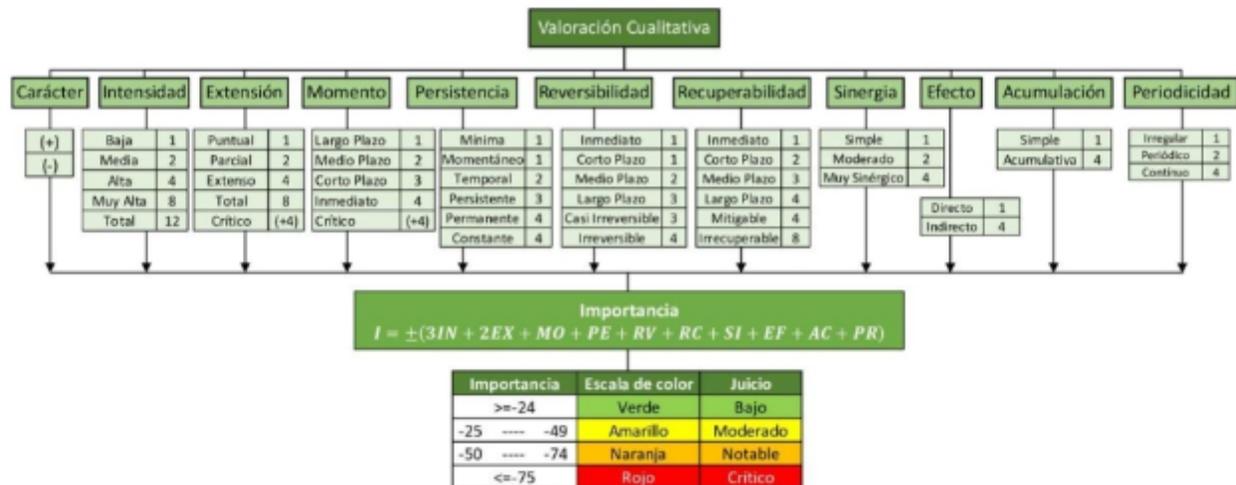
Físico	Agua	Erosión hídrica	Contaminación potencial de escurrimientos intermitentes	Construcción
Físico	Agua	Contaminación	Riesgo de contaminación del agua por manejo inadecuado de residuos sólidos y peligrosos	Todas
Físico	Aire	Visibilidad	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	Todas
Físico	Paisaje	Calidad	Alteración de la estética del paisaje natural	Construcción y 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	Fragmentación de hábitat vegetal
3	Biótico	Flora	Afectación en el crecimiento y reproducción natural de las plantas
4	Biótico	Fauna	Alteración de patrones de comportamiento y tránsito de fauna
5	Biótico	Fauna	Pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna local
6	Físico	Topografía	Incremento de la inestabilidad local del terreno
7	Físico	Topografía	Modificación puntual del relieve
8	Físico	Suelo	Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos
9	Físico	Suelo	Reducción de la porosidad y capacidad de infiltración
10	Físico	Suelo	Incremento en el riesgo de erosión hídrica y eólica
11	Físico	Agua	Contaminación potencial de escurrimientos intermitentes
12	Físico	Agua	Riesgo de contaminación del agua por manejo inadecuado de residuos sólidos y peligrosos
13	Físico	Aire	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero
14	Físico	Paisaje	Alteración de la estética del paisaje natural

#### ***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 Error: no se encontró el origen de la referencia-21. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-82. 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	-	4	1	1	2	3	3	2	1	4	1	-31	Moderado
2	Biótico	Flora	Fragmentación de hábitat vegetal	-	1	1	1	3	3	3	2	1	1	4	-23	Bajo
3	Biótico	Flora	Afectación en el crecimiento y reproducción natural de las plantas	-	1	1	4	2	3	3	2	1	1	1	-22	Bajo
4	Biótico	Fauna	Alteración de patrones de comportamiento y tránsito de fauna	-	1	1	4	1	2	4	1	4	1	4	-26	Moderado
5	Físico	Fauna	Pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna local	-	2	1	4	2	2	3	2	4	1	4	-30	Moderado
6	Físico	Topografía	Incremento de la inestabilidad local del terreno	-	4	2	4	4	2	4	2	4	1	4	-41	Moderado
7	Físico	Topografía	Modificación puntual del relieve	-	4	2	4	4	4	8	2	4	4	4	-50	Notable
8	Físico	Suelo	Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	-	2	1	2	2	3	2	1	1	1	1	-21	Bajo
9	Físico	Suelo	Reducción de la porosidad y capacidad de infiltración	-	2	2	4	2	3	4	1	1	1	2	-28	Moderado
10	Físico	Suelo	Incremento en el riesgo de erosión hídrica y eólica	-	1	2	3	2	1	2	1	4	1	2	-23	Bajo
11	Físico	Agua	Contaminación potencial de escurrimientos	-	1	1	2	1	2	3	1	1	1	2	-18	Bajo

			intermitentes														
12	Físico	Agua	Riesgo de contaminación del agua por manejo inadecuado de residuos sólidos y peligrosos.	-	2	1	2	2	3	2	1	1	1	1	-21	Bajo	
13	Físico	Aire	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	-	1	1	1	4	3	1	1	1	1	2	-19	Bajo	
14	Físico	Paisaje	Alteración de la estética del paisaje natural	-	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 **Moderado** que manifiesta una intensidad **alta**, 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 **temporal** en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al **largo plazo** con una recuperabilidad a **mediano plazo**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **moderado** que tendrá un efecto **directo** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **acumulativo** en el sistema ambiental e **irregular** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

**2. Fragmentación de hábitat vegetal.** 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 **persistente** en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al **largo plazo** con una recuperabilidad a **mediano plazo**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **moderado** que tendrá un efecto **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.

**3. Afectación en el crecimiento y reproducción natural de las plantas.** 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 **inmediato**. Este impacto tendrá una persistencia **temporal** en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al **largo plazo** con una recuperabilidad a **mediano plazo**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **moderado** que tendrá un efecto **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.

**4. Alteración de patrones de comportamiento y tránsito de fauna.** 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 **momentánea** 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 **indirecto** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **simple** en el sistema ambiental y **continuo** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

**5. Pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna local.** Es un impacto **Moderado** que manifiesta una intensidad **media**, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **puntual** y de acuerdo al momento de su manifestación será **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 **mediano plazo**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **moderado** que tendrá un efecto **indirecto** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **simple** en el sistema ambiental y **continuo** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

**6. Incremento de la inestabilidad local del terreno.** Es un impacto **Moderado** que manifiesta una intensidad **alta**, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **parcial** y de acuerdo al momento de su manifestación será **inmediato**. Este impacto tendrá una persistencia **permanente** en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al **mediano 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 **simple** en el sistema ambiental y **continuo** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

**7. Modificación puntual del relieve.** Es un impacto **Notable** que manifiesta una intensidad **alta**, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **parcial** y de acuerdo al momento de su manifestación será **inmediato**. Este impacto tendrá una persistencia **permanente** en el sitio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será **irreversible** con una recuperabilidad **irrecuperable**, 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.

**8. 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 al **largo 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.

**9. Reducción de la porosidad y capacidad de infiltración.** 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.

**10. Incremento en el riesgo de erosión hídrica y eólica.** 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.

**11. Contaminación potencial de escurrimientos intermitentes.** 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.

**12. Riesgo de contaminación del agua por manejo inadecuado de residuos sólidos 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 al **largo 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.

**13. 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.

**14. Alteración de la estética del paisaje natural.** 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 escales temporales y espaciales usando diferentes indicadores ambientales.

En general la técnica utilizada es un método sistematizado para la comparación de diferentes alternativas de acciones sobre los componentes ambientales y alguna manera induce a la toma de decisiones, dado que se obtiene una cifra de alteración de la calidad ambiental para cada alternativa propuesta.

## **VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

### **VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas**

Las medidas que se establecen están basadas en los resultados de la caracterización de las actividades y el medio ambiente y en la normatividad ambiental aplicable. De esta forma, cada medida descrita en este apartado tiene como fin prevenir, restaurar, mitigar y/o compensar las alteraciones ambientales significativas a cada componente del medio ambiente. Estas medidas consisten en disposiciones y recomendaciones técnico-ambientales y normativas que tendrán que llevarse a cabo cuando sea necesario con la finalidad de evitar al máximo la perturbación de los recursos naturales y disminuir el riesgo de incidentes o accidentes que causen su degradación.

#### **VI.1.1. Clasificación de las medidas**

La agrupación de las medidas propuestas obedece a factores ambientales, propósito de la medida y desarrollo cronológico de cada una de ellas con relación a su etapa de aplicación. Las categorías de las medidas establecidas en el plan de manejo ambiental se agrupan de la manera siguiente:

##### **A) Medidas preventivas**

Estas tienen como finalidad anticiparse a los posibles impactos ambientales que pudieran registrarse por la ejecución o como resultado de las actividades programadas en cualquiera de las etapas establecidas. En estas se plasman las consideraciones ambientales desde el diseño y su forma de ejecución a fin de evitar o en el caso extremo disminuir los impactos ambientales provocados. Todo esto bajo la premisa de que siempre es mejor no producir impactos que corregirlos cuando llegue a suponerse una corrección total, por lo cual se considera este subgrupo como el más importante por la trascendencia de la prevención.

## **B) Medidas de mitigación**

La mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos negativos que las acciones pueda generar sobre el entorno humano y natural. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser ello posible, se restablecen al menos las propiedades básicas iniciales.

## **C) Medidas de restauración**

También denominadas como de **corrección o de rehabilitación**. Este tipo de medidas tiene como propósito recuperar, rescatar o reconstruir aquel componente ambiental, que no pudo ser evitado desde el diseño de las acciones y obras, y por tanto será modificado o alterado de sus condiciones actuales. El momento indicado para la aplicación de las medidas de restauración es inmediatamente después de terminadas las actividades que propiciaron la modificación o alteración de los factores del medio ambiente, previamente evaluadas las condiciones antes y después de que ocurra el impacto.

## **D) Medidas de compensación**

Las medidas de compensación buscan producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a uno de carácter adverso. Solo se lleva a cabo en las áreas en que los impactos negativos significativos no pueden mitigarse. La compensación se utiliza cuando no es posible mitigar los impactos. Las medidas de compensación pretenden equilibrar el daño provocado irremediablemente a través de obras, acciones o remuneraciones al ambiente.

### ***VI.1.2. Medidas propuestas por cada elemento ambiental***

#### **VI.1.2.1. Flora**

1. Prohibir la remoción de la vegetación (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados).
2. Prohibir el uso del fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales.
3. Aplicar un programa de abandono del sitio, que implique la reforestación del sitio.
4. Implementar un programa de rescate y reubicación de flora y fauna.
5. Minimizar el uso de maquinaria pesada en zonas con cobertura vegetal para reducir la compactación del suelo y el daño a raíces.
6. Promover la regeneración natural en zonas menos impactadas mediante la protección de brotes y plántulas.
7. Implementar técnicas de siembra directa y dispersión de semillas en áreas degradadas.

#### **VI.1.2.2. Fauna**

8. Ahuyentar de manera temporal la fauna silvestre antes de iniciar cualquier actividad.
9. Prohibición de caza de fauna silvestre.
10. Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.
11. Realizar capacitaciones periódicas al personal sobre la importancia de la fauna local y las acciones para su protección.
12. Mantener cerrados y protegidos los contenedores de residuos para evitar que la fauna silvestre los utilice como fuente de alimento.
13. Implementar horarios específicos de trabajo para reducir el impacto acústico en los momentos de mayor actividad de la fauna.

### **VI.1.2.3. Topografía**

14. Delimitación del área de trabajo.
15. Diseño del sitio con criterios de estabilidad.
16. Estabilización temporal de taludes.
17. Minimización del uso de maquinaria pesada.
18. Reconfiguración del terreno alterado.
19. Revegetación de taludes y superficies expuestas.

### **VI.1.2.4. Suelo**

20. Manejo adecuado de los residuos sólidos.
21. Se prohíbe realizar mantenimiento a vehículos y maquinaria en el sitio.
22. Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.
23. Implementar mecanismo de recolección de grasas y aceite (casos fortuitos).
24. Implementar un programa de restauración en el abandono del sitio.
25. 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.
26. Se deberán suavizar los taludes durante la etapa de abandono del sitio.
27. 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.
28. 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.
29. 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. Agua**

30. Instalar sanitario portátil en el frente de obra.
31. Realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvias.
32. Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos.
33. Restringir el movimiento de vehículos fuera de las áreas autorizadas.
34. El camino por rehabilitar deberá contar con cunetas para el desvío del agua para evitar la destrucción de este.
35. Se hará un muestreo semestral de las corrientes de agua para comprobar su calidad.
36. Implementar un sistema de drenaje adecuado en el sitio para evitar encharcamientos y erosión.
37. 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.1.2.6. Aire**

38. Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.
39. Se prohíbe el uso de fuego en cualquiera de las actividades.
40. Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr dentro del sitio.
41. Mantenimiento preventivo y correctivo a los caminos de acceso.
42. Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.
43. 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.
44. Establecer un programa de riego periódico en zonas con tránsito frecuente de vehículos y maquinaria para minimizar la emisión de partículas suspendidas.
45. Implementar un monitoreo de calidad de aire en la zona para evaluar el impacto negativo en caso de producirse.

#### **VI.1.2.7. Paisaje**

46. Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina.
47. Manejo adecuado de los residuos.
48. Diseñar la disposición de residuos y escombros en zonas de baja visibilidad o integrarlas con el relieve existente.
49. Rehabilitar las áreas intervenidas con cobertura vegetal nativa para integrar visualmente el sitio al entorno.

#### **VI.1.2.8. Sociedad**

50. Contratación de habitantes que radiquen en las poblaciones del AI.
51. Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.
52. Mantenimiento de caminos.
53. Acceso a servicios médicos (solo para los obreros).
54. Implementar un programa de sensibilización sobre seguridad laboral dirigido a los trabajadores, promoviendo la cultura de prevención de accidentes.
55. Garantizar condiciones laborales dignas, con horarios de trabajo adecuados y el respeto a los derechos laborales, para evitar el agotamiento o accidentes laborales.
56. Establecer brigadas de primeros auxilios dentro de las instalaciones del proyecto y proporcionar acceso a equipos médicos básicos en el sitio de trabajo.
57. 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.

#### **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 Error: no se encontró el origen de la referencia-83. Descripción general de las especies incluidas en la NOM – 051

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DESCRIPCIÓN
AVES	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pajarero	Miden entre 24 y 36 cm. La macho pesa de 82 a 105 g y la hembra entre 144 y 208 g. Son aves relativamente cuadrada; alas cortas y redondeadas con una envergadura de 0.6 m. En adultos, corona, nuca y dorso color blanquecinos con rayas de color canela, pecho canela, más oscuro en las migratorias de Norteamérica, con cobertoras inferiores y bordes de la cola color blanco, con tres bandas café-negruczas. Los inmaduros con color ante; parte ventral blanquecino con rayas café-rojizo opacas, garganta blanquecina con manchas café a veces se les nota un barrado en los flancos y costados rojizo. En Norteamérica se reproduce de abril-junio a enero-julio. Anida en bosques de coníferas. El periodo de incubación es de 30 a 32 días.
	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	En ambos sexos el plumaje es casi todo negro excepto las últimas plumas debajo de las alas, tiene unas cobertoras amarillas con la punta negra; los ejemplares jóvenes poseen un color más claro. Se alimenta de pichones de pequeños reptiles. Nidifica en los árboles altos, donde construye una plataforma fabricada con palos y junco.
	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Halcón grande con una longitud total de 375 a 525 mm y envergadura de 96 a 119 cm, de constitución gruesa, las largas y puntiagudas con base ancha, cola más bien corta y angosta. En reposo, el extremo de las alas y el iris es café oscuro, la órbita del ojo está desnuda, el pico es azul plomizo y la punta negra. Los sexos son similares. El adulto tiene cere, anillo orbital y patas color amarillo brillante. Garganta y partes inferiores de color blanco. Las partes inferiores con manchas y barras negruzcas. Cola negra con la punta blanca, la parte exterior de la cola y la parte interna con 3-5 barras blanquiczas. Habita muchos biomas terrestres, no parece tener preferencia por un tipo de compuesto principalmente de aves, desde pequeñas con un peso no menor a 10 gr (por ejemplo, los colibríes) hasta grandes (2 kg).
	<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codorniz Pinta	Son aves que miden de 17 a 24 cm de largo, lo que las convierte en una de las especies más pequeñas de las codornices, la cola es bastante pequeña y la apariencia rechoncha. Pesan unos 180 g. Los machos tienen un patrón conocido como de arlequín. Tienen una larga cresta color ante que cuelga hacia atrás. Las plumas de la cubierta de las alas son color ante oscuro con manchas negras claras, y los costados presentan un patrón de barras. Su hábitat incluye bosques abiertos, más frecuentemente de encino, pero también de pino-encino y de juniper. Presente en pendientes de colinas y cañones. Consume principalmente raíces de plantas que las otras especies no comen.
	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	Presenta la ausencia de plumas en la región del rostro, o bien puede presentar bandas de pequeñas plumas de color rojo carmesí y la piel del rostro es de color rosado claro. Es un ave de 250 mm. Presenta color verde, tono mate en la nuca, cuello y corona. Las plumas de cobertura y secundarias de color olivo oscuro; frente y mejillas color rojo carmesí, la rabadilla y cobertoras de la cola presentan color azul turquesa y el iris es color amarillo, patas y dedos color gris oscuro. La dieta consiste en varios tipos de frutas, vainas, semillas y flores.
REPTILES	<i>Crotalus molossus</i> <i>Crotalus willardi</i> <i>Crotalus pricei</i>	Víbora de Cascabel Víbora de Cascabel Cascabelilla	Las serpientes de cascabel ( <i>Crotalus</i> ) son un género de la subfamilia de las víboras de foseta dentro de la familia de las serpientes venenosas y endémicas del continente americano, desde el sureste de Canadá al norte de Argentina. La especie más reconocida como la serpiente más venenosa de Norteamérica. Algunas especies pueden alcanzar hasta 2.5 metros de largo y 2.5 kg de peso. Según la especie exacta, tienen un cuerpo delgado y compacto. Su cabeza es más bien plana y se dice que el centro del cuerpo está rodeado de escamas que están colocadas en 21 - 29 filas. El color de fondo de estas serpientes varía de rojizo a pardo e incluso negro. Una fila de manchas oscuras de forma romboédrica pasa por la espalda y los costados. En el extremo de la cola que en caso de peligro les permiten emitir un sonido de aviso que les ayuda a protegerse de ser pisada por los grandes mamíferos. Con cada muda de piel se añade un aro más que ayuda a estimar la edad del animal. Sin embargo, este método no es confiable ya que el cascabel de la serpiente puede romperse, perdiendo así, la cuenta de la edad.

---

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DESCRIPCIÓN
REPTILES	<i>Pituophis deppei</i>	Alicante	Una serpiente de la familia Colubridae y subfamilia Colubrinae. Mide alrededor de 1.6 m y vive en ambientes áridos como matorral xerófilo y chaparral, en la parte central de Puebla hasta el sur de Chihuahua. Se trata de México. La culebra sorda mexicana se caracteriza por tener una coloración amarilla mostaza con manchas de color café y negro. La amplitud de su cuerpo. Su cola es café y las suturas de las escamas labiales presentan coloración negra. Presenta una coloración blanca y crema. Puede llegar a medir 1,6 metros de longitud.

---

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-84. Descripción gráfica de las especies incluidas en la NOM - 059



*Accipiter striatus*



*Buteo albonotatus*



*Falco peregrinus*



*Cyrtonyx montezumae*



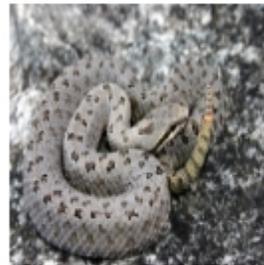
*Ara militaris*



*Crotalus molokaiensis*



*Crotalus willardi*



*Crotalus pricei*



*Pituophis catenifer*

#### 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.1.4.4.4. Método para el manejo de las especies**

En caso de identificarse algún individuo, deberá aplicarse el mejor método de rescate.

##### **VI.1.4.4.4.1. 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.1.4.4.4.2. 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 impregnación.** Se sugiere en caso de tener que alimentar, cuidar o rescatar algún ejemplar seguir estas indicaciones:

- 1) Infórmese sobre los hábitos y comportamientos del ave que está criando para imitar a los padres.
- 2) Coloque un espejo, en la caja o jaula, en el que pueda ver su cuerpo entero.
- 3) 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 taparlo de inmediato. Es muy importante asegurarse que el recipiente no pueda destaparse en forma accidental, usando una cuerda o cinta aislante. Colocar el recipiente en algún lugar visible, alejado de toda la gente y en la sombra, hasta el momento en que se vaya a hacer la reubicación. El recipiente debe estar claramente identificado con una etiqueta que diga "**Víbora de cascabel viva**" y se debe liberar nuevamente en un área segura a las pocas horas de ser capturada.
- Para liberar a la víbora, colocar el recipiente en el piso, quitar la tapa y voltear el recipiente con cuidado, manteniendo el recipiente como barrera de protección. Las pinzas o ganchos pueden ayudar para remover la tapa y ayudar a la víbora para que se salga del recipiente. O simplemente dejar el recipiente abierto para darle lugar a que la víbora se salga tranquilamente.

El equipo recomendado para esta operación es el siguiente:

- Gancho y/o pinzas para víboras, que tengan un mango largo y con una pinza que no vaya a lastimar a las víboras. También se puede usar un rastrillo o una escoba, pero debe de tenerse cuidado en cómo manejarlas porque las víboras son bastante frágiles.
- Un recipiente para transportar a la víbora. Esto puede ser una cubeta de basura con agarraderas y con tapa de seguridad. El recipiente ideal puede ser de color claro para que no absorba el calor del sol, se deben hacer unos hoyos pequeños en la tapa para ventilación y poner una etiqueta que diga "**Víbora de cascabel viva**".

#### **VI.1.4.4.4. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-85. 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 ( $300 \text{ m}^2$ ). 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-86. Erosión total para el sitio con el CUSTF.**

Factor	Erosión (ton/ha/año)	
	Hídrica	Eólica
CUSTF	67.58	14.5

#### 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 fajinas de material siguiendo las curvas del nivel del terreno; esto es, colocar barreras de material muerto perpendiculares a la pendiente del terreno para que propicien la disminución de la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que intercepten los posibles materiales y azolves que se erosionen ladera arriba. La localización geográfica del sitio donde se establecerán los acordonamientos corresponde son las áreas aledañas al sitio donde se realizará la obra. En el supuesto que el material vegetal no sea lo suficiente para cumplir la meta estas barreras se construirán con piedras del sitio. El cálculo del volumen de azolve a retener con la construcción de este tipo de obras es el siguiente:

1. Se realiza un modelo de cubicación de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto con las dimensiones siguientes:

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-87. 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:

$$IV = \left( 2 + \frac{P}{3 \text{ ó } 4} \right) * 0.305$$

donde: IV = intervalo vertical o desnivel (m), P= pendiente del terreno (%), 3= factor que se utiliza donde la precipitación anual es menor a 1200 mm, 4 = factor que se utiliza donde la precipitación anual es mayor a 1200 mm y 0.305 = factor de conversión de pies a metros.

Sustituyendo los valores del área de estudio;

$$IV = \left( 2 + \frac{P}{3} \right) * 0.305$$

3. Posteriormente se estima el intervalo horizontal (IH).

$$IH = \left( \frac{IV}{P} \right) * 100$$

4. El volumen de azolve que puede retener el acordonamiento se estima con la expresión siguiente:

$$Vol = \left[ \left( \frac{IH * H}{2} * L \right) \right] * FE = 1.3 \text{ m}^3$$

dónde: IH= espaciamiento (m), H= altura (m), L= largo o longitud (m) y FE= factor de espaciamiento

5. Calculado el volumen que puede retener la presa modelo el siguiente paso es convertirlo los metros cúbicos a toneladas, para lo cual se utiliza la densidad aparente de la clase de textura que en este caso es franco.

$$Vol = 1.3 * 1.4 = 1.76$$

La meta es lograr **132.25 metros** de acordonamiento de material vegetal muerto para retener parte de la erosión potencial total, equivalente a **10.58 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-88. Ejemplo de un modelo de cubicación de una presa filtrante de piedra**

Dimensiones del muro (m)			Volumen (m <sup>3</sup> )	Dimensiones del talud (m)			Volumen (m <sup>3</sup> )	Volumen total (m <sup>3</sup> )
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:

$$E = \frac{H}{P} = \frac{1}{0.25} * 100 = 4.0 \text{ m}$$

**dónde: E= espaciamiento (m), H= altura (m) y P= pendiente de la cárcava (%).**

3. Se cubica el volumen de azolve a retener usando la expresión siguiente.

$$V = \frac{E * H}{2} * Largo = \frac{4 * 1}{2} * 5 = 10 \text{ m}^3$$

4. Calculado el volumen que puede retener el modelo de cubicación de la presa filtrante, el siguiente paso es convertir los metros cúbicos a toneladas, para lo cual se utiliza la densidad aparente de la clase de textura que en este caso es franco con una densidad aparente es de 1.1 g/cm<sup>3</sup> (cuadro siguiente).

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-89. Clases texturales del suelo y densidad aparente en (gramos)/cm**

Clases texturales	Densidad aparente (gramos/ cm <sup>3</sup> )
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 **48.1 toneladas**. Finalmente, se divide la erosión total a retener entre el volumen de la presa hipotética, como se muestra en el cuadro siguiente:

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-90. 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	m <sup>3</sup>
Densidad	1.1	gr/cm <sup>3</sup>
Volumen	14.3	Toneladas
Erosión total	82.1	Toneladas
Número de presas	5	Cantidad
Metros cúbicos de presas	48.1	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 (57.2) se requiere de la construcción de **5 presas** que tendrán un volumen de **71.5 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 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 vegetación secundaria arbórea de bosque de encino. Se busca minimizar el impacto ambiental derivado de las actividades 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 no 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.

#### **Metas**

Rescatar y reubicar el 100% de especies enlistadas en la NOM, 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 *Pinus*. La reforestación propuesta es con fines de conservación, protección y restauración es decir es una medida de compensación a la remoción de la vegetación por el CUSTF.

#### **VI.1.7.1. 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 *P. teocote* y *P. durangensis* 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 hectárea** de *Pinus teocote* y *Pinus durangensis*

#### **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.

- *Pinus teocote*
- *Pinus durangensis*

##### **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.

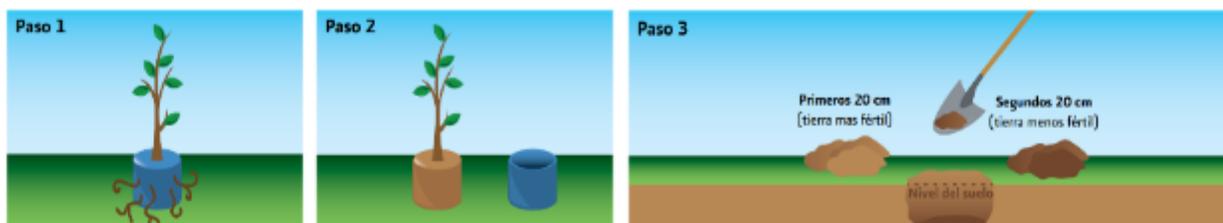
#### VI.1.7.4.4. Época de la plantación

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 Error: no se encontró el origen de la referencia-22. 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 deforme o su muerte.
4. Debe colocarse una sola planta por cepa. Si se colocan dos o más plantas en la misma cepa es probable que las dos logren establecerse y compitan por los nutrientes, lo que provocará un crecimiento lento de ambas plantas.

**VI.1.7.4.6. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-91. 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 de desarrollo del proyecto son:

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-92. Medidas propuestas para los diversos componentes ambientales**

Componente	Clave Medida	Medida	Preparación del sitio	Construcción	Operación - mantenimiento	Abandono del sitio
Flora	1	Prohibir la remoción de la vegetación (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados).	X			
Flora	2	Prohibir el uso del fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales.	X	X	X	X
Flora	3	Aplicar un programa de abandono del sitio, que implique la reforestación del sitio.				X
Flora	4	Implementar un programa de rescate y reubicación de flora y fauna.	X			
Flora	5	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
Flora	6	Promover la regeneración natural en zonas menos impactadas mediante la protección de brotes y plántulas.				X
Flora	7	Implementar técnicas de siembra directa y dispersión de semillas en áreas degradadas.	X	X	X	X
Fauna	8	Ahuyentar de manera temporal la fauna silvestre antes de iniciar cualquier actividad.	X	X	X	
Fauna	9	Prohibición de caza de fauna silvestre.	X	X	X	
Fauna	10	Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.	X	X	X	
Fauna	11	Realizar capacitaciones periódicas al personal sobre la importancia de la fauna local y las acciones para su protección.	X	X	X	
Fauna	12	Mantener cerrados y protegidos los contenedores de residuos para evitar que la fauna silvestre los utilice como fuente de alimento.	X	X	X	X
Fauna	13	Implementar horarios específicos de trabajo para reducir el impacto acústico en los momentos de mayor actividad de la fauna.	X	X	X	X

*Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular*  
**[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]**

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Topografía	14	Delimitación del área de trabajo.	X			
Topografía	15	Diseño del sitio con criterios de estabilidad.			X	
Topografía	16	Estabilización temporal de taludes.	X	X	X	
Topografía	17	Minimización del uso de maquinaria pesada.	X	X	X	
Topografía	18	Reconfiguración del terreno alterado.				X
Topografía	19	Revegetación de taludes y superficies expuestas.				X
Suelo	20	Manejo adecuado de los residuos sólidos.	X	X	X	
Suelo	21	Se prohíbe realizar mantenimiento a vehículos y maquinaria en el sitio.	X	X	X	
Suelo	22	Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.	X	X	X	
Suelo	23	Implementar mecanismo de recolección de grasas y aceite (casos fortuitos).	X	X	X	
Suelo	24	Implementar un programa de restauración en el abandono del sitio.				X
Suelo	25	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	
Suelo	26	Se deberán suavizar los taludes durante la etapa de abandono del sitio.				X
Suelo	27	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	28	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	X	X	X	

*Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular*  
**[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]**

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

		suelos.			
Suelo	29	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	X	X
Agua	30	Instalar sanitario portátil en el frente de obra.	X	X	X
Agua	31	Realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvias.	X	X	X
Agua	32	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos.	X	X	X
Agua	33	Restringir el movimiento de vehículos fuera de las áreas autorizadas.	X	X	X
Agua	34	El camino por rehabilitar deberá contar con cunetas para el desvío del agua para evitar la destrucción de este.	X	X	X
Agua	35	Se hará un muestreo semestral de las corrientes de agua para comprobar su calidad.		X	X
Agua	36	Implementar un sistema de drenaje adecuado en el sitio para evitar encharcamientos y erosión.	X	X	X
Agua	37	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.	X	X	X
Aire	38	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	X	X	X
Aire	39	Se prohíbe el uso de fuego en cualquiera de las actividades.	X	X	X
Aire	40	Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr dentro del sitio.	X	X	X
Aire	41	Mantenimiento preventivo y correctivo a los	X	X	X

*Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular*  
**[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]**

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

		caminos de acceso.				
Aire	42	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.	×	×	×	
Aire	43	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.	×	×	×	
Aire	44	Establecer un programa de riego periódico en zonas con tránsito frecuente de vehículos y maquinaria para minimizar la emisión de partículas suspendidas.	×	×	×	
Aire	45	Implementar un monitoreo de calidad de aire en la zona para evaluar el impacto negativo en caso de producirse.	×	×	×	
Paisaje	46	Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina.				
Paisaje	47	Manejo adecuado de los residuos.	×	×	×	
Paisaje	48	Diseñar la disposición de residuos y escombros en zonas de baja visibilidad o integrarlas con el relieve existente.	×	×	×	
Paisaje	49	Rehabilitar las áreas intervenidas con cobertura vegetal nativa para integrar visualmente el sitio al entorno.				×
Sociedad	50	Contratación de habitantes que radiquen en las poblaciones del AI.	×	×	×	×
Sociedad	51	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	×	×	×	×
Sociedad	52	Mantenimiento de caminos.	×	×	×	×
Sociedad	53	Acceso a servicios médicos (solo para los obreros).	×	×	×	×
Sociedad	54	Implementar un programa de sensibilización sobre seguridad laboral dirigido a los trabajadores, promoviendo la cultura de prevención de accidentes.	×	×	×	
Sociedad	55	Garantizar condiciones laborales dignas, con horarios de trabajo adecuados y el respeto a los derechos laborales, para evitar el agotamiento o accidentes laborales.	×	×	×	×

*Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular*  
**[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]**

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Sociedad	56	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
Sociedad	57	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

**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.
- 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-93. Procedimiento de cumplimiento de las medidas de mitigación prop**

Impacto	Clave	Medida	Componentes indirectos que beneficia	Forma de mitigación de impactos	Esp
Fragmentación de hábitat vegetal	1	Prohibir la remoción de la vegetación (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados).	Biota, Suelo, Paisaje	Con la delimitación del polígono para la instalación y construcción del Robbins, se estará garantizando que no se afecte la vegetación fuera del área de trabajo.	Evitar al sitio
Afectación en el crecimiento y reproducción natural de las plantas	2	Prohibir el uso del fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales.	Biota, Suelo, Paisaje	Reduce el riesgo que provocar incendios forestales por actividades antrópicas.	Evitar al sitio
Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	3	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.	Estable especi
Alteración de patrones de comportamiento y tránsito de fauna	4	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.	Estable especi
Afectación en el crecimiento y reproducción natural de las plantas	5	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 la zona de trabajo se evitará la erosión compactación del terreno.	Utilizar para duante
Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	6	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	Prohib áreas
	7	Implementar técnicas de siembra directa y dispersión de semillas en áreas degradadas.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Localizar áreas propiciar donde se pueden establecer especies vegetales mediante el brote de semillas o siembra directa	Regen perturb
Alteración de patrones de comportamiento y tránsito de fauna	8	Ahuyentar de manera temporal la fauna silvestre antes de iniciar cualquier actividad.	Biota	Permitir el ahuyentamiento de la fauna es la medida más efectiva y ayudará a no tener afectaciones.	Ahuye antes c
	9	Prohibición de caza de fauna silvestre.	Biota	Al informar acerca de las características e importancia de la fauna, y prohibición de la cacería se tendrá un efecto de conciencia ambiental.	Prohib diferen
	10	Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.	Biota	Al informar acerca de las características e importancia de la fauna, y prohibición de la cacería se tendrá un efecto de conciencia	Elabor la proh

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

				ambiental.	
Pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna local	11	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 con importan perturb por el
	12	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	Tene conten evitar alimen
Alteración de patrones de comportamiento y tránsito de fauna	13	Implementar horarios específicos de trabajo para reducir el impacto acústico en los momentos de mayor actividad de la fauna.	Biota, Social	Respetar las jornadas de trabajo en apego al cronograma de actividades establecido	Queda de ma trabajo
Reducción de la porosidad y capacidad de infiltración	14	Delimitación del área de trabajo.	Biota, Suelo, Paisaje	Con la delimitación del polígono para la instalación y construcción del Robbins, se estará garantizando que no se afecte la vegetación fuera del área de trabajo.	Evitar al sitio
Incremento de la inestabilidad local del terreno	15	Diseño del sitio con criterios de estabilidad.	Suelo, Agua	Aplicar criterios geotécnicos desde la etapa de planeación para garantizar que el sitio mantenga su estabilidad física.	Verifica taludes reforza periódi
Modificación puntual del relieve	16	Estabilización temporal de taludes.	Suelo, Agua	Utilizar barreras físicas, mallas orgánicas o geotextiles durante la etapa constructiva para evitar desprendimientos.	Revisio instala detecta funcio
Reducción de la porosidad y capacidad de infiltración	17	Minimización del uso de maquinaria pesada.	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Limitar el tránsito y operación de maquinaria a zonas estrictamente necesarias, utilizando equipo de menor peso cuando sea posible.	Delimita realiza maquina aceites
Modificación puntual del relieve	18	Reconfiguración del terreno alterado.	Suelo, Agua	Restituir el perfil del terreno mediante movimiento de tierras para recuperar la forma natural del sitio.	Compae erosión escurri
Alteración de la estética del paisaje natural	19	Revegetación de taludes y superficies expuestas.	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Implementar siembra de especies nativas que faciliten el control de erosión y la integración del sitio al entorno.	Riego invaso muerta cobert

*Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular*  
**[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]**

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	20	Manejo adecuado de los residuos sólidos.	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Evitar la contaminación de las agua y suelo.	Información de los frentes específicos SEMA criterio gestión urbana con la 2002, residuos infecciosos SEMA carácter peligroso
	21	Se prohíbe realizar mantenimiento a vehículos y maquinaria en el sitio.	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Se reducen la contaminación al suelo y agua al prohibir estas actividades en el sitio.	En el sitio se brindará mantenimiento a vehículos las especificaciones NOM-133-NOM-001
	22	Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Remediar y corregir en caso de existir la mala disposición de los residuos sólidos.	Realizar jornadas de limpieza de los caminos
Contaminación potencial de escurrimientos intermitentes	23	Implementar mecanismo de recolección de grasas y aceite (casos fortuitos).	Suelo, 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 son obligatorias
Alteración de la estética del paisaje natural	24	Implementar un programa de restauración en el abandono del sitio.	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Se efectuará un abandono del sitio con el objetivo de mitigar los impactos negativos.	Las obras de restauración se aprovechan para la construcción de caminos
Incremento en el riesgo de erosión hídrica y eólica	25	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.	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Al colocar material de buena calidad se propiciará el cuidado de los caminos evitando que el suelo se erosione y se contamine el agua.	Se colocará material de buena calidad en todas las obras de restauración para evitar el acceso de vehículos

*Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular*  
**[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]**

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Incremento de la inestabilidad local del terreno	26	Se deberán 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 pro obras progra
Afectación en el crecimiento y reproducción natural de las plantas	27	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	Manten activid durante
Incremento en el riesgo de erosión hídrica y eólica	28	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	Identifi dañada restaur implem
Afectación en el crecimiento y reproducción natural de las plantas	29	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.	Suelo, Flora	Ayudar a la restauración natural y la recuperación de zonas con problemas de erosión	Identifi vegeta incorp resulta vegeta
Riesgo de contaminación del agua por manejo inadecuado de residuos sólidos y peligrosos	30	Instalar sanitario portátil en el frente de obra.	Agua, Suelo	El sanitario servirá para evitar que las aguas residuales entren en contacto con el suelo y el agua en el sitio.	Cump que e seguri trabajo propor para lo
Incremento en el riesgo de erosión hídrica y eólica	31	Realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvias.	Suelo, Agua, Paisaje	Al realizar el mantenimiento fuera del temporal de lluvias se extiende de los caminos y se evita generar daños mayúsculos al componente suelo.	Se llev estiaje caminos
Incremento en el riesgo de erosión hídrica y eólica	32	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos.	Suelo, Agua	La colocación de material de calidad asegurará que los caminos se mantengan en buenas condiciones.	La re utilizar erosión
Reducción de la porosidad y capacidad de infiltración	33	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 para el

*Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular*  
[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Incremento en el riesgo de erosión hídrica y eólica	34	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	Favorece evitar transitar la erosión específica 015-SB que protege la agropecuaria del estado
Contaminación potencial de escurrimientos intermitentes	35	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.	Mantener del agua específica NOM 127-SB 2002.
Incremento en el riesgo de erosión hídrica y eólica	36	Implementar un sistema de drenaje adecuado en el sitio para evitar encharcamientos y erosión.	Agua, Suelo	Tener control sobre las descargas a fin de evitar accidentes en los frentes de trabajo	Evitar hídrico fértil
Contaminación potencial de escurrimientos intermitentes	37	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.	Agua, Social	Implementar campañas de concientización de las personas relacionadas con la preservación y cuidado del agua	Realizar concientización y cercanía
Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	38	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 deberán NOM-0
	39	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 todo el
	40	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	Control los veh
	41	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 apropiado acceso desag
	42	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.	Social	Reducción de ruido por tener mantenimiento adecuado los equipos y vehículos.	Cumplir mantener equipo NOM-0

*Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular*  
**[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]**

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

	43	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.	Agua, suelo	Mitigación en la contaminación por partículas en dispersión durante el transporte de los minerales	Cumplir con el NOM-006 estableciendo límites de partículas en suspensión para el transporte de materiales peligrosos para el medio ambiente.
Incremento en el riesgo de erosión hídrica y eólica	44	Establecer un programa de riego periódico en zonas con tránsito frecuente de vehículos y maquinaria para minimizar la emisión de partículas suspendidas.	Agua, suelo	Mitigación en la contaminación por partículas en dispersión durante el transporte de los minerales	Cumplir con el artículo 17 de la Ley de Aplicación del SEMA estableciendo límites de emisión de partículas en suspensión. Cumplir con el artículo 17 de la Ley de Aplicación del SEMA estableciendo calidad de contaminación suspendida.
Contaminación potencial de escurrimientos intermitentes	45	Implementar un monitoreo de calidad de aire en la zona para evaluar el impacto negativo en caso de producirse.	Agua, Suelo, Biota, Social	Identificar posibles fuentes de contaminación atmosférica	Cumplir con el artículo 17 de la Ley de Aplicación del SEMA para el establecimiento de zonas de evaluación de la población.
Alteración de la estética del paisaje natural	46	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 obras de construcción debe plantearse considerando lineamientos.
Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	47	Manejo adecuado de los residuos.	Agua, Biota, 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 son obligatorias.
	48	Diseñar la disposición de residuos y escombros en zonas de baja visibilidad o integrarlas con el relieve existente.	Suelo, Paisaje, Biota	Habilitar una zona para el acomodo de escombros	Evitar la generación de residuos permitidos.
Alteración de la estética del paisaje natural	49	Rehabilitar las áreas intervenidas con cobertura vegetal nativa para integrar visualmente el sitio al entorno.	Agua, Biota, Paisaje	Ayudará a aumentar la cobertura vegetal como medida de compensación ambiental, con el fin de	Establecer un programa de rehabilitación de áreas intervenidas.

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular  
[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

				disminuir los impactos negativos derivados del desarrollo minero.	
Incremento de la Calidad de vida de los habitantes. Generación de empleos a nivel local y regional	50	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 derrama económica hacia la población.	Contra
Incremento de la Calidad de vida de los habitantes. Generación de empleos a nivel local y regional	51	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 mismo concepto se sugiere que durante todas las etapas del proyecto se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	Para recomen utilicen y se Seguri
Reducción de la porosidad y de capacidad de infiltración	52	Mantenimiento de caminos.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Al mantener los caminos en buenas condiciones se evita la generación de polvos.	Manten apropia acceso desagi
Incremento de la Calidad de vida de los habitantes. Generación de empleos a nivel local y regional	53	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	Brinda en ca trabaja médico
	54	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
	55	Garantizar condiciones laborales dignas, con horarios 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
	56	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	Evitar

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular  
[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

				zonas de trabajo	
	57	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	Brinda en ca trabaja médico

## 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-94. Identificación de los impactos residuales.**

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	Índice de CA		$CA_N$ Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			$CA_1$	$CA_2$			$IN_1$	$IN_2$	
Biótico	Flora	Desmonte	0.63	0.52	-0.1	80	50.4	41.6	-8.8
Biótico	Flora	Fragmentación	0.46	0.33	-0.13	40	18.4	13.2	-5.2
Biótico	Flora	Estructura y composición	0.42	0.34	-0.08	60	25.2	20.4	-4.8
Biótico	Flora	Biodiversidad	0.52	0.51	-0.01	40	20.8	20.4	-0.4
Biótico	Flora	Especies de interés	0.38	0.553	0.173	20	7.6	11.1	3.5
Biótico	Fauna	Desplazamiento	0.60	0.53	-0.07	30	18.0	15.9	-2.1
Biótico	Fauna	Mortandad	0.43	0.41	-0.02	20	8.6	8.2	-0.4
Biótico	Fauna	Abundancia	0.47	0.39	-0.08	40	18.8	15.6	-3.2
Biótico	Fauna	Biodiversidad	0.51	0.41	-0.1	40	20.4	16.4	-4.0
Biótico	Fauna	Especies de interés	0.49	0.36	-0.13	40	19.6	14.4	-5.2
Físico	Topografía	Pendiente	0.52	0.39	-0.13	20	10.4	7.8	-2.6
Físico	Topografía	Relieve	0.51	0.42	-0.09	15	7.7	6.3	-1.4
Físico	Topografía	Orientación	0.49	0.42	-0.07	15	7.4	6.3	-1.1
Físico	Topografía	Curvatura	0.43	0.39	-0.04	10	4.3	3.9	-0.4
Físico	Suelo	Contaminación	0.52	0.42	-0.1	20	10.4	8.4	-2.0
Físico	Suelo	Compactación	0.62	0.38	-0.24	20	12.4	7.6	-4.8
Físico	Suelo	Temperatura	0.44	0.61	0.17	10	4.4	6.1	1.7
Físico	Suelo	Materia orgánica	0.61	0.41	-0.2	30	18.3	12.3	-6.0
Físico	Suelo	Erosión hídrica	0.39	0.37	-0.02	50	19.5	18.5	-1.0
Físico	Suelo	Erosión eólica	0.45	0.41	-0.04	50	22.5	20.5	-2.0
Físico	Suelo	Remoción	0.63	0.37	-0.26	20	12.6	7.4	-5.2

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Físico	Agua	Contaminación	0.40	0.39	-0.01	25	10.0	9.8	-0.3
Físico	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.39	0.37	-0.02	30	11.7	11.1	-0.6
Físico	Agua	Evapotranspiración	0.39	0.37	-0.02	25	9.8	9.3	-0.5
Físico	Aire	Olor	0.48	0.44	-0.04	10	4.8	4.4	-0.4
Físico	Aire	Visibilidad	0.51	0.49	-0.02	5	2.6	2.5	-0.1
Físico	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.43	0.41	-0.02	20	8.6	8.2	-0.4
Físico	Aire	Ruidos	0.59	0.55	-0.04	20	11.8	11.0	-0.8
Físico	Paisaje	Calidad	0.61	0.58	-0.03	20	12.2	11.6	-0.6
Físico	Paisaje	Visitantes	0.41	0.66	0.25	20	8.2	13.2	5.0
Físico	Infraestructura	Caminos	0.42	0.49	0.07	20	8.4	9.8	1.4
Físico	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.38	0.52	0.14	10	3.8	5.2	1.4
Físico	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.43	0.11	5	1.6	2.2	0.6
Socioeconómico	Valores históricos	Personajes	0.61	0.68	0.07	10	6.1	6.8	0.7
Socioeconómico	Cultura	Grupos étnicos	0.63	0.52	-0.11	10	6.3	5.2	-1.1
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.32	0.48	0.16	20	6.4	9.6	3.2
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	0.32	0.28	-0.04	30	9.6	8.4	-1.2
Socioeconómico	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 Error: no se encontró el origen de la referencia-95. Valor del cambio neto de los impactos residuales**

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA <sub>1</sub>	UIA <sub>2</sub>	
Flora	240	230	116.1	101.5
Fauna	170	160	80.5	66.9
Topografía	60	60	29.7	24.3
Suelo	200	210	106.3	84.6
Agua	80	80	31.5	30.1
Aire	55	65	33.7	31.6
Paisaje	40	40	20.4	24.8
Infraestructura	35	35	13.8	17.2
Valores históricos	10	10	6.1	6.8
Cultura	10	10	6.3	5.2
Centros de población	40	40	13.0	19.8
Estilos de vida	60	60	19.5	17.7
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>476.80</b>	<b>430.36</b>

Gráficamente, los valores negativos se pueden observar en la figura siguiente.

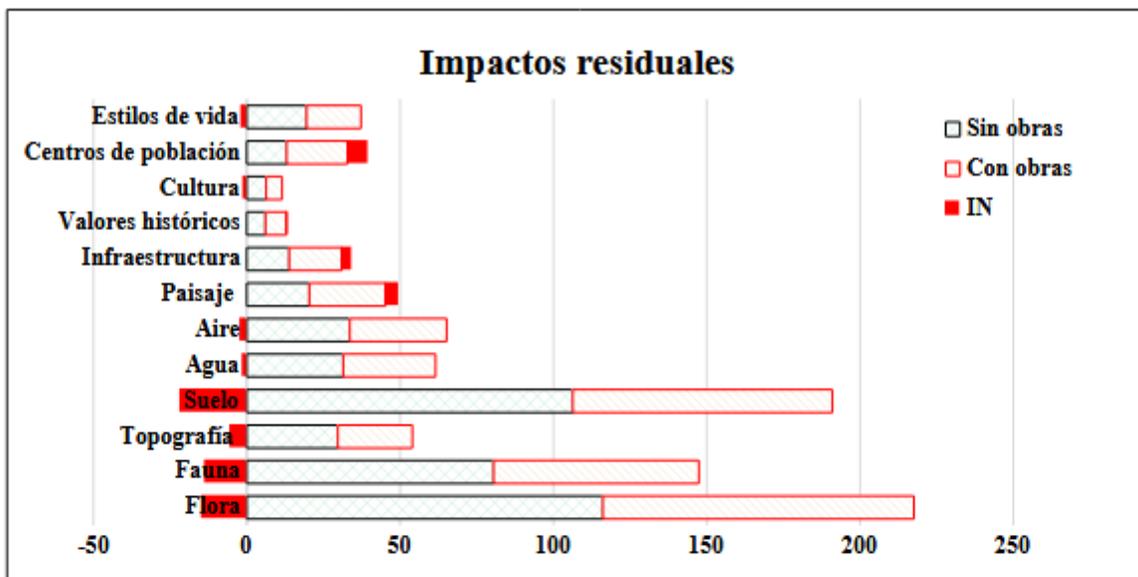


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-23. Identificación de los componentes que tienen impactos residuales

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 construcción y operación del Robbins.
- El suelo será un componente que tendrá impacto permanente, por el uso de maquinaria para la construcción e instalación del Robbins.
- El paisaje también será modificado de manera permanente, aunque con las plantaciones anuales en 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.

### 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-96. Análisis del pronóstico del escenario**

Condición actual	Con las obras, pero sin medidas de mitigación	Con las obras, pero con
Componente: Biota [ flora ]		
Impacto: [01] Modificación de la abundancia y diversidad de la flora		
Atributo o variable: Diversidad y estructura		
<p>La vegetación existente en el sitio corresponde vegetación secundaria arbórea de bosque de encino. El grado de deterioro de la vegetación es mínimo, ya que actualmente el sitio no ha sufrido alteraciones actividades antrópicas.</p> <p>La tendencia a largo plazo es que se siga disminuyendo de manera natural la calidad de la vegetación debido al establecimiento de las obras y el tránsito de vehículos.</p>	<p>Durante la etapa de preparación del sitio es inevitable la eliminación total de vegetación, ya que es una actividad necesaria para instalar contrapozo de ventilación de tipo Robbins.</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>La vegetación no podrá establecerse mientras la infraestructura encuentre presente, pues los restos vegetales pueden obstruir la obra y dañar la infraestructura.</p>	<p>Este impacto es de carácter significativo para el desarrollo del proyecto es necesario la zona planteada para la explotación.</p> <p>Se supone que con las obras de restauración se compensará la pérdida de vegetación natural, se considera que con el desarrollo de las obras se obtendrán beneficios pues se estarán restaurando la vegetación de manera natural y que sin estas obras se agravaría el deterioro.</p> <p>Se llevará un programa de reforestación en una superficie mucho mayor a la afectada por la superficie reforestada presente lo que ayudará a incluir la captura del CO<sub>2</sub> emitido durante el proyecto.</p> <p>Se incorporará el material removido a la zona desnuda para propiciar la incorporación de nutrientes al suelo a través de su proceso natural de descomposición y germinación de las semillas.</p> <p>Realizar plantaciones en las zonas improductivas al suelo desnudo, además de acelerar el estado original del área.</p>
Componente: Biota [ flora ]		
Impacto: [02] Fragmentación de hábitat vegetal		
Atributo o variable: Fragmentación		
Componente: Biota [ flora ]		
<p>La vegetación no presenta alteraciones o modificaciones que puedan alterar la dinámica natural de los ecosistemas</p> <p>La vegetación cuenta con una cobertura continua y sin divisiones aparentes, lo que permite la conectividad ecológica y el intercambio genético entre especies vegetales.</p>	<p>La construcción de infraestructura y el tránsito constante de maquinaria generarán una división física de las coberturas vegetales, provocando la fragmentación del hábitat a pequeña escala y la interrupción de la continuidad estructural del ecosistema. Esto puede afectar la regeneración natural, limitar la movilidad de especies vegetales y alterar los procesos ecológicos que dependen de la integridad del paisaje a manera puntual y con relación al sitio.</p>	<p>Se delimitarán únicamente las zonas de actividades y se restringirá el uso de maquinaria con el fin de evitar la perturbación de las aledañas al proyecto.</p> <p>La incorporación al suelo de los restos de vegetación durante el desmonte ayudará a la regeneración natural, además de ser una fuente de nutrientes, además de evitar la erosión en las zonas perturbadas.</p> <p>La implementación de actividades de conservación de semillas en áreas degradadas facilitará la regeneración de los ecosistemas previamente afectados, contribuyendo así a la restitución de la cobertura vegetal y el mantenimiento de la fragmentación de ecosistemas aledaños.</p>
Componente: Biota [ flora ]		
Impacto: [03] Afectación en el crecimiento y reproducción natural de las plantas		
Atributo o variable: Flora y crecimiento vegetal		
<p>La vegetación del sitio presenta una estructura secundaria arbórea de bosque de encino, con ejemplares en diferentes etapas de desarrollo. La cobertura vegetal muestra buena vitalidad, lo que sugiere que los procesos naturales de crecimiento, floración, fructificación y regeneración se mantienen sin alteraciones significativas. No se han registrado</p>	<p>Las actividades de remoción de vegetación, uso de maquinaria y compactación del suelo durante la construcción podrían alterar las condiciones físicas y químicas del sustrato, reduciendo la capacidad de las plantas para desarrollarse adecuadamente. Asimismo, la fragmentación y el disturbio del hábitat limitarían la reproducción natural</p>	<p>Se implementará un manejo cuidadoso de la compactación, así como la delimitación de zonas para proteger ejemplares en buen estado.</p> <p>Se llevará a cabo un programa de abonos orgánicos y reforestación con plantas nativas, lo que</p>

*Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular*  
**[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]**

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

actividades antrópicas recientes que comprometan estos procesos.	al dificultar la polinización, dispersión de semillas y establecimiento de nuevos individuos.	natural de la vegetación al incluir plár
<b>Componente:</b> Biota [ fauna ]		
<b>Impacto:</b> [04] Alteración de patrones de comportamiento y tránsito de fauna		
<b>Atributo o variable:</b> Desplazamiento		
<p>La zona del proyecto se encuentra cubierta por vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, la cual proporciona refugio, alimento y rutas de desplazamiento para diversas especies de fauna silvestre. Actualmente, el sitio no presenta alteraciones antrópicas significativas, lo que ha permitido el desarrollo de patrones de comportamiento y movilidad relativamente estables en la fauna local. La integridad ecológica del área favorece la presencia de especies que dependen de la cobertura vegetal continua y baja perturbación humana.</p> <p>Sin embargo, la construcción del Robbins y las actividades asociadas (desmonte, presencia de maquinaria y tránsito constante de vehículos) podrían generar ruido, vibraciones y fragmentación del hábitat, lo que alteraría las rutas habituales de desplazamiento, zonas de anidación y búsqueda de alimento.</p>	<p>La ejecución de las obras implicará el desmonte de vegetación, el movimiento constante de maquinaria pesada y el tránsito continuo de personal y vehículos. Estas actividades modificarán las condiciones actuales del sitio, generando ruido, vibraciones y presencia humana que podrían alterar significativamente los patrones de comportamiento de la fauna silvestre. La fragmentación del hábitat y la pérdida de cobertura vegetal dificultarían el tránsito natural de los animales, afectando sus rutas de desplazamiento y acceso a recursos esenciales como alimento, agua y refugio.</p> <p>En ausencia de medidas de mitigación, las especies más sensibles podrían verse forzadas a desplazarse hacia zonas más alejadas, con menor calidad de hábitat, lo que incrementaría el estrés ecológico y la competencia por recursos.</p>	<p>Durante la ejecución de las obras se tomarán medidas que reduzcan la perturbación ambiental, ellas destaca en establecimiento del sitio restringido a horas diurnas para evitar la mayor actividad de especies nocturnas. Asimismo, se llevará a cabo la reubicación de iluminación artificial innecesaria durante el día. Asimismo, se llevará a cabo la reubicación de personal especializado. La restauración del hábitat y la recuperación parcial de las condiciones ambientales, en conjunto, contribuirán a mejorar el hábitat, facilitarán el restablecimiento de los patrones de comportamiento y el impacto sobre los patrones de comportamiento presentes.</p>
<b>Impacto:</b> [05] Pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna local		
<b>Atributo o variable:</b> Especies de interés especial		
<p>Específicamente en el área de influencia la fauna es escasa, ya que las especies prefieren hábitat con una cobertura vegetal mayor y con mayores zonas de alimentación y disponibilidad de agua, por lo que estas anidan o hacen sus madrigueras en las áreas más bajas cercanas a los arroyos.</p>	<p>Al aumentar el ruido por las actividades de explotación de minerales, 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 encontraron áreas específicas de anidación o de alimentación de ninguna especie, solo se avistaron individuos en el sitio, por lo que se considera que el área solo la utilizan para desplazarse y por lo tanto no se considera un impacto relevante, pues solo será durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación - mantenimiento.</p>	<p>Se colocará un letrero de protección ambiental para informar a la población sobre la importancia de la conservación de las especies de fauna en el ecosistema.</p>
<b>Componente:</b> Topografía		
<b>Impacto:</b> [06] Incremento de la inestabilidad local del terreno		
<b>Atributo o variable:</b> Pendiente		
	<p>La ejecución de las obras, especialmente la remoción de vegetación, el movimiento de tierras y el uso de maquinaria pesada, podría generar un aumento significativo en la inestabilidad local del terreno. La alteración de la cubierta vegetal y la compactación del suelo facilitarían procesos erosivos, incrementando la susceptibilidad del área a deslizamientos de tierra y otros fenómenos relacionados con la inestabilidad del suelo, particularmente en taludes y pendientes pronunciadas. La pérdida de vegetación que actúa como estabilizador natural del terreno agravaría estos efectos.</p> <p>Además, el tránsito constante de maquinaria pesada y la modificación de las características del sitio podrían alterar la estructura del suelo, reduciendo su capacidad de retención de agua y afectando su cohesión. A largo plazo, la inestabilidad del terreno podría desencadenar fenómenos de deslizamientos, afectando la seguridad de las obras y el entorno natural circundante.</p>	<p>Para mitigar el impacto sobre la estabilidad del terreno se implementarán diversas medidas de estabilización de taludes mediante la compactación del suelo y el uso de geomallas para evitar la erosión. Se promoverá la revegetación inmediata de las áreas afectadas por las obras, utilizando especies nativas de la zona para evitar la acumulación de agua y promover la fijación del suelo. Además, se realizará el drenaje adecuado para evitar la acumulación de agua en las áreas de tránsito de vehículos, reduciendo la probabilidad de deslizamientos. El uso de maquinaria será restringido en las áreas de tránsito de vehículos y se utilizarán protecciones para evitar la compactación del suelo en áreas vulnerables. Estas medidas permitirán mantener la funcionalidad y minimizarán los riesgos asociados a la inestabilidad del terreno. A largo plazo, la recuperación adecuada del drenaje contribuirán a la estabilidad del terreno y al mantenimiento de la estabilidad del sitio.</p>

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular  
[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

<b>Componente:</b> Topografía		
<b>Impacto:</b> [07] Modificación puntual del relieve		
<b>Atributo o variable:</b> Pendiente y exposición		
<p>El área de intervención presenta una topografía mayormente estable, con pendientes suaves y sin evidencia de excavaciones, cortes o rellenos previos derivados de actividades constructivas. El relieve se mantiene en su estado natural, sin modificaciones que alteren los procesos geomorfológicos local</p> <p>La exposición del sitio es mayormente hacia el oeste y sureste.</p>	<p>Durante las actividades de construcción se prevé la remoción de suelo y la realización de cortes y rellenos para nivelar el terreno, lo cual provocará una modificación puntual del relieve natural. Estos cambios podrán generar inestabilidad en taludes, alteración del escurrimiento superficial y pérdida de las formas originales del terreno.</p> <p>La pendiente también será levemente modificada, dado que la construcción del Robbins se encuentra establecida en una zona estratégica, ya que la zona propuesta es de 150 m<sup>2</sup>.</p>	<p>Las medidas de mitigación permitirán al sitio que no permitirá deslaves, al igual que en las zonas no establecidas.</p> <p>La correcta disposición del suelo permitirá mantener las condiciones naturales y evitar la acumulación de material estéril en el sitio para prevenir accidentes por deslizamiento.</p> <p>La topografía será clave para detectar posibles riesgos en los trabajos en caso de ser necesario.</p> <p>Se aplicarán criterios de diseño que permitan mantener el relieve natural, minimizando los movimientos de tierra. Se ejecutará con taludes estables y con el menor volumen posible. Se llevará a cabo una reconfiguración de taludes para recuperar la armonía del relieve. Además, se aplicarán técnicas de control de erosión expuestas mediante técnicas de control de erosión.</p>
<b>Componente:</b> Suelo		
<b>Impacto:</b> [08] Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos		
<b>Atributo o variable:</b> Residuos sólidos		
<p>En el sitio propuesto no se registran actividades generadoras de residuos sólidos ni peligrosos. La zona mantiene condiciones naturales, sin presencia de acumulación de desechos ni evidencia de prácticas inadecuadas de disposición.</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 podrán provocar derrames que irán directamente al suelo y agua.</p> <p>En cuanto a los residuos sólidos no peligrosos, estos serán mínimos, pues los trabajadores serán alimentados en alguno de los comedores establecidos, quizá se podrán generar residuos de latas o bolsas plásticas, estos podrán ser recolectados y llevados a los sitios de disposición de la localidad. El impacto por la generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos estará presente durante la vida útil, sin embargo, este impacto puede ser mitigable de forma inmediata si se aplican las medidas de prevención identificadas.</p>	<p>Los residuos sólidos peligrosos serán recolectados y llevados a los sitios de disposición de la localidad. Los vehículos y motosierras, estos serán recolectados y llevados a los sitios de disposición de la localidad. Los residuos sólidos peligrosos serán recolectados y llevados a los sitios de disposición de la localidad. Los residuos sólidos peligrosos serán recolectados y llevados a los sitios de disposición de la localidad. Los residuos sólidos peligrosos serán recolectados y llevados a los sitios de disposición de la localidad.</p> <p>Los residuos sólidos peligrosos serán recolectados y llevados a los sitios de disposición de la localidad. Los residuos sólidos peligrosos serán recolectados y llevados a los sitios de disposición de la localidad. Los residuos sólidos peligrosos serán recolectados y llevados a los sitios de disposición de la localidad. Los residuos sólidos peligrosos serán recolectados y llevados a los sitios de disposición de la localidad.</p>
<b>Componente:</b> Suelo y agua		
<b>Impacto:</b> [09] Reducción de la porosidad y capacidad de infiltración		
<b>Atributo o variable:</b> Infiltración / compactación / suelo		
<p>Al no haberse realizado la remoción de la vegetación, el suelo conserva sus condiciones naturales, lo que impacta directamente en su capacidad para llevar a cabo sus funciones.</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 sustrato. 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.</p>	<p>El proyecto incluye medidas específicas para mejorar la infiltración del suelo y mejorar su permeabilidad. Se incorporará materia orgánica para mejorar la estructura del suelo y facilitar la infiltración del agua. Además, se implementará un control de erosión controlado para optimizar la distribución del agua y la regeneración del terreno. Se realizarán trabajos de compactación controlada para detectar y evitar condiciones del suelo que puedan afectar la infiltración del agua y la sostenibilidad del ecosistema.</p>

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular  
[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

		impactos ambientales.	
<b>Componente:</b> Suelo y agua			
<b>Impacto:</b> [10] Incremento en el riesgo de erosión hídrica y edáfica			
<b>Atributo o variable:</b> Material geológico superficial / Erosión / Fertilidad			
<p>Actualmente el suelo del sitio está conformado por Regosol y Phaeozem, pedregoso y de textura media, los cuales son susceptibles a la erosión sobre todo en áreas con pendientes pronunciadas y cuando presentan mucho contenido de arcilla.</p> <p>De manera natural existe una pérdida de suelo por acción del viento y del agua, ya que existen pequeñas áreas con perturbación de vegetación y no se están llevando a cabo obras de restauración.</p> <p>Dentro del panorama sin obras se espera que la pérdida de suelo se mantenga en los niveles que se han tenido hasta ahora de manera natural.</p>	<p>El tránsito constante de vehículos pesados en el sitio y la construcción del contrapozo ocasionara 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 edáfica, aún y cuando se tenga una barrera para retener sedimentos como lo es la cortina del embalse.</p> <p>El panorama para sitio es el incremento de erosión a través de la formación de cárcavas en las áreas con mayor pendiente, lo cual generará otros impactos como disminución de la cobertura vegetal, así como menor infiltración para la recarga del acuífero.</p>	<p>Para reducir la tasa de erosión se implementarán medidas de mitigación adecuadas, se evitará la erosión en las áreas sitios con menor pendiente y se mantendrá la circulación de vehículos sea dentro o fuera del sitio.</p> <p>El material producto del desmonte se utilizará para la construcción de problemas de erosión, donde el suelo se mantendrá en los niveles que se han tenido hasta ahora de manera natural.</p> <p>En un futuro la pérdida de suelo será menor y se espera que la zona sufrirá cambio de uso de suelo.</p>	
<b>Componente:</b> Agua			
<b>Impacto:</b> [11] Contaminación potencial de escurrimientos intermitentes			
<b>Atributo o variable:</b> Flujo superficial / sedimentos			
<p>El sitio no presenta escurrimientos temporales, sin embargo 25 metros aguas arriba se localiza un cauce de tipo intermitente</p>	<p>El impacto principal asociado a los escurrimientos superficiales en la zona del Robbins es la contaminación por carga sedimentaria, originada por el desprendimiento y rodamiento de partículas del suelo ubicadas en las partes altas del terreno. Esta situación se ve agravada por la remoción de la cobertura vegetal, que normalmente actúa como una barrera natural para reducir la erosión hídrica. Como consecuencia, durante eventos de lluvia, los sedimentos sueltos son transportados cuesta abajo por escurrimiento superficial, incrementando la turbidez del agua, afectando la calidad del recurso hídrico y alterando la capacidad de infiltración del suelo. Este fenómeno puede repercutir negativamente en cuerpos de agua cercanos, así como en la funcionalidad de cauces naturales o artificiales, a provocar sedimentación excesiva, reducción en la capacidad hidráulica y potencial obstrucción de flujos.</p>	<p>En el escenario con la ejecución de medidas de mitigación adecuadas, se evitarán los impactos negativos asociados a la contaminación de escurrimientos superficiales, se implementarán acciones enfocadas en la conservación de los escurrimientos en puntos estratégicos, se promoverá la rehabilitación progresiva de taludes y se implementará la revegetación con especies nativas de la zona.</p>	
<b>Componente:</b> Agua			
<b>Impacto:</b> [12] Riesgo de contaminación del agua por manejo inadecuado de residuos sólidos y peligrosos.			
<b>Atributo o variable:</b> Contaminación y residuos sólidos y peligrosos			
<p>El sitio no presenta fuentes de contaminación asociadas al manejo de residuos. No se identifican vertimientos, acumulación de desechos ni alteraciones visibles en cuerpos o corrientes de agua cercanas, por lo que las condiciones actuales del recurso hídrico son estables y no comprometidas.</p>	<p>La generación de residuos sólidos y peligrosos durante las actividades podría derivar en escurrimientos, filtraciones o descargas accidentales hacia cuerpos de agua, especialmente en caso de lluvias o manejo inadecuado. Esta situación incrementa el riesgo de contaminación del recurso hídrico, afectando su calidad y potencialmente impactando la flora y fauna asociada.</p>	<p>Se establecerán medidas específicas de mitigación para el manejo de agua, como la impermeabilización de áreas de almacenamiento de residuos peligrosos, contenedores de residuos peligrosos, capacitación del personal en su correcta recolección periódica de residuos autorizados, asegurando el resguardo de los residuos y evitando significativamente el riesgo de afectar a los cuerpos de agua.</p>	
<b>Componente:</b> Aire			
<b>Impacto:</b> [13] Aumento en la concentración de gases de efecto invernadero			
<b>Atributo o variable:</b> Monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ), óxidos de azufre (SO <sub>x</sub> )			
<p>El sitio se encuentra en una zona rural, en donde las emisiones producidas son únicamente las que se generan por el tránsito de vehículos para trasladarse entre comunidades.</p> <p>No existen fábricas o industrias que generen grandes cantidades de emisiones, por lo que el panorama actual es un impacto muy bajo que se mantendrá a largo plazo si se sigue la misma tendencia de desarrollo</p>	<p>El desarrollo de las obras implica el uso de una maquina y vehículos para el transporte de los materiales, transporte de personal y material producto 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 consideran significativas pues las dimensiones son pequeñas y las emisiones serán de forma periódica y unas horas al día. Las etapas de mayor generación serán la preparación del sitio</p>	<p>Al mantener los vehículos en buen estado y realizar mantenimiento regular de los gases. De manera semestral o cuando sea necesario se realizará la afinación de los motores para disminuir las emisiones y se mantengan dentro de los límites permitidos por SEMARNAT-2006, NOM-047-SE-SEMARNAT-1993.</p> <p>Se considera que las condiciones actuales de las actividades no generan impactos significativos en la concentración de gases de efecto invernadero.</p>	

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular  
[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

	<p>construcción, aunque estos podrán disiparse al momento en que los vehículos dejen de circular, puesto que el área está ubicada en una zona rural y la vegetación puede absorber estos gases.</p>	<p>considerablemente, ya que, los impactos de gases se mantendrá aún sin los programas de reforestación se compensará y se logran los gases emitidos durante el desarrollo del proyecto.</p>
<p>Componente: Paisaje</p>		
<p>Impacto: [14] Alteración de la estética del paisaje natural</p>		
<p>Atributo o variable: Calidad visual</p>		
<p>En lo que respecta a la calidad del paisaje se considera que existe baja alteración, ya que por el desarrollo minero algunas áreas han sido motivo de perturbación contante del entorno natural.</p>	<p>En general, sin las medidas de mitigación cuando el desarrollo de las obras esté concluido el sitio explotado será discordante con el uso de suelo, lo cual tendrá un impacto visual negativo. 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.</p>	<p>La calidad visual del paisaje mejorará con los programas de restauración y restauración, además, atraerá a la zona un paisaje estático al sitio. El abandono del sitio contempla una restauración del sitio a su estado natural, con los diversos programas de compensación ambiental.</p>

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 Error: no se encontró el origen de la referencia-97. 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	Desmante	0.63	0.68	0.1	70	44.1	47.6	3.5
Biótico	Flora	Fragmentación	0.51	0.42	-0.09	40	20.4	16.8	-3.6
Biótico	Flora	Estructura y composición	0.42	0.55	0.13	60	25.2	33.0	7.8
Biótico	Flora	Biodiversidad	0.52	0.63	0.11	40	20.8	25.2	4.4
Biótico	Flora	Especies de interés	0.38	0.57	0.19	20	7.6	11.4	3.8
Biótico	Fauna	Desplazamiento	0.60	0.7	0.1	30	18.0	21.0	3.0
Biótico	Fauna	Mortandad	0.43	0.56	0.13	20	8.6	11.2	2.6
Biótico	Fauna	Abundancia	0.47	0.72	0.25	40	18.8	28.8	10.0
Biótico	Fauna	Biodiversidad	0.51	0.61	0.1	40	20.4	24.4	4.0
Biótico	Fauna	Especies de interés	0.49	0.63	0.14	30	14.7	18.9	4.2
Físico	Topografía	Pendiente	0.52	0.48	-0.04	20	10.4	9.6	-0.8
Físico	Topografía	Relieve	0.51	0.52	0.01	15	7.7	7.8	0.2
Físico	Topografía	Orientación	0.49	0.6	0.11	15	7.4	9.0	1.7
Físico	Topografía	Curvatura	0.43	0.64	0.21	10	4.3	6.4	2.1
Físico	Suelo	Contaminación	0.52	0.45	-0.07	20	10.4	9.0	-1.4
Físico	Suelo	Compactación	0.62	0.52	-0.1	30	18.6	15.6	-3.0
Físico	Suelo	Temperatura	0.44	0.54	0.1	10	4.4	5.4	1.0
Físico	Suelo	Materia orgánica	0.61	0.47	-0.14	30	18.3	14.1	-4.2
Físico	Suelo	Erosión hídrica	0.39	0.72	0.33	50	19.5	36.0	16.5
Físico	Suelo	Erosión eólica	0.45	0.61	0.16	50	22.5	30.5	8.0
Físico	Suelo	Remoción	0.63	0.49	-0.14	20	12.6	9.8	-2.8
Físico	Agua	Contaminación	0.40	0.62	0.22	25	10.0	15.5	5.5
Físico	Agua	Escurrimiento superficial	0.39	0.73	0.34	30	11.7	21.9	10.2
Físico	Agua	infiltración	0.39	0.68	0.29	25	9.8	17.0	7.3
Físico	Agua	Evapotranspiración	0.39	0.68	0.29	25	9.8	17.0	7.3
Físico	Aire	Olor	0.48	0.65	0.17	10	4.8	6.5	1.7
Físico	Aire	Visibilidad	0.51	0.51	0	5	2.6	2.6	0.0
Físico	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.43	0.58	0.15	20	8.6	11.6	3.0
Físico	Aire	Ruidos	0.59	0.71	0.12	30	17.7	21.3	3.6
Físico	Paisaje	Calidad	0.61	0.7	0.09	20	12.2	14.0	1.8
Físico	Paisaje	Visitantes	0.41	0.71	0.3	20	8.2	14.2	6.0
Físico	Infraestructura	Camino	0.42	0.74	0.32	20	8.4	14.8	6.4
Físico	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.38	0.76	0.38	10	3.8	7.6	3.8
Físico	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.78	0.46	5	1.6	3.9	2.3
Socioeconómico	Valores	Personajes	0.81	0.81	0	10	8.1	8.1	0.0

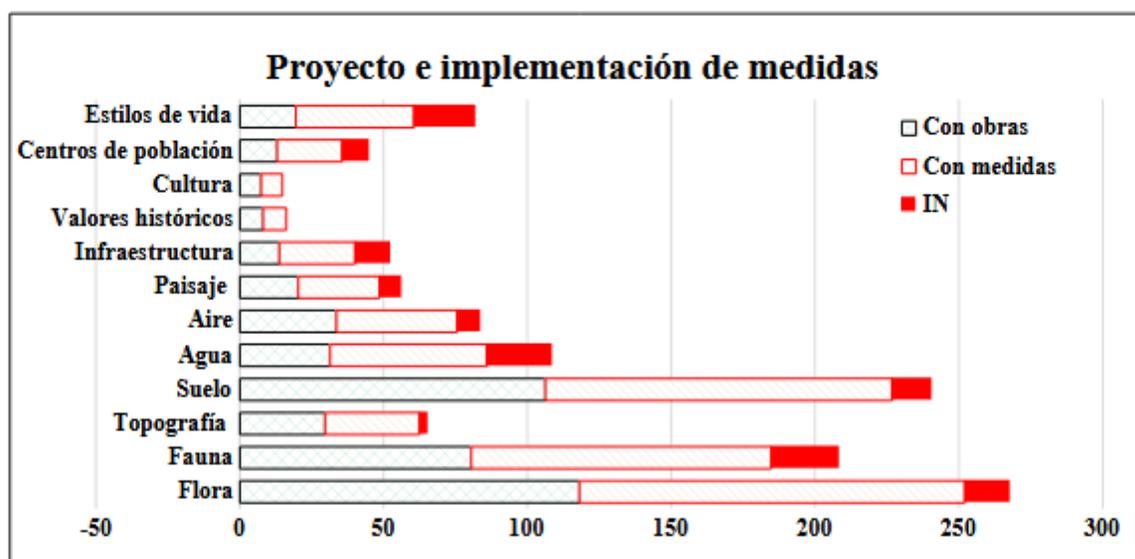
Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

o	históricos								
Socioeconómico	Cultura	Grupos étnicos	0.74	0.74	0	10	7.4	7.4	0.0
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.32	0.62	0.3	20	6.4	12.4	6.0
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	0.32	0.74	0.42	30	9.6	22.2	12.6
Socioeconómico	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.33	0.63	0.3	30	9.9	18.9	9.0

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	230	118.1	134.0	15.9
Fauna	160	80.5	104.3	23.8
Topografía	60	29.7	32.8	3.1
Suelo	210	106.3	120.4	14.1
Agua	80	31.5	54.4	23.0
Aire	65	33.7	42.0	8.3
Paisaje	40	20.4	28.2	7.8
Infraestructura	35	13.8	26.3	12.5
Valores históricos	10	8.1	8.1	0.0
Cultura	10	7.4	7.4	0.0
Centros de población	40	13.0	22.6	9.6
Estilos de vida	60	19.5	41.1	21.6
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>481.90</b>	<b>621.55</b>	<b>139.65</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 57 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.

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

**Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-98. Seguimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación.**

Componente	Impacto	Objetivo	Medida ambiental	Indicador	Supervisión	Recursos humanos / materiales
Fauna	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	Atenuar, reducir y frenar los efectos negativos derivados de la remoción de la vegetación en el área del Robbins.	Realizar una plantación con especies nativas de la región.			
Fauna	Fragmentación de hábitat vegetal	Incrementar la cobertura vegetal y restaurar a su estado natural la zona intervenida.	Esparcir semillas de especies nativas en zonas con evidentes daños para promover la regeneración y restauración ecológica. Picar y esparcir los restos vegetales producto de la remoción de vegetación	Evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente, plántula, especialista para re-plantación, semilla, equipo de derribo de arbolado
Fauna	Afectación en el crecimiento y reproducción natural de las plantas	Evitar la pérdida y reducción de especies vegetales típicas de la zona				
Flora		Capacitación para el manejo de especies que pudiesen encontrarse en el área	Implementar capacitación de manejo de fauna silvestre	Supervisión, evidencia fotográfica y bitácoras	Promovente, Contratista	Promovente/, especialista fauna y capacitación
Flora	Ateración de patrones de comportamiento y tránsito de fauna	Concientizar a la gente y trabajadores a la protección de la fauna	Instalar letreros alusivos a la fauna	Evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente, letreros
Flora		Evitar el contacto humano y daños a la fauna	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.	Evidencia fotográfica y bitácora de trabajo	Promovente, Contratista	Promovente, especialista fauna y capacitación
Flora	Pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna local	Recuperar la cobertura vegetal para que la fauna vuelva a su hábitat	Realizar una plantación con especies nativas de la región. Esparcir semillas de especies nativas en zonas con evidentes daños para promover la regeneración y restauración ecológica. Picar y esparcir los restos vegetales producto de la remoción de vegetación	Evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente, plántula, especialista para re-plantación, semilla, equipo de derribo de arbolado
Físico	Incremento de la inestabilidad local del terreno	Evitar accidentes por el deslizamiento del terreno	Delimitación del área de terreno, diseño del sitio con criterios de estabilidad, estabilización temporal de taludes, minimización del uso de maquinaria pesada, reconfiguración	Evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente, plántula, equipo especializado para realizar o estabilidad de taludes

*Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular*  
**[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]**

Desarrollo del Robbins Providencia, municipio de Otáez, Durango.

Físico	Modificación puntual del relieve	Evitar alteraciones significativas al entorno natural, es especial a zonas no autorizadas o requeridas para el establecimiento y construcción del Robbins	del terreno alterado y revegetación de taludes y superficies expuestas.			
Físico	Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	Evitar la incorporación de materiales contaminantes al ambiente.	Cartel alusivo al manejo adecuado de los residuos sólidos.	Establecer carteles en diferentes áreas y evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente*
		Implementar jornadas de limpieza.	Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.	Evidencia fotográfica y calendario de actividades		Promovente, obreros, cá fotográfica
Físico	Reducción de la porosidad y capacidad de infiltración	Proteger la calidad el suelo de fenómenos de compactación extremos	Esto se logra mediante la implementación de medidas de control de erosión, gestión de residuos y prácticas sostenibles en la construcción del Robbins	Supervisión, evidencia fotográfica y bitácoras	Promovente, Contratista	Promovente, Contratista
		Proteger el suelo para evitar la formación de cárcavas debido al arrastre de partículas por efectos hídricos.		Supervisión, evidencia fotográfica y bitácoras	Promovente, Contratista	Promovente, Contratista
Físico	Incremento en el riesgo de erosión hídrica y eólica	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 fotográfica y calendario de actividades	Promovente, Contratista	Promovente*
Físico	Contaminación potencial de escurrimientos intermitentes	Proteger la calidad del agua al evitar que los residuos de la construcción del Robbins 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 fotográfica y bitácoras	Promovente, Contratista	Promovente, Contratista
Físico	Riesgo de contaminación del agua por manejo inadecuado de residuos sólidos y peligrosos.	Proteger el suelo para evitar la formación de cárcavas debido al arrastre de partículas por efectos hídricos.		Supervisión, evidencia fotográfica y bitácoras	Promovente, Contratista	Promovente, Contratista
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 de	Promovente*	Promovente/ se utilizarán talleres de mantenimiento corrección que se encuentren establecidos en el comercio minero
Paisaje	Alteración de la estética del paisaje	Preservar la estética del entorno, minimizando el impacto visual	Mediante el diseño y ejecución de operaciones que integren medidas	Evidencia fotográfica	Promovente	Promovente, especialista en plantas a reforestar, picos y

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular  
[GRUPO MINERO BACIS S.A DE C.V.]

natural	negativo causado por actividades mineras.	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.
---------	---	---

**\*La Promovente cuenta con un departamento de medio ambiente y seguridad el cual será el encargado de realizar las actividades y hacer cumpl**

**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 Error: no se encontró el origen de la referencia-99. 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.			
<b>Equipo:</b>	<b>Responsable:</b>				
<b>Marca:</b>					
<b>Modelo:</b>					
<b>Serie:</b>	<b>Fecha:</b>				
<b>No. Inv. Técnico:</b>					
<b>I.D.:</b>					
<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>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
1 – Lavado y desengrase total del equipo					
2 – Limpiar colmena del radiador					
3 - Limpiar y/o reemplazar filtros de aire					

4 – Completar nivel de electrolito de la batería				
5 – Limpieza ajuste e inspección de bornes y cables				
6 – Cambiar aceite y filtro de motor				
7 – Completar agua al radiador				
8 – Drenar sedimentos del tanque y filtro				
9 – Purga de aire del sistema de inyección				
10 – Ajustar pernos y tuercas de las llantas				
11 – Engrase general del equipo				
Anotar:				
Materiales desgastados		Averías identificadas		Herramientas y equipos
Estado: 1 Buenas condiciones, 2 Condiciones aceptables, 3 Regulares condiciones, 4 Malas condiciones				

**BITÁCORA DE REGISTRO PARA EL AHUYENTAMIENTO DE FAUNA**

Responsable:		Fecha:	
Área donde se realizó el Ahuyentamiento		Condiciones del sitio:	
Especie	Nombre Común	Observaciones	Foto

**BITÁCORA DE REGISTRO DE CAPTURA Y REUBICACIÓN DE FAUNA**

Responsable:				Fecha:			
Especie	Nombre común	Coordenadas UTM		No. de captura	Coordenadas UTM		Observaciones
		X	Y		X	Y	

Evidencia fotográfica:

### **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 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 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 ÚGA 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 prevalectiente, 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}{NS}</math> </li> <li>Área basal (cobertura) <math display="block">Cob = \frac{\sum \frac{\pi}{40000} * Dn^2 * 10000}{NS}</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><i>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 Sstebsns (1985) y 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,</i></p>

		<p>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:</p> <p>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 sí provee información en cuanto a la presencia o ausencia de especies en un hábitat.</p>
Paisaje	<p>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.</p>	<p>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.</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad visual</li> <li>• Fragilidad visual</li> <li>• Visibilidad</li> </ul> <p>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.</p> <p>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.</p>
Población	<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>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.</p>
Valoración del estado actual	<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,</p>

		<p>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> [ <math>3.67516 * (PRECIP)^{-0.001720} * POWER(PRECIP,2)</math> ] <b>región X</b> [ <math>6.89375 * (PRECIP)^{-0.000442} * POWER(PRECIP,2)</math> ] utilizando la herramienta <a href="#">SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; MAP ALGEBRA &gt; RASTER CALCULATOR</a>;</p> <p><b>Factor de erodabilidad del suelo [K].</b>  La metodología para la erodabilidad de ráster con la herramienta <a href="#">CONVERSION TOOLS &gt; TO RASTER &gt; FEATURE TO RASTER</a>].</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> $m = \frac{F}{1 + F}; \text{ donde}$ $F = \frac{\text{Seno}(\beta)}{0.0896 + 3 * (\text{Seno}(\beta))^{0.8} + 0.56}$ <p>En tanto, el <b>factor S</b> (pendiente) se estimó con la expresión siguiente (Foster et al., 1977).</p>

		$S = \begin{cases} 10.8 \cdot \text{Sen}(\beta) + 0.03 ; \overline{\square} \tan(\beta) < 0.09 \\ 16.8 \cdot \text{Sen}(\beta) - 0.50 ; \overline{\square} \tan(\beta) \geq 0.09 \end{cases}$ <p>En la estimación del factor S, 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 factor LS 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 pendiente (en grados) [slope] con la herramienta [ SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; SURFACE &gt; SLOPE].</li> <li>2. Con el DEM se generó el ráster de la dirección de flujo [flow_dir] con la herramienta [ SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; HYDROLOGY &gt; FLOW DIRECTION].</li> <li>3. Con el ráster de la dirección de flujo se generó el ráster de la acumulación de flujo [flow_acum] con la herramienta [ SPATIAL ANALYST TOOLS &gt; HYDROLOGY &gt; FLOW ACCUMULATION].</li> <li>4. Con el ráster de la pendiente se generó el ráster del parámetro F [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 parámetro F se generó el ráster del parámetro M [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 factor L 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, \sqrt{\text{var\_m}}))\}</math> (15 = es el lado del píxel del DEM).</li> <li>7. Con el ráster de la pendiente se generó el ráster del factor S 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 factor LS se generó como resultado del producto del factor L y factor S 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 vegetación y uso de suelo del SA considerando los valores del cuadro anterior.</li> <li>2. Se generó el ráster de factor C a partir de la clasificación del shapefile de uso de suelo y vegetación con el campo de los valores de C con la herramienta [ CONVERSION TOOLS &gt; TO RASTER &gt; FEATURE TO RASTER].</li> </ol> <p><b>Estimación de la erosión potencial]</b> 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;</p>
--	--	--

		<p><b>RASTER CALCULATOR</b> de ArcGIS. Para estimar la tasa de erosión potencial promedio en el SA, ésta se reclasificó con la herramienta <i>[Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify]</i> considerando la clasificación de la FAO. Ponderando la superficie con la tasa de erosión promedio utilizando la herramienta <i>[Spatial Analyst Tools &gt; Zonal &gt; Zonal Geometry as Table]</i> 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><b>[SPATIAL ANALYST TOOLS/MAP ALGEBRA/RASTER CALCULATOR]</b> de ArcGIS. Para la estimación del valor promedio en el SA se reclasificó de acuerdo a las categorías de la FAO con la herramienta <i>[Spatial Analyst Tools &gt; Reclass &gt; Reclassify]</i>.</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> $E_e = IAV * CATEX * CAUSO$ <p><b>donde; Ee= Erosión eólica (t ha<sup>-1</sup> 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> $CATEX = \frac{\sum_{i=1}^n Tipo_{Sueloi} * C_i}{S_{total}}$ <p><b>Donde; Tipo_Sueloi = superficie que cubre el i-ésimo tipo de suelo (ha), Ci = calificación asignada para el i-ésimo tipo de suelo (adimensional) y Sup_total = superficie total de la MHF</b></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> $D = \frac{n * 10,000}{m}$ <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>Dominancia relativa</p> $DO = \frac{Da_{ij}}{\sum_j Da_{ij}} * 100$ <p>Frecuencia relativa</p> $Fa = x * n_i$ $FR = \frac{Fa_{ij}}{\sum_j Fa_{ij}} * 100$ <p>Índice de valor de importancia</p> $IVI = DR + DO + FR$ <p>Índices de diversidad y riqueza</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 <i>Batelle – Columbus (1972)</i>, 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 para evaluar su calidad ambiental</i></p>	<p>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>1</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><i>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.</i></p> <p><i>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</i></p>

	<p><i>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.</i></p> <p><i>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.</i></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 planas 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) denominado **Desarrollo del Robbins Providencia.**, 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 [\[https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/juridico/leyes/LG\\_DE\\_DESARROLLO\\_FORESTAL\\_SUSTENTABLE.pdf\]](https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/juridico/leyes/LG_DE_DESARROLLO_FORESTAL_SUSTENTABLE.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 \(ordenjuridico.gob.mx\)](https://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](https://www.dof.gob.mx).
- 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 física del proyecto
2.3	Localización de los lotes mineros
2.4	Croquis de localización
<b>3</b>	<b>Planos de las características físicas</b>
3.1a	Planos de hidrología regional
3.1c	Planos de acuíferos
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 edafología
3.7	Plano de geología
3.8	Plano de clima
3.9	Plano de precipitación
3.10	Plano de temperatura
<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 general
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>