



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

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

PROYECTO:

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

**SECTOR:** Cambio de Uso de Suelo

**Durango, Dgo.  
2021**



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

---

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

Victoria de Durango, Dgo., a 26 de octubre del 2021.

**Lic. Román Galán Treviño**

Encargado del despacho de la Delegación Federal de la 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 MINERO 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 a la 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.
- Copia certificada del acta de asamblea donde se otorga la anuencia por parte de los titulares del terreno donde se realizará el proyecto (inscrita en el RAN).
- Copia simple de la acreditación como autoridades ejidales (acta de elección de autoridades).
- Acreditación de la propiedad
- 1 tanto del Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad Particular con 1 disco compacto que contiene la información de dicho estudio.
- Original y copias del pago de derechos fiscales.
- Un resumen ejecutivo impreso y en formato digital en los discos compactos.

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. José David Barbosa Maldonado**

Representante legal de la empresa

---

**M. C. Sacramento Corral Rivas**

Responsable de la elaboración del MIAP



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

---

**ASUNTO:** Se envía publicación en periódico de amplia distribución del extracto del proyecto: **Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango.**

En la ciudad de Victoria de Durango, Dgo.

A 26 de octubre del 2021.

**Lic. Román Galán Treviño**

Encargado del despacho de la Delegación Federal de la SEMARNAT en Durango

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

Adjunto al presente envío a Usted la comprobación de la publicación en periódico de amplia distribución del extracto del proyecto: **DESARROLLO MINERO PROVIDENCIA, MUNICIPIO DE OTÁEZ, DURANGO**, con fundamento en lo dispuesto en el artículo 34, fracción I de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y al artículo 41 de su Reglamento.

En espera de cumplir satisfactoriamente con lo establecido en la legislación ambiental vigente en la materia, le reitero mis consideraciones y con los señalamientos necesarios y sin otro particular por el momento, quedo de Usted.

**ATENTAMENTE**

---

**Lic. José David Barbosa Maldonado**  
Representante legal

---

En la Ciudad de Victoria de Durango, Dgo.  
A los 26 días del mes de octubre del 2021.

**Lic. Román Galán Treviño**  
Encargado del despacho de la Delegación Federal de la  
SEMARNAT en Durango  
**P R E S E N T E**

Por medio de la presente declaro bajo protesta de decir verdad, que los resultados que se obtuvieron en el **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR (MIAP)** del proyecto: **DESARROLLO MINERO 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 de la región donde se desarrollará el presente proyecto.

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 MIA-P

## CONTENIDO

<b>I. DATOS GENERALES</b>	<b>1</b>
<b>I.1 Proyecto</b>	<b>1</b>
I.1.1 Nombre	1
I.1.2 Ubicación y acceso	1
I.1.3 Vida útil	2
I.1.4 Presentación de la documentación legal	2
<b>I.2 Promovente</b>	<b>2</b>
I.2.1 Nombre o razón social	2
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes	2
I.2.3 Nombre del representante legal	2
I.2.4 Dirección	2
<b>I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental</b>	<b>2</b>
I.3.1 Nombre o razón social	2
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes	2
I.3.3 Nombre del responsable técnico	2
I.3.4 Profesión y número de cédula profesional	2
I.3.5 Dirección	3
<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>4</b>
<b>II.1 Información general</b>	<b>4</b>
II.1.1 Naturaleza	4
II.1.1.1 Objetivos y uso del suelo forestal	4
II.1.1.2 Criterio del ordenamiento ecológico del territorio	4
II.1.1.3 Tipificación de la obra a desarrollar	4
II.1.1.4 Selección del sitio	5
II.1.2 Ubicación y dimensiones	5
II.1.2.1 Ubicación de la infraestructura	5
II.1.2.2 Ubicación respecto al tipo de propiedad	6
II.1.2.3 Distribución de la infraestructura permanente, asociada y provisional	7
II.1.2.4 Delimitación del polígono sujeto a CUSTF	7
II.1.2.5 Superficie a afectar respecto a la cubierta vegetal	11
II.1.2.6 Clasificación y zonificación de la superficie	11
II.1.3 Inversión requerida	12
II.1.3.1 Capital requerido	12
II.1.3.2 Período de recuperación	12
II.1.3.3 Costos de las medidas de prevención y mitigación de impactos	13
II.1.4 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua	13
II.1.4.1 Uso de suelo	13
II.1.4.2 Uso de los cuerpos de agua	14
II.1.4.3 Uso potencial	14
II.1.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.	15
II.1.5.1 Políticas de crecimiento futuro	15
<b>II.2 Características particulares</b>	<b>16</b>
II.2.1 Programa general de trabajo	16
II.2.1.1 Estudio de campo y gabinete	19
II.2.1.1.1 Delimitación de las superficies que ocuparán la infraestructura	19
II.2.1.1.2 Vegetación que resulte afectada por el CUSTF	19
II.2.1.1.2.1 Muestreo	19

II.2.1.1.2.2	Análisis de la información _____	20
II.2.1.1.2.3	Volumen maderable y número de individuos a remover _____	21
II.2.1.1.2.4	Destino de los productos forestales _____	22
II.2.1.2	Etapa de preparación del sitio _____	23
II.2.1.2.1	Localización de los vértices que corresponden a los polígonos que ocuparán la infraestructura propuesta y los puntos de inflexión de la línea eléctrica _____	23
II.2.1.2.2	Delimitación de las poligonales que requieren CUSTF y marcado de la vegetación a remover _____	23
II.2.1.2.3	Rescate y reubicación de la flora de bajo porte y con status especial, así como de la fauna de lento desplazamiento _____	23
II.2.1.2.4	Desmante de la vegetación _____	23
II.2.1.2.5	Despalme _____	24
II.2.1.2.6	Retiro y limpieza de los residuos vegetales producto del desmante y despalme _____	24
II.2.1.2.7	Descripción de obras y actividades provisionales _____	24
II.2.1.3	Etapa de construcción _____	24
II.2.1.3.1	Campamento _____	24
II.2.1.3.1.1	Construcción de piso de concreto, muros perimetrales, cuartos y colocación del techo _____	24
II.2.1.3.1.2	Instalación de equipos adicionales _____	24
II.2.1.3.2	Tepetatera _____	25
II.2.1.3.2.1	Construcción de muro o bordo iniciador _____	25
II.2.1.3.2.2	Construcción de canales de desvío de aguas pluviales _____	25
II.2.1.3.3	Línea eléctrica _____	25
II.2.1.3.3.1	Excavación para las estructuras de soporte (a cielo abierto) _____	25
II.2.1.3.3.2	Relleno y compactación _____	26
II.2.1.3.3.3	Montaje y armado de estructuras _____	26
II.2.1.3.3.4	Tendido y tensado del cable de guarda _____	26
II.2.1.3.3.5	Tendido y tensado de cables conductores _____	26
II.2.1.3.3.6	Insumos _____	26
II.2.1.3.4	Camino de acceso _____	27
II.2.1.3.4.1	Nivelación _____	27
II.2.1.3.4.2	Cortes y terraplén _____	28
II.2.1.3.4.3	Capa sub-rasante _____	28
II.2.1.3.4.4	Obras de drenaje _____	28
II.2.1.3.5	Abandono de los trabajos de construcción _____	28
II.2.1.3.5.1	Descripción de los posibles cambios como consecuencia del abandono de los trabajos de la etapa de construcción _____	28
II.2.1.3.6	Utilización de explosivos _____	29
II.2.1.3.7	Descripción de las obras asociadas _____	29
II.2.1.4	Etapa de operación y mantenimiento _____	29
II.2.1.4.1	Detalles de las actividades de operación _____	29
II.2.1.4.1.1	Uso de sustancias peligrosas _____	29
II.2.1.4.1.2	Servicio que brindarán las instalaciones en la etapa operativa _____	29
II.2.1.4.1.3	Tecnologías que se utilizarán para el control de emisiones y residuos líquidos, sólidos o gaseosos _____	30
II.2.1.4.2	Detalles de las actividades de mantenimiento _____	30
II.2.1.4.2.1	Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, entre otros _____	31
II.2.1.4.2.2	Control de malezas o fauna nociva _____	31
II.2.1.5	Etapa de abandono del sitio _____	31
II.2.1.5.1	Retiro de toda la infraestructura presente _____	31
II.2.1.5.2	Descompactación del terreno _____	31
II.2.1.5.3	Suavización de taludes y formación de terrazas a curvas de nivel _____	31
II.2.1.5.4	Aplicación de suelo orgánico _____	32
II.2.1.5.5	Obras de restauración de suelo _____	32

II.2.1.5.6	Reforestación _____	32
II.2.1.5.7	Impactos ambientales como consecuencia del abandono del sitio (definitivo) _____	33
II.2.1.5.8	Actividades de restauración (abandono final) _____	33
II.2.2	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera _____	33
II.2.2.1	Emisiones a la atmósfera _____	34
II.2.2.2	Emisiones de ruido _____	35
II.2.3	Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos _____	35
II.2.3.1	Manejo de los residuos sólidos urbanos _____	35
II.2.3.2	Manejo de los residuos peligrosos _____	35

### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y DE SUELO36**

<b>III.1</b>	<b>Plan de desarrollo nacional _____</b>	<b>36</b>
<b>III.2</b>	<b>Plan de desarrollo estatal _____</b>	<b>36</b>
<b>III.3</b>	<b>Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales _____</b>	<b>37</b>
<b>III.4</b>	<b>Programa de desarrollo municipal _____</b>	<b>37</b>
<b>III.5</b>	<b>Modelo de Ordenamiento Ecológico Estatal [MOEE] _____</b>	<b>37</b>
<b>III.6</b>	<b>Análisis de los instrumentos normativos _____</b>	<b>41</b>
III.6.1	Leyes _____	41
III.6.2	Reglamentos _____	42
III.6.3	Normas oficiales mexicanas aplicables [NOM] _____	43
<b>III.7</b>	<b>Ubicación del sitio respecto a las regiones prioritarias para la conservación _____</b>	<b>44</b>
III.7.1	Áreas naturales protegidas [ANP] _____	44
III.7.2	Áreas de importancia para la conservación de las aves [AICAS] _____	45
III.7.3	Regiones hidrológicas prioritarias [RHP] _____	45
III.7.4	Regiones terrestres prioritarias [RTP] _____	45

### **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL \_\_\_\_\_ 46**

IV.1.1	Delimitación del área de influencia y su justificación _____	46
IV.1.2	Delimitación a nivel regional _____	46
IV.1.3	Delimitación a nivel sitio (puntual o local) _____	46
<b>IV.2</b>	<b>Caracterización y análisis del sistema ambiental _____</b>	<b>47</b>
IV.2.1	Aspectos abióticos _____	47
IV.2.1.1	Clima _____	47
IV.2.1.1.1	Normales climatológicas _____	48
IV.2.1.2	Geología _____	53
IV.2.1.2.1	Geología regional _____	53
IV.2.1.2.2	Geología local _____	53
IV.2.1.2.3	Geología del subsuelo _____	54
IV.2.1.2.4	Geología estructural _____	55
IV.2.1.3	Fisiografía _____	56
IV.2.1.3.1	Clasificación de acuerdo al INEGI _____	57
IV.2.1.3.2	Modelo digital de elevación _____	58
IV.2.1.4	Suelos _____	61
IV.2.1.4.1	Tipos de suelo _____	61
IV.2.1.4.2	Tipos de erosión presentes y las causas que las originan _____	68
IV.2.1.4.3	Estimación de la erosión hídrica _____	69

IV.2.1.4.3.1	Factor erosividad de la lluvia	69
IV.2.1.4.3.2	Factor de erodabilidad del suelo	70
IV.2.1.4.3.3	Factor topográfico	72
IV.2.1.4.3.4	Factor de manejo de cultivo y cobertura del suelo	73
IV.2.1.4.3.5	Factor de prácticas mecánicas de manejo del suelo	74
IV.2.1.4.3.6	Estimación de la erosión potencial	75
IV.2.1.4.3.7	Estimación de la erosión actual	75
IV.2.1.4.3.8	Erosión hídrica en el sitio de CUSTF	76
IV.2.1.4.4	Estimación de la erosión eólica	77
IV.2.1.4.4.1	Erosión eólica en el sitio de CUSTF	77
IV.2.1.4.5	Estado de conservación del suelo	79
IV.2.1.5	Hidrología	80
IV.2.1.5.1	Superficial	81
IV.2.1.5.1.1	Corrientes superficiales	81
IV.2.1.5.1.2	Cuerpos de agua	81
IV.2.1.5.2	Subterránea	82
IV.2.1.5.3	Calidad del recurso hídrico	83
IV.2.1.5.4	Uso del Agua	84
IV.2.2	Aspectos bióticos	84
IV.2.2.1	Vegetación	84
IV.2.2.1.1	Tipos de vegetación y su descripción	85
IV.2.2.1.2	Comunidades o asociaciones vegetales registradas en el sitio de CUSTF	87
IV.2.2.1.3	Especies de importancia económica	87
IV.2.2.1.4	Especies en la NOM - 059	87
IV.2.2.1.5	Análisis de la diversidad de vegetación	87
IV.2.2.1.5.1	Densidad	88
IV.2.2.1.5.2	Densidad relativa	88
IV.2.2.1.5.3	Dominancia relativa	88
IV.2.2.1.5.4	Frecuencia	88
IV.2.2.1.5.5	Índice de valor de importancia	88
IV.2.2.1.5.6	Índices de diversidad	89
IV.2.2.2	Fauna	91
IV.2.2.2.1	Metodología de muestreo	91
IV.2.2.2.1.1	Muestreo de mamíferos	91
IV.2.2.2.1.2	Muestreo de aves	91
IV.2.2.2.1.3	Muestreo de anfibios y reptiles	91
IV.2.2.2.2	Aves	92
IV.2.2.2.3	Anfibios y reptiles	96
IV.2.2.2.4	Mamíferos	97
IV.2.2.2.5	Especies de importancia económica	97
IV.2.2.2.6	Especies endémicas y/o en peligro de extinción	98
IV.2.3	Paisaje	99
IV.2.4	Medio socioeconómico	102
IV.2.4.1	Demografía	102
IV.2.5	Diagnóstico ambiental	105
IV.2.5.1	Integración del inventario ambiental	105
IV.2.5.2	Valoración del estado actual	106
IV.2.5.3	Síntesis	107
<b>V.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>109</b>
<b>V.1</b>	<b>Lista de verificación</b>	<b>110</b>
<b>V.2</b>	<b>Caracterización y valoración de los impactos</b>	<b>116</b>

V.2.1	Preparación del sitio _____	119
V.2.2	Construcción _____	123
V.2.3	Operación y mantenimiento _____	127
V.2.4	Abandono del sitio _____	130
<b>V.3</b>	<b>Jerarquización de los impactos _____</b>	<b>134</b>
<b>VI.</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES _____</b>	<b>141</b>
<b>VI.1</b>	<b>Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental _____</b>	<b>141</b>
VI.1.1	Clasificación de las medidas _____	141
VI.1.2	Medidas propuestas para cada elemento ambiental _____	142
VI.1.2.1	Atmósfera _____	142
VI.1.2.2	Geología _____	142
VI.1.2.3	Suelo _____	142
VI.1.2.4	Agua _____	142
VI.1.2.5	Fisiografía _____	143
VI.1.2.6	Paisaje _____	143
VI.1.2.7	Vegetación _____	143
VI.1.2.8	Fauna _____	143
VI.1.2.9	Social _____	143
VI.1.3	Programas de atención prioritaria _____	143
VI.1.3.1	Programa de rescate y reubicación de fauna _____	144
VI.1.3.1.1	Objetivos _____	144
VI.1.3.1.2	Metas _____	144
VI.1.3.1.3	Descripción de las especies de fauna _____	144
VI.1.3.1.4	Actividades _____	149
VI.1.3.1.4.1	Capacitación al personal _____	149
VI.1.3.1.4.2	Ahuyentamiento de la fauna _____	149
VI.1.3.1.4.3	Identificación _____	149
VI.1.3.1.4.4	Métodos para el manejo de las especies _____	150
VI.1.3.1.4.4.1	Anfibios _____	150
VI.1.3.1.4.4.2	Aves _____	150
VI.1.3.1.4.4.3	Reptiles _____	153
VI.1.3.1.4.4.4	Mamíferos _____	154
VI.1.3.1.4.5	Cronograma _____	154
VI.1.3.1.4.6	Seguimiento y evaluación _____	154
VI.1.3.2	Programa de conservación de suelos _____	154
VI.1.3.2.1	Pronóstico de la pérdida de suelo con el CUSTF incluyendo las medidas de mitigación _____	155
VI.1.3.2.1.1	Acomodo de material vegetal _____	155
VI.1.3.2.1.2	Presas de control de azolves _____	156
VI.1.3.2.1.3	Resultados esperados del programa _____	157
VI.1.3.2.1.4	Ubicación de las obras _____	157
VI.1.3.3	Programa de reforestación _____	158
VI.1.3.3.1	Objetivos _____	159
VI.1.3.3.2	Meta _____	159
VI.1.3.3.3	Metodología _____	159
VI.1.3.3.3.1	Selección de la especie _____	159
VI.1.3.3.3.2	Densidad de plantación _____	159
VI.1.3.3.3.3	Estado físico y sanitario de la planta _____	160
VI.1.3.3.3.4	Diseño de la plantación _____	160
VI.1.3.3.3.5	Época de plantación _____	160
VI.1.3.3.3.6	Técnica de plantación _____	160

VI.1.3.3.4	Lugares de acopio _____	161
VI.1.3.3.5	Selección del sitio _____	161
VI.1.3.3.6	Indicadores de evaluación _____	163
VI.1.3.3.7	Mantenimiento y monitoreo de la sobrevivencia de los individuos reubicados _____	163
VI.1.3.3.8	Programa de actividades _____	163
VI.1.3.3.9	Evaluación del rescate y reubicación _____	163
VI.1.3.3.10	Sobrevivencia mínima esperada y acciones emergentes _____	163
VI.1.3.3.11	Informe de avances y resultados _____	163
VI.1.4	Actividades de mitigación, restauración y compensación por etapa _____	164
VI.1.5	Actividades de mitigación como consecuencia del abandono del sitio (abandono definitivo) _____	168
VI.1.6	Sustentabilidad con las medidas de mitigación y prevención aplicadas _____	168
VI.1.7	Medidas dirigidas a los impactos ambientales _____	168
VI.1.7.1	Impactos residuales _____	168
VI.1.7.2	Impactos sinérgicos y acumulativos _____	169
<b>VII.</b>	<b>PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS _____</b>	<b>175</b>
<b>VII.1</b>	<b>Pronóstico de escenario _____</b>	<b>175</b>
<b>VII.2</b>	<b>Programa de vigilancia ambiental _____</b>	<b>181</b>
VII.2.1	Calendario de muestreo _____	184
VII.2.2	Procedimientos para el control de calidad _____	184
<b>VII.3</b>	<b>Conclusiones _____</b>	<b>184</b>
<b>VIII.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA _____</b>	<b>186</b>
<b>VIII.1</b>	<b>Formatos de presentación _____</b>	<b>186</b>
<b>VIII.2</b>	<b>Planos _____</b>	<b>186</b>
<b>VIII.3</b>	<b>Fotografías _____</b>	<b>187</b>
<b>VIII.4</b>	<b>Videos _____</b>	<b>187</b>
<b>VIII.5</b>	<b>Responsiva técnica de la elaboración del estudio _____</b>	<b>187</b>
<b>IX.</b>	<b>LITERATURA CONSULTADA _____</b>	<b>188</b>

LISTA DE CUADROS

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

Cuadro II-1. Coordenadas UTM de los vértices que delimitan el área de campamento y tepetatera ----- 5

Cuadro II-2. Coordenadas UTM de los puntos de inflexión de la línea eléctrica y camino ----- 6

Cuadro II-3. Superficie propuesta a CUSTF respecto al tipo de propiedad ----- 6

Cuadro II-4. Coordenadas geográficas UTM de los vértices que delimitan el Ejido Los Cardos y Anexos ----- 7

Cuadro II-5. Dimensiones de la obra ----- 7

Cuadro II-6. Superficie que será sujeta a cambio de uso de suelo de forestal a infraestructura minera ----- 7

Cuadro II-7. Coordenadas UTM de los vértices que delimitan el polígono sujeto a CUSTF ----- 7

Cuadro II-8. Superficie propuesta para CUSTF ----- 11

Cuadro II-9. Superficie a remover por el CUSTF respecto a la cubierta vegetal ----- 11

Cuadro II-10. Clasificación de la superficie del sitio propuesto a CUSTF en función de su uso y/o condición ----- 11

Cuadro II-11. Capital requerido ----- 12

Cuadro II-12. Indicadores financieros y su dictamen de viabilidad ----- 13

Cuadro II-13. Necesidades de mano de obra ----- 15

Cuadro II-14. Programa general de trabajo ----- 16

Cuadro II-15. Cronograma de actividades por etapa ----- 17

Cuadro II-16. Esquema de muestreo de la superficie propuesta a CUSTF ----- 19

Cuadro II-17. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo para cuantificar los productos forestales ----- 19

Cuadro II-18. Parámetros de la ecuación de volumen obtenidos en el sistema biométrico realizado para la UMAFOR 1005 ----- 20

Cuadro II-19. Estimación del VTA a remover por estrato, especie, ecosistema y predio para individuos de talla menor (Db <10 cm) ----- 21

Cuadro II-20. Estimación del VTA a remover por estrato, especie, ecosistema y predio para individuos de talla mayor (Db >10 cm) ----- 22

Cuadro II-21. Número de individuos y volumen maderable a remover por especie ----- 22

Cuadro II-22 Capacidad instalada de la tepetatera ----- 25

Cuadro II-23. Listado de materiales utilizados en la obra ----- 27

Cuadro II-24. Residuos sólidos domésticos generados ----- 34

Cuadro III-1. Vinculación de los criterios de regulación ecológica estatal con las obras y actividades ----- 39

Cuadro III-2. Vinculación de las obras y actividades con las NOM aplicables ----- 43

Cuadro IV-1. Tipos de clima del Sistema Ambiental ----- 47

Cuadro IV-2. Tipos de clima a nivel AI ----- 48

Cuadro IV-3. Estaciones climatológicas con influencia en el SA ----- 49

Cuadro IV-4. Registros de temperatura de las estaciones climatológicas del SA ----- 49

Cuadro IV-5. Temperaturas ponderadas anuales del SA ----- 50

Cuadro IV-6. Registros de precipitación de las estaciones climatológicas del SA ----- 50

Cuadro IV-7. Precipitación ponderada anual del SA ----- 51

Cuadro IV-8. Evapotranspiración potencial anual (mm) para las regiones del estado de Durango ----- 52

Cuadro IV-9. Clase de rocas a nivel SA y AI ----- 54

Cuadro IV-10. Superficies de las clases de rocas en el SA y en el AI ----- 54

Cuadro IV-11. Descripción de los componentes fisiográficos del SA ----- 57

Cuadro IV-12. Clasificación de la pendiente del SA (FAO, 2009) ----- 60

Cuadro IV-13. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental ----- 61

Cuadro IV-14. Principales grupos de suelo presentes en el SA ----- 62

Cuadro IV-15. Principales grupos de suelo presentes en el AI ----- 62

Cuadro IV-16. Tipos de suelos presentes en el SA ----- 63

Cuadro IV-17. Tipos de suelo presentes en el AI ----- 64

Cuadro IV-18. Tipos de suelo presentes en el sitio ----- 64

Cuadro IV-19. Categorías de erosión hídrica de acuerdo al espesor del suelo ----- 69

Cuadro IV-20. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en la República Mexicana (Cortés, 1991) ----- 69

Cuadro IV-21. Valores de K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollado por la WRB. ----- 71

<i>Cuadro IV-22. Valores del factor K considerando el tipo de suelo y textura</i> -----	71
<i>Cuadro IV-23. Valores del factor C</i> -----	73
<i>Cuadro IV-24. Valor de P para las diferentes prácticas y eficiencia (Flores López et al., 2003)</i> -----	75
<i>Cuadro IV-25. Erosión potencial hídrica en el SA</i> -----	75
<i>Cuadro IV-26. Grado de erosión hídrica actual en el SA</i> -----	76
<i>Cuadro IV-27. Erosión total para el sitio con el CUSTF</i> -----	76
<i>Cuadro IV-28. Valores para el cálculo de la capa de calificación de textura en suelos no calcáreos</i> -----	78
<i>Cuadro IV-29. Metodología de cálculo para estimar la tasa de erosión eólica en el sitio a CUSTF</i> -----	78
<i>Cuadro IV-30. Clase de degradación para erosión eólica (INE, 1988)</i> -----	79
<i>Cuadro IV-31. Grado de degradación en el SA</i> -----	79
<i>Cuadro IV-32. Ubicación del AI en el sistema hidrológico nacional</i> -----	80
<i>Cuadro IV-33. Descripción de los principales ríos y arroyos en el SA por subcuenca</i> -----	81
<i>Cuadro IV-34. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental</i> -----	84
<i>Cuadro IV-35. Tipos de vegetación a nivel AI</i> -----	87
<i>Cuadro IV-36. Superficie sujeta a CUSTF según el tipo de ecosistema</i> -----	87
<i>Cuadro IV-37. Especies de lento crecimiento sujetas a rescate y reubicación</i> -----	87
<i>Cuadro IV-38. Estimación del índice de diversidad e IVI por estrato a nivel sitio</i> -----	90
<i>Cuadro IV-39. Lista de especies de aves reportadas en el SA</i> -----	92
<i>Cuadro IV-40. Lista de especies de anfibios y reptiles reportados en el SA</i> -----	96
<i>Cuadro IV-41. Lista de especies de mamíferos reportadas en el AI</i> -----	97
<i>Cuadro IV-42. Especies de aves incluidas en el CEHACO 2021-2022 de la SEMARNAT</i> -----	97
<i>Cuadro IV-43. Especies de fauna de la región cuyo aprovechamiento está regulado por el CEH 2021-2022 de la SEMARNAT</i> -----	98
<i>Cuadro IV-44. Especies de fauna consideradas en el PRR</i> -----	99
<i>Cuadro IV-45. Valoración de los criterios estéticos del paisaje del sitio</i> -----	100
<i>Cuadro IV-46. Valoración de la fragilidad del paisaje</i> -----	101
<i>Cuadro IV-47. Poblados dentro del área de influencia del proyecto</i> -----	103
<i>Cuadro IV-48. Descripción del inventario ambiental</i> -----	105
<i>Cuadro IV-49. Valoración de estado actual del inventario ambiental</i> -----	106
<i>Cuadro V-1. Lista de verificación de impactos ambientales</i> -----	111
<i>Cuadro V-2. Globalización de los impactos relevantes</i> -----	115
<i>Cuadro V-3. Identificación inicial de los impactos para cada etapa</i> -----	116
<i>Cuadro V-4. Criterios de la caracterización de los impactos ambientales</i> -----	118
<i>Cuadro V-5. Criterios de categorización de los impactos ambientales</i> -----	119
<i>Cuadro V-6. Valoración de los impactos en la etapa de preparación del sitio</i> -----	122
<i>Cuadro V-7. Valoración de los impactos en la etapa de construcción</i> -----	126
<i>Cuadro V-8. Valoración de los impactos en la etapa de operación y mantenimiento</i> -----	129
<i>Cuadro V-9. Valoración de los impactos en la etapa de abandono del sitio</i> -----	133
<i>Cuadro V-10. Jerarquización de los impactos</i> -----	136
<i>Cuadro V-11. Dictamen de la valoración de los impactos ambientales por etapa</i> -----	138
<i>Cuadro VI-1. Especies de fauna consideradas en el PRR</i> -----	144
<i>Cuadro VI-2. Descripción de las especies de aves incluidas en el PRR</i> -----	145
<i>Cuadro VI-3. Descripción de las especies de reptiles incluidos en el PRR</i> -----	146
<i>Cuadro VI-4. Descripción de las especies de mamíferos incluidas en el PRR</i> -----	147
<i>Cuadro VI-5. Cronograma de Actividades.</i> -----	154
<i>Cuadro VI-6. Erosión total para el sitio con el CUSTF</i> -----	155
<i>Cuadro VI-7. Modelo de cubicación de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto</i> -----	155
<i>Cuadro VI-8. Ejemplo de un modelo de cubicación de una presa filtrante de piedra</i> -----	156
<i>Cuadro VI-9. Clases texturales del suelo y densidad aparente en (gramos/cm<sup>3</sup>)</i> -----	157
<i>Cuadro VI-10. Metodología de cálculo para estimar el número de presas a considerar para retener la erosión potencial total</i> -----	157
<i>Cuadro VI-11. Resultados esperados de la ejecución del programa de conservación de suelos</i> -----	157
<i>Cuadro VI-12. Coordenadas de las áreas prioritarias para establecer el acomodo de material vegetal muerto</i> -----	157

<i>Cuadro VI-13. Coordenadas donde se ubicarán las presas de piedra acomodada</i>	<i>-----158</i>
<i>Cuadro VI-14. Número de plantas a reforestar</i>	<i>-----159</i>
<i>Cuadro VI-15. Número de plantas a reforestar</i>	<i>-----160</i>
<i>Cuadro VI-16. Coordenadas geográficas UTM del polígono propuesto para la reforestación</i>	<i>-----162</i>
<i>Cuadro VI-17. Programa de actividades de la reforestación</i>	<i>-----163</i>
<i>Cuadro VI-18. Actividades de mitigación, prevención y restauración en las diferentes etapas</i>	<i>-----164</i>
<i>Cuadro VI-19. Sustentabilidad del proyecto con medidas de mitigación y compensación</i>	<i>-----170</i>
<i>Cuadro VII-1. Pronostico del escenario</i>	<i>-----175</i>
<i>Cuadro VII-2. Seguimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación</i>	<i>-----181</i>
<i>Cuadro VII-3. Calendario de muestreo del programa de monitoreo ambiental</i>	<i>-----184</i>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura I.1. Ubicación del sitio en el contexto estatal</i> -----	1
<i>Figura II.1. Diagrama de flujo de las principales etapas de la obra</i> -----	16
<i>Figura II.2. Sección transversal del depósito de tepetate</i> -----	25
<i>Figura II.3. 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).</i> -----	32
<i>Figura IV.1. Representación de la precipitación y temperatura media anual en el SA</i> -----	52
<i>Figura IV.2. Ubicación del SA respecto a la Regionalización Sísmica</i> -----	56
<i>Figura IV.3. Fisiografía a nivel estatal y en el Sistema Ambiental</i> -----	58
<i>Figura IV.4. Elevaciones presentes en el Sistema Ambiental (DEM)</i> -----	59
<i>Figura IV.5. Pendiente del SA</i> -----	60
<i>Figura IV.6. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental</i> -----	61
<i>Figura IV.7. Ubicación del SA en la regionalización nacional del Factor R (Becerra, 1997)</i> -----	70
<i>Figura IV.8. Representación del factor R en el SA</i> -----	70
<i>Figura IV.9. Representación del factor K en el SA</i> -----	71
<i>Figura IV.10. Representación del factor LS en el SA</i> -----	73
<i>Figura IV.11. Representación del factor C en el SA</i> -----	74
<i>Figura IV.12. Erosión hídrica actual del SA</i> -----	76
<i>Figura IV.13. Esquema de integración de la degradación de los recursos bióticos, edáficos e hídricos</i> -----	79
<i>Figura IV.14. Ubicación del SA en el contexto hidrológico</i> -----	80
<i>Figura IV.15. Acuíferos con publicación de disponibilidad en el DOF, 2014; Condición de los acuíferos, 2014</i> -----	82
<i>Figura IV.16. Ubicación del SA respecto a la delimitación de los acuíferos</i> -----	82
<i>Figura IV.17. Parámetros de calidad del agua del AI y SA</i> -----	83
<i>Figura IV.18. Grado de presión por región hidrológico-administrativa, 2014</i> -----	84
<i>Figura IV.19. Distribución de las especies en el espacio geográfico</i> -----	92
<i>Figura IV.20. Distribución de las especies en categoría de riesgo en el espacio geográfico</i> -----	98
<i>Figura V.1. Descripción gráfica de la metodología a utilizarse para la evaluación de los impactos</i> -----	109
<i>Figura V.2. Jerarquización de los impactos ambientales por elemento</i> -----	137
<i>Figura V.3. Jerarquización de los impactos ambientales por elemento</i> -----	137
<i>Figura V.4. Distribución de los impactos ambientales por categoría</i> -----	138
<i>Figura V.5. Jerarquización de los impactos ambientales</i> -----	139
<i>Figura VI.1 Representación gráfica de los individuos sujetos a rescate</i> -----	148
<i>Figura VI.2. Sistema de cepa común a utilizar en la reforestación (CONAFOR, 2010)</i> -----	161

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

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

<b>Término / Acrónimo</b>	<b>Significado</b>
<b>AI</b>	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)
<b>CEH</b>	Calendario de Épocas Hábles 2021 - 2022 (SEMARNAT)
<b>CEHACO</b>	Calendario de Épocas Hábles de Aves Canoras y de Ornato 2021 – 2022 (SEMARNAT)
<b>CNSM</b>	Comisión Nacional de Salarios Mínimos
<b>CONABIO</b>	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
<b>CONAPO</b>	Comisión Nacional de Población
<b>CURP</b>	Clave Única de Registro de Población
<b>CUSTF</b>	Cambio de Uso de Suelo de Terreno Forestal
<b>ETJ</b>	Estudio Técnico Justificativo
<b>G-MIA-CUS-P</b>	Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental para proyectos que requieran de CUSTF, modalidad Particular.
<b>IA</b>	Impacto Ambiental
<b>INE</b>	Instituto Nacional Electoral
<b>LGAPF</b>	<i>Ley General de Administración Pública Federal</i>
<b>LGDFS</b>	<i>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable</i>
<b>LGEEPA</b>	<i>Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</i>
<b>LGPGIR</b>	<i>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>MOEE</b>	<i>Modelo de Ordenamiento Ecológico Estatal (Durango)</i>
<b>PPA</b>	Programa de Prevención de Accidentes
<b>PR-Flora</b>	Programa de Rescate y Reubicación de Flora
<b>PR-Fauna</b>	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna
<b>PC-Suelo</b>	Programa de conservación y restauración de suelo
<b>P-Reforestación</b>	Programa de reforestación
<b>RAN</b>	Registro Agrario Nacional
<b>RFC</b>	Registro Federal de Contribuyentes
<b>RFN</b>	Registro Forestal Nacional
<b>R-LGEEPA-EIA</b>	<i>Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental</i>
<b>RLGPGIR</b>	<i>Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>
<b>SA</b>	Sistema Ambiental (delimitación regional concreta como cuenca hidrográfica, unidad de gestión ambiental, zona de atención prioritaria, entre otras)
<b>SDT*</b>	Sólidos Disueltos Totales
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>SMO</b>	Sierra Madre Occidental
<b>UGA</b>	Unidad de Gestión Ambiental

## I. DATOS GENERALES

### I.1 Proyecto

#### I.1.1 Nombre

**DESARROLLO MINERO PROVIDENCIA, MUNICIPIO DE OTÁEZ, DURANGO.**

#### I.1.2 Ubicación y acceso

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 Papasquiario, con un recorrido de 115 km; se continua 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 tercercería con dirección sur y se recorre una distancia de 42.6 km hasta el sitio donde se propone establecer el desarrollo minero Providencia.

La infraestructura para tener acceso al sitio se presenta en el Cuadro I-1, mientras que en el plano del **Anexo 2.1**, se puede observar a detalle la localización y acceso en el contexto estatal.

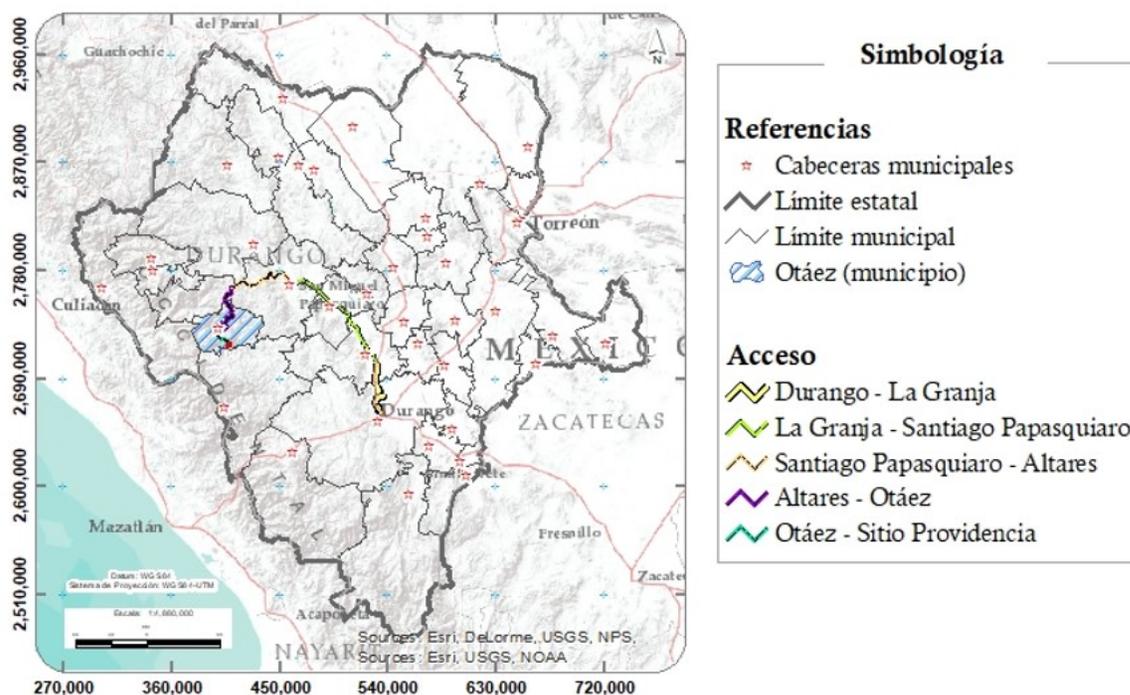


Figura I.1. Ubicación del sitio en el contexto estatal

La infraestructura para tener acceso al sitio es la siguiente.

Cuadro I-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 – Sitio Providencia	42.6	Terracería
<b>Total</b>	<b>378.6</b>	

### ***I.1.3 Vida útil***

El tiempo estimado para la etapa de **preparación del sitio es 3 años**, para la etapa de **construcción - operación es 20 años** y finalmente, **2 años** para la etapa de **abandono del sitio**. Entonces, la **vida útil** estimada para la obra es de **25 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.
- Copia certificada por el RAN del acta de asamblea donde se otorga el acuerdo para establecer la infraestructura propuesta.

## **I.2 Promovente**

### ***I.2.1 Nombre o razón social***

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

### ***I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes***

GMB891005763

### ***I.2.3 Nombre del representante legal***

LIC. JOSÉ DAVID BARBOSA MALDONADO

### ***I.2.4 Dirección***

Calle Selenio No. 168, Ciudad Industrial. Durango, Dgo., C.P. 34229.

Teléfono oficinas administrativas en Durango: 618 814 2524 y 618 814 0057. E-mail: [javalosg@bacis.com.mx](mailto:javalosg@bacis.com.mx)

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

### ***I.3.1 Nombre o razón social***

SERVICIOS TÉCNICOS ASOCIADOS DEL NOROESTE S. DE R.L. DE C.V.

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

STA940210393 (Razón social)

### ***I.3.3 Nombre del responsable técnico***

**M. C. SACRAMENTO CORRAL RIVAS**

**RFC** CORS720413U5A

**CURP** CORS720413HDGRV04

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

### ***I.3.4 Profesión y número de cédula profesional***

- **Maestro en Ciencias Forestales**, por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León; cédula No. **3107384**.
- **Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción**, por el Instituto Tecnológico de El Salto, Durango; cédula No. **2642485**.

Consulta: <http://www.cedulaprofesional.sep.gob.mx/cedula/>.

***I.3.5 Dirección***

Circuito Hacienda La Flor No. 160, Fraccionamiento Haciendas, Victoria de Durango, Dgo. CP: 34217.

*E-mail:* [sacra.corral@gmail.com](mailto:sacra.corral@gmail.com). Teléfono: 674 101 6013.

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 Información general

#### II.1.1 Naturaleza

Actualmente la empresa GRUPO MINERO BACIS tiene la necesidad de establecer un desarrollo minero denominado Providencia, se propone la construcción de la infraestructura siguiente: campamento, tepetatera, línea eléctrica y camino. Para ello será necesaria una superficie de 8.5 ha, el desarrollo minero involucra un conjunto de obras y actividades, que según el *R-LGEEPA-EIA, Artículo 5 inciso L)* se encuentran en: i) obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo.

Por otro lado, para el desarrollo de la infraestructura será necesario solicitar autorización para CUS en **8.5 ha**, por lo que se deberá dar cumplimiento al *artículo 28 primer párrafo y fracción VII de la LGEEPA; además se ha considerado lo establecido en el R-LGEEPA-EIA artículo 5 inciso O) fracción II; así como 14, que establece que cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.*

#### II.1.1.1 Objetivos y uso del suelo forestal

##### General

Obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental para establecer infraestructura minera.

##### Particulares

- Establecer el desarrollo minero Providencia que incluye campamento, tepetatera, línea eléctrica y camino.
- Participar en el desarrollo socioeconómico de la región creando fuentes de empleo que permitan elevar la calidad de vida de los habitantes que viven en las localidades cercanas al área.

#### II.1.1.2 Criterio del ordenamiento ecológico del territorio

De acuerdo al *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio*, el sitio se ubica 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 el aprovechamiento de los recursos naturales. Cabe mencionar que 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 mayoría al tipo de **vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, sin aptitud de aprovechamiento maderable**.

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

#### II.1.1.3 Tipificación de la obra a desarrollar

El presente proyecto corresponde a cambio de uso de suelo del terreno forestal a infraestructura minera, entendiendo esto como la remoción total o parcial de la vegetación presente en los terrenos forestales donde se pretende la construcción del desarrollo minero. El sector al que pertenece el proyecto corresponde a **cambio de uso de suelo**.

A la par de la ejecución de esta infraestructura, se incluyen en todas sus etapas medidas de mitigación de impactos ambientales para afectar lo menos posible el entorno ambiental de la zona de influencia, a través de propuestas para prevenir, restaurar y mitigar posibles áreas que serán dañadas en los componentes tales como; el suelo, el agua, la vegetación aledaña y fauna de lento desplazamiento.

#### II.1.1.4 Selección del sitio

Para la selección del sitio en que se desarrollará la infraestructura fue necesario considerar ciertos criterios técnicos, económicos y ambientales a fin de justificar sustentablemente la ejecución de las obras, siendo los siguientes:

**Criterios técnicos y ambientales.** La Promovente ha considerado una serie de criterios técnicos que se adoptan para el tipo de servicio a proporcionar y que se tomaron en cuenta para la evaluación final del sitio.

- Cercanía a vías de comunicación transitables todo el año para evitar hacer obras adicionales o de servicio.
- La topografía del sitio son sierras y mesetas que no limitan la construcción y operación de la obra.
- En cuanto a las condiciones meteorológicas, no existen evidencias de fenómenos meteorológicos adversos en la región (huracanes, terremotos, tornados, etc.), que pudieran poner en riesgo la infraestructura.
- El uso de suelo es vegetación forestal sin aptitud de aprovechamiento maderable.
- El sitio no se ubica en algún ANP, AICA, RTP o RHP establecida en el estado de Durango.
- Anuencia por parte de los propietarios del terreno forestal para el desarrollo de la obra.

Adicionalmente se han considerado algunos aspectos cuya aplicación se realiza cuando sea posible. De esta forma, en todos los casos el diseño consideró los siguientes criterios:

- La menor superficie forestal a impactar.
- Facilidad para su construcción y mantenimiento.
- Evitar en la medida de lo posible, bosques, huertas y sembradíos de alto valor.
- Evitar pasar por zonas turísticas en funciones o evidentemente potenciales, así como por zonas arqueológicas o de valor histórico.
- Cumplimiento de las leyes, reglamentos, normas técnicas y recomendaciones de la SEMARNAT, en materia de protección ambiental, así como aquellos que deriven de los demás Organismos Públicos Federales, Estatales y Municipales.

**Criterios socioeconómicos.** Para llevar a cabo la construcción y operación de la infraestructura se contratarán obreros de las comunidades cercanas, permitiendo generar mayores fuentes de empleo, que traen consigo una derrama económica en la región. Por otro lado, la zona urbana más cercana al sitio corresponde a la Ciudad de Santiago Papasquiari, que cuenta con la infraestructura complementaria y de apoyo para el desarrollo de las obras, así como los insumos necesarios (combustibles, alimentos, maquinarias, etc.).

#### II.1.2 Ubicación y dimensiones

##### II.1.2.1 Ubicación de la infraestructura

La infraestructura propuesta se localiza en las coordenadas geográficas UTM referidas al Datum **WGS84** ([World Geografic System of 1984](#)) de los cuadros siguientes.

*Cuadro II-1. Coordenadas UTM de los vértices que delimitan el área de campamento y tepetatera*

Polígono	Infraestructura	Vértice	UTM_X	UTM_Y
1	Campamento	1	407189.6	2718401.2
1	Campamento	2	407159.0	2718362.9
1	Campamento	3	407159.0	2718241.2
1	Campamento	4	407103.8	2718241.2
1	Campamento	5	407103.8	2718379.8
1	Campamento	6	407143.7	2718458.6
1	Campamento	7	407189.6	2718458.6
2	Tepetatera	1	407034.3	2719072.0
2	Tepetatera	2	407034.3	2719329.3
2	Tepetatera	3	407189.8	2719329.3
2	Tepetatera	4	407189.8	2719072.0

Cuadro II-2. Coordenadas UTM de los puntos de inflexión de la línea eléctrica y camino

Polígono	Infraestructura	Punto de inflexión	UTM_X	UTM_Y
3	Línea eléctrica	1	408841.0	2718020.0
3	Línea eléctrica	2	408804.0	2718069.0
3	Línea eléctrica	3	408456.0	2718287.0
3	Línea eléctrica	4	408293.0	2718272.0
3	Línea eléctrica	5	407848.0	2718278.0
3	Línea eléctrica	6	407607.0	2718352.0
3	Línea eléctrica	7	407458.0	2718430.0
3	Línea eléctrica	8	407341.0	2718552.0
3	Línea eléctrica	9	407234.0	2718682.0
3	Línea eléctrica	10	407229.0	2718795.0
3	Línea eléctrica	11	407204.0	2718955.0
3	Línea eléctrica	12	407204.0	2719236.0
3	Línea eléctrica	13	407129.0	2719345.0
3	Línea eléctrica	14	407195.0	2718500.0
3	Línea eléctrica	15	407162.6	2718449.9
4	Camino	1	407192.0	2718634.0
4	Camino	2	407214.0	2718663.0
4	Camino	3	407218.0	2718675.0
4	Camino	4	407258.0	2718787.0
4	Camino	5	407234.0	2718791.0
4	Camino	6	407228.0	2718873.0
4	Camino	7	407217.0	2718954.0
4	Camino	8	407215.0	2719057.0
4	Camino	9	407214.0	2719157.0
4	Camino	10	407213.0	2719235.0
4	Camino	11	407213.0	2719288.0
4	Camino	12	407213.0	2719350.0
4	Camino	13	407143.0	2719353.0
4	Camino	14	407136.2	2719362.7
4	Camino	15	407114.0	2719374.0
4	Camino	16	407091.1	2719379.8

En el plano del **Anexo 2.3** se puede observar la ubicación de la infraestructura, las vías de acceso, hidrología local y, además, se presenta la imagen Google<sup>™</sup> donde se pueden identificar claramente los rasgos fisiográficos y cubierta vegetal del sitio.

### II.1.2.2 Ubicación respecto al tipo de propiedad

El sitio se localiza en el Ejido Los Cardos y Anexos, municipio de Otáez, Dgo. La distribución de la superficie sujeta a CUSTF respecto al tipo de propiedad se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro II-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	8.5	0.08
<b>Total</b>	<b>10 170.59</b>	<b>8.5</b>	

En el plano del **Anexo 2.2** se muestra la localización de la infraestructura dentro del Ejido Los Cardos y Anexos, las coordenadas geográficas UTM de los vértices que delimitan esta propiedad se presentan en el cuadro siguiente.

*Cuadro II-4. Coordenadas geográficas UTM de los vértices que delimitan el Ejido Los Cardos y Anexos*

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	413192	2725342	14	406976	2726725
2	412746	2723864	15	407437	2726996
3	413098	2716601	16	407225	2728823
4	411440	2715408	17	407111	2729820
5	410819	2715846	18	412542	2729819
6	409371	2714645	19	413477	2731259
7	408536	2715388	20	413192	2725342
8	407981	2714993	21	406844	2721771
9	406942	2715613	22	407969	2719324
10	405967	2719185	23	409308	2719025
11	405208	2719484	24	409887	2720038
12	401797	2723274	25	408010	2725762
13	402914	2724351			

**II.1.2.3 Distribución de la infraestructura permanente, asociada y provisional**

En cuanto a la distribución de la infraestructura disponible y necesaria para poner en operación la obra se considera que el **100%** del área será del tipo **temporal**. Tomando en cuenta las dimensiones de la obra, características de diseño y la cercanía del sitio a los poblados no se requieren de campamentos, patios, almacenes, caminos nuevos, etc., como obras asociadas o provisionales ya que los materiales e insumos se irán suministrando conforme se vaya desarrollando la etapa de construcción.

**II.1.2.4 Delimitación del polígono sujeto a CUSTF**

Las principales características que determinan las dimensiones y capacidad de la infraestructura propuesta se presentan en el cuadro siguiente.

*Cuadro II-5. Dimensiones de la obra*

Dimensiones del proyecto	Cantidad	Unidad de medida
Superficie total a ocupar	8.5	ha
Superficie total de CUSTF	8.5	ha

La superficie que será sujeta a CUSTF para establecer la infraestructura minera propuesta es la siguiente:

*Cuadro II-6. Superficie que será sujeta a cambio de uso de suelo de forestal a infraestructura minera*

Infraestructura	Superficie (ha)	Superficie (%)
Campamento	1.3	14.9
Tepetatera	4.0	46.8
Línea eléctrica	2.7	32.0
Camino	0.5	6.2
CUSTF	8.5	100.0

Las coordenadas geográficas en UTM referidas al Datum WGS84 que delimitan los polígonos que serán sujetos a cambio de uso de suelo forestal a infraestructura minera se muestran en los cuadros siguientes, también se anexan un archivo en formato digital (.csv).

*Cuadro II-7. Coordenadas UTM de los vértices que delimitan el polígono sujeto a CUSTF*

Polígono	Infraestructura	Vértice	UTM_X	UTM_Y
1	Campamento	1	407189.6	2718401.2
1	Campamento	2	407159.0	2718362.9
1	Campamento	3	407159.0	2718241.2
1	Campamento	4	407103.8	2718241.2
1	Campamento	5	407103.8	2718379.8

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

<b>Polígono</b>	<b>Infraestructura</b>	<b>Vértice</b>	<b>UTM_X</b>	<b>UTM_Y</b>
1	Campamento	6	407143.7	2718458.6
1	Campamento	7	407189.6	2718458.6
2	Tepetatera	1	407034.3	2719072.0
2	Tepetatera	2	407034.3	2719329.3
2	Tepetatera	3	407189.8	2719329.3
2	Tepetatera	4	407189.8	2719072.0
3	Línea eléctrica	1	407344.7	2718555.3
3	Línea eléctrica	2	407461.0	2718434.1
3	Línea eléctrica	3	407608.9	2718356.6
3	Línea eléctrica	4	407848.8	2718283.0
3	Línea eléctrica	5	408292.8	2718277.0
3	Línea eléctrica	6	408455.5	2718292.0
3	Línea eléctrica	7	408456.4	2718292.0
3	Línea eléctrica	8	408457.2	2718291.9
3	Línea eléctrica	9	408457.9	2718291.6
3	Línea eléctrica	10	408458.7	2718291.2
3	Línea eléctrica	11	408806.7	2718073.2
3	Línea eléctrica	12	408807.1	2718072.9
3	Línea eléctrica	13	408807.6	2718072.5
3	Línea eléctrica	14	408808.0	2718072.0
3	Línea eléctrica	15	408845.0	2718023.0
3	Línea eléctrica	16	408837.0	2718017.0
3	Línea eléctrica	17	408800.6	2718065.3
3	Línea eléctrica	18	408454.8	2718281.9
3	Línea eléctrica	19	408293.5	2718267.0
3	Línea eléctrica	20	408293.0	2718267.0
3	Línea eléctrica	21	407847.9	2718273.0
3	Línea eléctrica	22	407847.1	2718273.1
3	Línea eléctrica	23	407846.5	2718273.2
3	Línea eléctrica	24	407605.5	2718347.2
3	Línea eléctrica	25	407605.3	2718347.3
3	Línea eléctrica	26	407604.7	2718347.6
3	Línea eléctrica	27	407455.7	2718425.6
3	Línea eléctrica	28	407455.0	2718426.0
3	Línea eléctrica	29	407454.4	2718426.5
3	Línea eléctrica	30	407339.6	2718546.2
3	Línea eléctrica	31	407198.3	2718495.9
3	Línea eléctrica	32	407166.8	2718447.1
3	Línea eléctrica	33	407158.4	2718452.6
3	Línea eléctrica	34	407190.8	2718502.7
3	Línea eléctrica	35	407191.3	2718503.4
3	Línea eléctrica	36	407191.9	2718503.9
3	Línea eléctrica	37	407192.6	2718504.4
3	Línea eléctrica	38	407193.3	2718504.7
3	Línea eléctrica	39	407332.6	2718554.3
3	Línea eléctrica	40	407230.1	2718678.8
3	Línea eléctrica	41	407229.7	2718679.5

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

<b>Polígono</b>	<b>Infraestructura</b>	<b>Vértice</b>	<b>UTM_X</b>	<b>UTM_Y</b>
3	Línea eléctrica	42	407229.3	2718680.2
3	Línea eléctrica	43	407229.1	2718681.0
3	Línea eléctrica	44	407229.0	2718681.8
3	Línea eléctrica	45	407224.0	2718794.5
3	Línea eléctrica	46	407199.1	2718954.2
3	Línea eléctrica	47	407199.0	2718955.0
3	Línea eléctrica	48	407199.0	2719234.4
3	Línea eléctrica	49	407124.9	2719342.2
3	Línea eléctrica	50	407133.1	2719347.8
3	Línea eléctrica	51	407208.1	2719238.8
3	Línea eléctrica	52	407208.5	2719238.2
3	Línea eléctrica	53	407208.8	2719237.5
3	Línea eléctrica	54	407208.9	2719236.8
3	Línea eléctrica	55	407209.0	2719236.0
3	Línea eléctrica	56	407209.0	2718955.4
3	Línea eléctrica	57	407233.9	2718795.8
3	Línea eléctrica	58	407234.0	2718795.2
3	Línea eléctrica	59	407238.9	2718683.9
3	Línea eléctrica	60	407344.7	2718555.3
4	Camino	1	407216.4	2718661.2
4	Camino	2	407194.4	2718632.2
4	Camino	3	407189.6	2718635.8
4	Camino	4	407211.3	2718664.4
4	Camino	5	407215.2	2718676.0
4	Camino	6	407254.0	2718784.6
4	Camino	7	407233.5	2718788.0
4	Camino	8	407233.0	2718788.2
4	Camino	9	407232.6	2718788.4
4	Camino	10	407232.1	2718788.6
4	Camino	11	407231.8	2718789.0
4	Camino	12	407231.5	2718789.4
4	Camino	13	407231.2	2718789.8
4	Camino	14	407231.1	2718790.3
4	Camino	15	407231.0	2718790.8
4	Camino	16	407225.0	2718872.7
4	Camino	17	407214.0	2718953.6
4	Camino	18	407214.0	2718953.9
4	Camino	19	407212.0	2719057.0
4	Camino	20	407211.0	2719157.0
4	Camino	21	407210.0	2719235.0
4	Camino	22	407210.0	2719288.0
4	Camino	23	407210.0	2719347.1
4	Camino	24	407142.9	2719350.0
4	Camino	25	407142.4	2719350.1
4	Camino	26	407142.0	2719350.2
4	Camino	27	407141.6	2719350.4
4	Camino	28	407141.2	2719350.6

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

<b>Polígono</b>	<b>Infraestructura</b>	<b>Vértice</b>	<b>UTM_X</b>	<b>UTM_Y</b>
4	Camino	29	407140.8	2719350.9
4	Camino	30	407140.5	2719351.3
4	Camino	31	407134.1	2719360.4
4	Camino	32	407112.9	2719371.2
4	Camino	33	407090.4	2719376.9
4	Camino	34	407091.9	2719382.7
4	Camino	35	407114.7	2719376.9
4	Camino	36	407115.0	2719376.8
4	Camino	37	407115.4	2719376.7
4	Camino	38	407137.5	2719365.4
4	Camino	39	407137.9	2719365.1
4	Camino	40	407138.3	2719364.8
4	Camino	41	407138.6	2719364.4
4	Camino	42	407144.6	2719355.9
4	Camino	43	407213.1	2719353.0
4	Camino	44	407213.6	2719352.9
4	Camino	45	407214.1	2719352.8
4	Camino	46	407214.6	2719352.6
4	Camino	47	407215.0	2719352.3
4	Camino	48	407215.3	2719351.9
4	Camino	49	407215.6	2719351.5
4	Camino	50	407215.8	2719351.0
4	Camino	51	407216.0	2719350.5
4	Camino	52	407216.0	2719350.0
4	Camino	53	407216.0	2719288.0
4	Camino	54	407216.0	2719235.0
4	Camino	55	407217.0	2719157.0
4	Camino	56	407218.0	2719057.0
4	Camino	57	407220.0	2718954.2
4	Camino	58	407231.0	2718873.4
4	Camino	59	407231.0	2718873.2
4	Camino	60	407236.8	2718793.6
4	Camino	61	407258.5	2718790.0
4	Camino	62	407259.0	2718789.8
4	Camino	63	407259.5	2718789.6
4	Camino	64	407259.9	2718789.3
4	Camino	65	407260.3	2718788.9
4	Camino	66	407260.6	2718788.5
4	Camino	67	407260.8	2718788.0
4	Camino	68	407261.0	2718787.5
4	Camino	69	407261.0	2718787.0
4	Camino	70	407261.0	2718786.5
4	Camino	71	407260.8	2718786.0
4	Camino	72	407220.8	2718674.0
4	Camino	73	407216.8	2718662.1
4	Camino	74	407216.7	2718661.6
4	Camino	75	407216.4	2718661.2

Ahora bien, según la delimitación de los polígonos anteriores, se pudo calcular la superficie sujeta a CUSTF misma que se resume en el cuadro siguiente.

*Cuadro II-8. Superficie propuesta para CUSTF*

Polígono	Infraestructura	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	Campamento	1.3	14.9
2	Tepetatera	4.0	46.8
3	Línea eléctrica	2.7	32.0
4	Camino	0.5	6.2
Total		<b>8.5</b>	

La ubicación del polígono sujeta a CUSTF se puede observar con mayor detalle en el plano del **Anexo 2.4**.

### II.1.2.5 Superficie a afectar respecto a la cubierta vegetal

La superficie propuesta a CUSTF por tipo de vegetación de acuerdo a la carta temática de uso de suelo y vegetación escala 1:250 000 serie VI (INEGI, 2017), se detalla en el cuadro siguiente.

*Cuadro II-9. Superficie a remover por el CUSTF respecto a la cubierta vegetal*

Clave	Descripción	Superficie (ha)
VSA/BQ	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	8.5
Total		<b>8.5</b>

### II.1.2.6 Clasificación y zonificación de la superficie

La zonificación de los terrenos forestales donde se realizará el CUSTF fue conforme a los criterios establecidos en el [Artículo 14 del Reglamento de la LGDFS](#), que se describe en el cuadro siguiente.

*Cuadro II-10. Clasificación de la superficie del sitio propuesto a CUSTF en función de su uso y/o condición*

Clasificación de superficie		Superficie	
		ha	%
<b>Zona de conservación y aprovechamiento restringido</b>			
1.1	Áreas naturales protegidas	0.0	0.0
1.2	Áreas de protección	0.0	0.0
1.3	Superficies localizadas arriba de los 3,000 metros sobre el nivel del mar	0.0	0.0
1.4	Superficies con pendientes mayores al 100 por ciento o 45 grados	0.0	0.0
1.5	Superficies con vegetación de manglar o bosque mesófilo de montaña	0.0	0.0
1.6	Superficies con vegetación de galería	0.0	0.0
1.7	Áreas cubiertas con selvas altas perennifolias	0.0	0.0
<b>Zona de producción</b>			
2.1	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable alta, los que se caracterizan por tener una cobertura de copa natural de más del 50 por ciento y una altura promedio de los árboles dominantes igual o mayor a 16 metros	0.0	0.0
2.2	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de <b>productividad maderable media</b> , los que se caracterizan por tener una cobertura de copa natural de entre 20 y 50 por ciento o una altura promedio de los árboles dominantes menor de 16 metros	1.4	16.2
2.3	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de <b>productividad maderable baja</b> , los que se caracterizan por tener una cobertura de copa natural inferior al 20 por ciento	7.1	83.8
2.4	Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas, aptos para el aprovechamiento de recursos no maderables y	0.0	0.0
2.5	Terrenos adecuados para realizar forestaciones, y	0.0	0.0
2.6	Terrenos preferentemente forestales	0.0	0.0
<b>Zona de restauración</b>			
3.1	Terrenos con degradación alta, caracterizados por carecer de vegetación forestal y mostrar evidencia de erosión severa, con presencia de cárcavas	0.0	0.0

	Clasificación de superficie	Superficie	
		ha	%
3.2	Terrenos preferentemente forestales, caracterizados por carecer de vegetación forestal y mostrar evidencia de erosión severa, con presencia de cárcavas	0.0	0.0
3.3	Terrenos con degradación media, caracterizados por tener una cobertura de copa menor al 20 por ciento y mostrar evidencia de erosión severa, con presencia de canalillos	0.0	0.0
3.4	Terrenos con degradación baja, caracterizados por tener una cobertura de copa inferior al 20 por ciento y mostrar evidencia de erosión laminar y,	0.0	0.0
3.5	Terrenos forestales o preferentemente forestales degradados que se encuentren sometidos a tratamientos de recuperación, tales como forestación, reforestación o regeneración natural	0.0	0.0
	<b>Total</b>	<b>8.5</b>	<b>100.0</b>

En el plano del **Anexo 2.5** se muestra la clasificación de superficies del área de influencia ambiental la cual sirvió para calcular la clasificación del cuadro anterior.

### II.1.3 Inversión requerida

#### II.1.3.1 Capital requerido

El presupuesto considerado para la construcción y operación del desarrollo minero Providencia es el siguiente:

*Cuadro II-11. Capital requerido*

Concepto	Costo total
<b>Gestiones administrativas</b>	
Pago por la evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular de acuerdo con los criterios de la tabla "A"	\$36,900
Pago por la solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales más de 1 hasta 10 hectáreas	\$1,774
Pago por compensación ambiental ante el Fondo Forestal Mexicano	\$788,641
<b>Subtotal</b>	<b>\$827,315</b>
<b>Desarrollo del proyecto</b>	
Preparación del sitio	\$465,200
Adquisición de materiales	\$4,191,622
Construcción (mano de obra)	\$3,423,495.00
Costos de supervisión de obra (CFE)	\$250,000
Gastos indirectos y fletes	\$500,000
<b>Subtotal</b>	<b>\$9,330,317</b>
<b>Medidas de prevención, mitigación y restauración ambiental</b>	
Equipo portátil de contra incendio y de seguridad	\$50,000
Medidas de prevención, mitigación y compensación	\$400,000
Gastos en capacitación en temas de seguridad ambiental (anual)	\$100,000
<b>Subtotal</b>	<b>\$550,000</b>
<b>Total</b>	<b>\$10,707,632</b>

#### II.1.3.2 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 Mínima 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. La VAN asciende a **\$ 948,875.8** y su dictamen es favorable.

**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 un proyecto de inversión dado. Dado que la TIR es mayor que la TREMA, por tanto, el proyecto es aceptable, entonces por cada peso invertido, el proyecto me regresa ese peso invertido, más un rendimiento de una tasa de **24.3%**.

**R C/B.** La relación Costo / Beneficio (C/B) toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso invertido. La relación B/C es de **1.1**, lo que significa que después del horizonte de planeación obtengo mi inversión más la TREMA más una utilidad igual al valor que excede la unidad (0.1 en este caso), 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 en relación a la inversión realizada, es decir, el rendimiento desde el punto de vista financiero. Para el proyecto es de **1.1**, lo que significa que por cada peso que se invertirá, se recuperará ese peso más una utilidad de 0.1 por lo tanto, el proyecto es rentable.

**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 de la obra será recuperable en **4.7** años, menor al tiempo pronosticado de la vida útil.

La evaluación financiera de la obra se resume en el cuadro siguiente y se presenta la memoria de cálculo correspondiente en el Anexo 7.

**Cuadro II-12. Indicadores financieros y su dictamen de viabilidad**

INDICADOR	VALOR	REFERENCIA	ANÁLISIS	DICTAMEN
TREMA	13.1%	0	Tasas de interés cotizadas con diferentes fuentes de financiamiento.	ACEPTABLE
VAN	\$ 948,875.8	VAN>0	Después del horizonte del proyecto, obtengo mi inversión, más tasa referencia (TREMA), más la utilidad igual al valor de VAN.	ACEPTABLE
TIR	24.3%	TIR > TREMA	Por cada peso que invierto, el proyecto me regresa ese peso invertido, más un rendimiento igual al valor de TIR.	ACEPTABLE
R B/C	1.1	R B/C > 1	Después del horizonte del proyecto, obtengo mi inversión, mas tasa de referencia (TREMA), más utilidad igual al valor del coeficiente que exceda la unidad (1.0)	ACEPTABLE
RSI	1.1	RSI > 1	Por cada peso que invierto, el proyecto me regresa ese peso invertido, más una utilidad igual al número que excede la unidad (1.0)	ACEPTABLE
PR	4.7	PR < HORIZONTE PROYECTO	El periodo de recuperación de la inversión a una tasa de referencia dada (TREMA), es menor al horizonte en años proyectado.	ACEPTABLE

### II.1.3.3 Costos de las medidas de prevención y mitigación de impactos

Referente a las medidas de prevención y mitigación de posibles impactos ambientales adversos, los costos necesarios para realizar estas actividades estarán en el orden de **5.1%** del costo total.

### II.1.4 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua

#### II.1.4.1 Uso de suelo

A nivel regional en el sistema montañoso de la **Sierra Madre Occidental**, el aprovechamiento forestal y la minería, resulta fundamental en la economía de las poblaciones, dado que la productividad de otras actividades se encuentra en un nivel bajo (fruticultura, ganadería, agricultura, etc.) por la aportación del **PIB** a nivel estatal. A nivel regional se desarrolla una agricultura tradicional de autoconsumo (maíz, avena, frijol y papa), con rendimientos bajos por el reducido nivel de mecanización y uso de fertilizantes, así como una deficiente asistencia técnica. Por su parte la ganadería es practicada a pequeña escala por la mayoría de los habitantes, que cuentan con algunas cabezas de ganado (bovino, equino) con el objetivo de producir carne y productos lácteos para el autoconsumo. También se realizan algunas actividades relacionadas a la fruticultura, ya que existen condiciones fisiográficas favorables para el

arraigo de especies frutales de clima frío, templado y subtropical tales como; manzano, durazno, pera, chabacano, aguacate, limón, naranjo, lima y papayo; sin embargo, esta actividad suele ser de autoconsumo y sin nivel de tecnificación o asistencia técnica. En general el uso de suelo prevaleciente en el **Área de Influencia [AI]** donde se realizará el **CUSTF** se puede describir de la siguiente manera:

**a). Uso forestal**

El tipo de vegetación corresponde a **selva baja caducifolia** (SBC) sin aptitud de aprovechamiento maderable, **vegetación secundaria arbórea de bosque de encino** (VSABQ) y **bosque de pino** (BP). De acuerdo con el estudio forestal regional de la UMAFOR 1005, para el **AI** las principales especies maderables que se aprovechan corresponden a los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Arbutus* y *Cupressus*.

**b). Uso agrícola**

La agricultura en esta zona se practica a un nivel muy reducido ya que la topografía y la orografía local limitan esta actividad socioeconómica; sin embargo, en algunas mesetas con pendientes menores al 15% o planicies son aprovechadas para destinar el uso de suelo a la siembra de maíz, papa y avena forrajera de autoconsumo. En la región la agricultura de riego es prácticamente nula.

**d). Uso pecuario**

En cuanto al uso pecuario, en la región se práctica la ganadería extensiva y la superficie dedicada a esta actividad converge con la superficie forestal y agrícola, dado que los habitantes de la región no cuentan con terrenos de agostadero bien delimitados y el ganado (*bovino* y *equino* principalmente) se encuentra libre en la región.

**e). Infraestructura minera**

A nivel regional existen zonas en donde se ha venido practicando la minería desde la época de la colonia. Sin embargo, la delimitación y uso de los terrenos con potencial para la minería se encuentran debidamente concesionados e identificados en la Secretaría de Economía a través títulos o concesiones mineras.

En el **Anexo 4.1** se muestran el plano de uso de suelo y vegetación en el **AI** y **Sistema Ambiental**, señalando la localización de la infraestructura a desarrollar.

**II.1.4.2 Uso de los cuerpos de agua**

El Área de Influencia (AI) del sitio destinado para instalar la infraestructura propuesta se ubica dentro de la cuenca Río San Lorenzo; a nivel subcuenca se encuentra dentro de la denominada Río de los Remedios; y a nivel microcuenca dentro de la San José de Bacis, en el plano el **Anexo 3.1** se puede identificar la ubicación en el contexto hidrológico.

Los cuerpos de agua cercanos al sitio son el "**Río Los Remedios**", que es una corriente perenne. El uso que se le da a los cuerpos de agua por los habitantes de la región está limitado únicamente para el mantenimiento del ganado y en muy baja escala para practicar la agricultura con parcelas de riego en zonas cercanas al cauce de este mismo río. En cuanto al agua utilizada para el consumo humano esta es acarreada por gravedad de los manantiales que bajan de las partes altas de la sierra, dado que resulta muy costoso desarrollar infraestructura para potabilizar el agua de los escurrimientos superficiales.

**II.1.4.3 Uso potencial**

De acuerdo a la cartografía editada por INEGI, el uso potencial del suelo en la región es para practicar la **silvicultura** en forma sustentable a través del aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables (ecoturismo, fauna silvestre, etc.). De acuerdo al *Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal 2016*, el sitio se ubica en la **UGA No. 149 - Sierra Alta con Cañones 8**; cuyo lineamiento ambiental es el aprovechamiento forestal maderable sustentable.

Además, el sitio se encuentra dentro de la RHP **Río San Lorenzo - Minas de Piaxtla**; por lo que para el desarrollo de la obra se considera implementar programas de protección especial, restauración y conservación, los cuales se describen a detalle en los apartados subsecuentes.

### II.1.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

La disponibilidad de servicios para poder desarrollar la infraestructura minera se encuentra al alcance, ya que el sitio se localiza en un lugar accesible durante todo el año, y se cuenta con los servicios necesarios para su construcción y operación.

#### a). Agua

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

#### b). Hospedaje

Para evitar la instalación de campamentos, la mayor parte del personal que se contrate durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y 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.

#### c). Alimentación

Para el personal que no sea de la región, se buscarán servicios de alimentación en los poblados cercanos, ya sea en Los Cardos o San José de Bacis.

#### d). Combustible

Se requerirá únicamente gasolina y diésel para los vehículos y maquinaria que se utilicen durante la preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono del sitio. Éstos se transportarán al sitio conforme se vayan necesitando, el mantenimiento de los vehículos y maquinaria se realizará en talleres cercanos al sitio.

#### e). Mano de obra

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

*Cuadro II-13. Necesidades de mano de obra*

Etapa	Tipo de mano de obra	Procedencia		Tipo de empleo		Total de empleados por etapa	Tiempo máximo de jornales (días)
		Regional	Externo	Eventual	Permanente		
Preparación del sitio	Calificada	2	1	3	0	11	9,504
	No calificada	8	0	8	0		
Construcción	Calificada	4	2	2	4	14	8,064
	No calificada	8	0	5	3		
Operación y mantenimiento	Calificada	2	0	0	2	13	67,392
	No calificada	11	0	0	11		
<b>Total</b>		<b>35</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>38</b>	

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

Se ha establecido que se generarán **38 empleos directos** en las diferentes etapas de la obra, 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

#### II.1.5.1 Políticas de crecimiento futuro

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

## II.2 Características particulares

### II.2.1 Programa general de trabajo

La descripción del sitio y las características de la obra demuestran que con las técnicas empleadas en el proceso constructivo – operativo son viables, rentables (por la inversión) y amigables con el medio ambiente. Las actividades a desarrollar están divididas en etapas, destinándose **3 años para la etapa de preparación del sitio, 2 años para la etapa de construcción, 18 años para la etapa de operación y mantenimiento y 2 años para la etapa de abandono del sitio.** A partir de la etapa de preparación del sitio se llevarán a cabo medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, en tanto que la etapa de abandono del sitio será cuando se llegue a la vida útil o secén las actividades mineras. El programa general de actividades se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro II-14. Programa general de trabajo

Etapa	Año																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Preparación	█	█	█																						
Construcción				█	█																				
Operación y mantenimiento						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Abandono del sitio																									
Prevención y mitigación de impactos ambientales	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

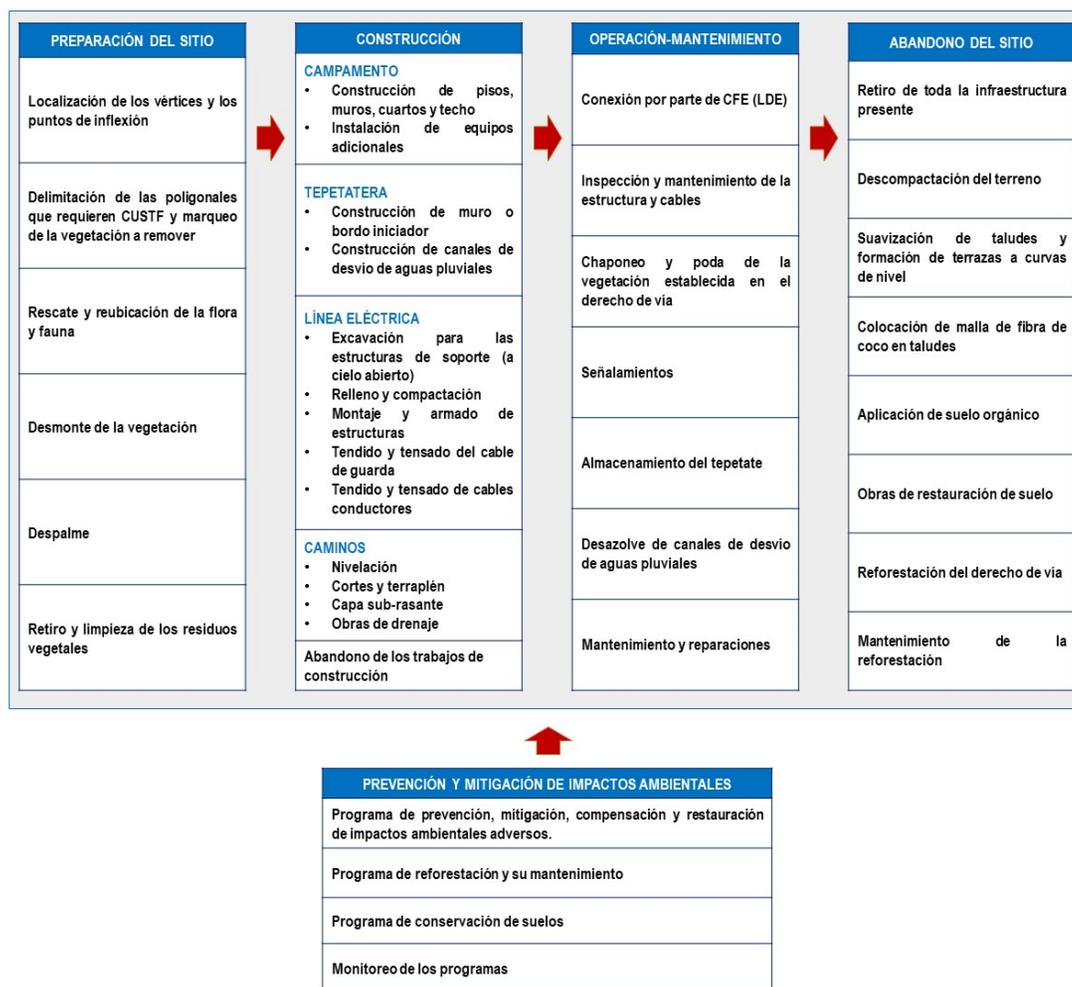


Figura II.1. Diagrama de flujo de las principales etapas de la obra

A continuación, se muestran de manera detallada las actividades a realizar y el tiempo estimado para su ejecución dentro de cada etapa.

Cuadro II-15. Cronograma de actividades por etapa

Etapa / Actividad	Año																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>																										
Localización de los vértices que corresponden a los polígonos que ocuparán la infraestructura propuesta y los puntos de inflexión de la línea eléctrica	■																									
Delimitación de las poligonales que requieren CUSTF y marcado de la vegetación a remover	■																									
Rescate y reubicación de la flora de bajo porte y con status especial, así como de la fauna de lento desplazamiento	■																									
Desmonte de la vegetación		■																								
Despalme		■	■																							
Retiro y limpieza de los residuos vegetales producto del desmonte y despalme			■																							
<b>CONSTRUCCIÓN</b>																										
<b>Campamento</b>																										
Construcción de piso de concreto, muros perimetrales, cuartos y colocación del techo				■																						
Instalación de equipos adicionales				■																						
<b>Tepetatera</b>																										
Construcción de muro o bordo iniciador				■																						
Construcción de canales de desvío de aguas pluviales					■																					
<b>Línea eléctrica</b>																										
Excavación para las estructuras de soporte (a cielo abierto)				■																						
Relleno y compactación				■																						
Montaje y armado de estructuras					■																					
Tendido y tensado del cable de guarda					■																					
Tendido y tensado de cables conductores					■																					
<b>Caminos</b>																										
Nivelación				■																						
Cortes y terraplén				■																						
Capa sub-rasante					■																					
Obras de drenaje					■																					
Abandono de los trabajos de construcción					■																					

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

Etapa / Actividad	Año																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<b>OPERACIÓN</b>																										
Conexión por parte de CFE (LDE)																										
Inspección y mantenimiento de la estructura y cables																										
Chaponeo y poda de la vegetación establecida en el derecho de vía																										
Señalamientos																										
Almacenamiento del tepetate																										
Desazolve de canales de desvío de aguas pluviales																										
Mantenimiento y reparaciones																										
<b>PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>																										
Programa de prevención, mitigación y restauración de impactos ambientales adversos																										
Programa de reforestación y conservación de suelos																										
Mantenimiento a la reforestación																										
Monitoreo de los programas																										
<b>ABANDONO DEL SITIO (Posterior a la conclusión de la etapa operativa)</b>																										
Retiro de toda la infraestructura presente																										
Descompactación del terreno																										
Suavización de taludes y formación de terrazas a curvas de nivel																										
Aplicación de suelo orgánico																										
Obras de restauración de suelo																										
Reforestación																										
Mantenimiento de la reforestación	Se dará mantenimiento anual a la reforestación en los 5 primeros años a partir de su establecimiento																									

### II.2.1.1 Estudio de campo y gabinete

#### II.2.1.1.1 Delimitación de las superficies que ocuparán la infraestructura

La delimitación de la infraestructura propuesta está fundamentada en el levantamiento topográfico. Se ubicarán físicamente los vértices del campamento, tepetatera, línea eléctrica y camino. El diseño de la infraestructura obedece a los requerimientos técnicos y procedimientos constructivos establecidos por la empresa minera. Para lograr el trazo definitivo se efectuarán revisiones de los materiales cartográficos existentes para la zona en cuanto al tipo de vegetación prevaleciente, uso de suelo e hidrología superficial y subterránea editado por INEGI, así mismo, se revisó la información bibliográfica sobre la fauna silvestre de la región.

#### II.2.1.1.2 Vegetación que resulte afectada por el CUSTF

El trabajo para estimar los productos forestales resultantes del CUSTF, inició con un recorrido previo de los polígonos, enseguida, se realizó la ubicación de los vértices que delimitan las superficies y, finalmente en gabinete se realizaron actividades de planeación, destacando el análisis de los sistemas de muestreo a utilizar.

En cada sitio de muestreo se registraron datos generales del ambiente físico (altitud, pendiente, exposición, materia orgánica, compactación, fisiografía, material predominante, materia orgánica, grados de erosión, daños a la infraestructura, ubicación geográfica y pedregosidad), biótico (fisonomía, estructura y composición de especies de las comunidades) y dasométricos de las especies (diámetro normal, cobertura, altura total, diámetro de copas, dominancia y especie).

##### II.2.1.1.2.1 Muestreo

La toma de información de campo fue a través de un inventario forestal utilizando el muestreo **aleatorio** sin reemplazo con el esquema siguiente.

*Cuadro II-16. Esquema de muestreo de la superficie propuesta a CUSTF*

Característica	Valor	Unidad
Superficie de CUSTF	8.5	ha
Número de sitios de muestreo	30	
Tamaño de la muestra	500	m <sup>2</sup>
Superficie de muestreo	1.5	ha
Intensidad de muestreo	17.6	%

Las coordenadas UTM de los sitios de muestreo se presentan en el cuadro siguiente.

*Cuadro II-17. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo para cuantificar los productos forestales*

Sitio	UTM X	UTM Y	ASNMM	Sitio	UTM X	UTM Y	ASNMM
1	407163	2719417	2288	16	407202	2718960	2284
2	407169	2719283	2291	17	407227	2718792	2284
3	407061	2719307	2282	18	407238	2718721	2279
4	407096	2719237	2316	19	407196	2718642	2269
5	407068	2719228	2244	20	407278	2718607	2246
6	407090	2719158	2254	21	407161	2718447	2247
7	407078	2719077	2251	22	407158	2718355	2238
8	407101	2719112	2260	23	407150	2718260	2232
9	407132	2719177	2260	24	407118	2718359	2228
10	407161	2719214	2274	25	407268	2718528	2242
11	407138	2719099	2265	26	407408	2718499	2230
12	407180	2719163	2275	27	407608	2718349	2276
13	407227	2719296	2275	28	407847	2718279	2273
14	407210	2719219	2300	29	408383	2718256	2126
15	407204	2719100	2285	30	408767	2718087	1923

II.2.1.1.2.2 *Análisis de la información*

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 y todas las herbáceas). En algunos casos dentro del sitio para árboles de talla mayor se estableció un subsitio de un metro cuadrado para cuantificar las herbáceas principalmente. Las variables estimadas para cada grupo de árboles fueron las siguientes:

1. Número de árboles por hectárea (**densidad**).

$$N = \sum \frac{\frac{10000 * n}{S}}{NS}$$

donde; *n* es el número de individuos en el sitio, *S* es la superficie del sitio y *NS* es el total de sitios de muestreo.

2. Área basal (**cobertura**). Esta variable se estimó con el diámetro normal para los arboles de talla mayor, diámetro de la base para los árboles de talla menor y para las cactáceas y herbáceas su cobertura (ancho promedio de sus copas).

$$Cob = \frac{\sum \frac{\pi}{40000} * Dn^2 * \frac{10000}{S}}{NS}$$

donde; *Dn* es el diámetro normal, de la base o cobertura, *S* es la superficie del sitio y *NS* total de sitios de muestreo.

3. Volumen Total Árbol (**VTA**, m<sup>3</sup>). Para cubicar el volumen de las especies maderables se utilizaron las ecuaciones desarrolladas en el sistema biométrico que pueden ser utilizadas de manera general para el estado de Durango (CONAFOR, 2012) para las especies del género *Pinus*, *Quercus*, *Juniperus*, *Pseudotsuga*, *Arbutus* y Otras hojosas.

$$VTA = \beta_0 * d^{\beta_1} * h^{\beta_2} + \beta_3 * d^2$$

donde; *VTA* es el volumen rollo total árbol (m<sup>3</sup>), *d* es el diámetro normal (cm) y, *h* es la altura total del árbol (m)

Los valores de los parámetros de la ecuación de volumen por especie y género se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro II-18. Parámetros de la ecuación de volumen obtenidos en el sistema biométrico realizado para la UMAFOR 1005

Especie	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$
<i>Pinus durangensis</i>	0.000059	1.972774	0.927753	0.00002
<i>Pinus arizonica</i>	0.000057	1.973787	0.830552	0.00001
<i>Pinus leiophylla</i>	0.000057	2.062959	0.830552	0.00007
<i>Pinus teocote</i>	0.000061	1.925661	0.969399	0.00002
<i>Pinus engelmannii</i>	0.000072	1.952954	0.871816	0.00006
<i>Pinus lumholtzii</i>	0.000078	1.998967	0.771730	0.00008
<i>Pinus ayacahuite</i>	0.000065	1.873233	0.963289	0.00004
<i>Pinus oocarpa</i>	0.000064	1.928238	0.938843	0.00010
<i>Pinus douglasiana</i>	0.000063	1.989893	0.872121	0.00005
<i>Juniperus deppeana</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Juniperus spp</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus sideroxyla</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus coccolobifolia</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus eduardii</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus crassifolia</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus viminea</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus castanea</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus arizonica</i>	0.000054	2.033324	0.826312	0.00009
<i>Quercus rugosa</i>	0.000058	1.944291	0.907405	0.00008
<i>Arbutus xalapensis</i>	0.000098	1.931044	0.652275	0.00006
Otras hojosas	0.000059	2.001483	0.888594	0.00001

II.2.1.1.2.3 *Volumen maderable y número de individuos a remover*

El volumen maderable y número de individuos a remover por tipo de propiedad, tipo de vegetación, estrato y, especie se presentan en los cuadros siguientes.

*Cuadro II-19. Estimación del VTA a remover por estrato, especie, ecosistema y predio para individuos de talla menor (Db <10 cm)*

Predio	Superficie (ha)	Tipo de vegetación	Estrato	Especie	Densidad (Ind/ha)	Cobertura (m <sup>2</sup> /ha)	VTA (m <sup>3</sup> /ha)	No. Individuos	Cobertura (m <sup>2</sup> )	VTA (m <sup>3</sup> )
Ejido Los Cardos y Anexos	8.5	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	Arbóreo	<i>Arbutus xalapensis</i>	36.0	0.1	0.5	306.0	1.2	4.4
				<i>Ipomoea arborescens</i>	2.7	0.0	0.0	22.7	0.1	0.3
				<i>Juniperus deppeana</i>	10.0	0.0	0.1	85.0	0.3	1.1
				<i>Pinus douglasiana</i>	6.7	0.0	0.1	56.7	0.2	0.8
				<i>Pinus lumholtzii</i>	47.3	0.2	0.9	402.3	1.6	7.7
				<i>Prosopis laevigata</i>	6.7	0.0	0.1	56.7	0.1	0.5
				<i>Psidium sartorianum</i>	8.0	0.9	0.0	68.0	7.8	0.0
				<i>Quercus arizonica</i>	30.0	0.1	0.4	255.0	0.9	3.6
				<i>Quercus coccolobifolia</i>	62.0	0.2	0.8	527.0	1.9	7.2
				<i>Quercus crassifolia</i>	1.3	0.0	0.0	11.3	0.1	0.3
				<i>Quercus eduardii</i>	78.7	0.3	1.3	668.7	2.8	11.2
			Arbustivo	<i>Antigonon leptopus Hook</i>	3.3	0.5	0.0	28.3	4.5	0.0
				<i>Bacharis salcifolia</i>	260.0	11.6	0.0	2210.0	98.3	0.0
				<i>Buddleja cordata</i>	10.0	0.1	0.0	85.0	0.9	0.0
				<i>Ceanothus buxifolius</i>	33.3	1.8	0.0	283.3	15.3	0.0
				<i>Dodonaea viscosa</i>	396.7	11.3	0.0	3371.7	96.1	0.0
				<i>Vachellia pennatula</i>	30.0	0.2	0.0	255.0	1.4	0.0
			Cactáceo	<i>Ferocactus histrix</i>	2.7	0.0	0.0	22.7	0.1	0.0
				<i>Mammillaria heyderi</i>	23.3	0.1	0.0	198.3	0.6	0.0
				<i>Mammillaria senilis</i>	2.0	0.1	0.0	17.0	1.0	0.0
				<i>Opuntia rastrera</i>	21.3	0.9	0.0	181.3	8.0	0.0
			Herbáceo	<i>Aristida divaricata</i>	3366.7	0.0	0.0	28616.7	0.0	0.0
				<i>Cosentinia vellea</i>	59.3	0.2	0.0	504.3	1.3	0.0
<i>Eragrostis mexicana</i>	168.0	0.2		0.0	1428.0	2.0	0.0			
<i>Fragaria vesca</i>	4.7	0.0		0.0	39.7	0.0	0.0			
<i>Viguiera dentata</i>	319.3	0.7		0.0	2714.3	5.9	0.0			
Rosetaceo	<i>Agave durangensis</i>	40.7	5.0	0.0	345.7	42.6	0.0			
	<i>Agave vilmoriniana</i>	18.0	0.1	0.0	153.0	0.7	0.0			
	<i>Dasyllirion wheeleri</i>	2.0	0.7	0.0	17.0	6.3	0.0			

## Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango

**Cuadro II-20. Estimación del VTA a remover por estrato, especie, ecosistema y predio para individuos de talla mayor (Db >10 cm)**

Predio	Superficie (ha)	Tipo de vegetación	Estrato	Especie	Densidad (Ind/ha)	Area basal (m <sup>2</sup> /ha)	VTA (m <sup>3</sup> /ha)	No. Individuos	Area basal (m <sup>2</sup> )	VTA (m <sup>3</sup> )
Ejido Los Cardos y Anexos	8.5	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	Arbóreo	<i>Arbutus xalapensis</i>	44.0	1.1	5.3	374.0	9.4	45.0
				<i>Ipomoea arborescens</i>	2.7	0.3	1.8	22.7	2.2	15.1
				<i>Juniperus deppeana</i>	7.3	0.3	1.5	62.3	2.3	12.6
				<i>Pinus douglasiana</i>	22.0	1.1	9.8	187.0	9.0	83.7
				<i>Pinus lumholtzii</i>	104.0	3.6	32.8	884.0	30.4	278.9
				<i>Prosopis laevigata</i>	1.3	0.0	0.1	11.3	0.2	1.2
				<i>Quercus arizonica</i>	59.3	1.9	10.6	504.3	15.8	90.1
				<i>Quercus coccolobifolia</i>	36.0	0.8	3.8	306.0	6.5	32.6
				<i>Quercus crassifolia</i>	4.7	0.1	0.6	39.7	0.9	4.7
				<i>Quercus eduardii</i>	104.7	2.9	19.2	889.7	24.8	163.6
<i>Quercus viminea</i>	4.7	0.2	1.1	39.7	1.6	9.5				

Finalmente, el volumen resultante por propietario, tipo de vegetación y especie estimado en la superficie propuesta para CUSTF se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro II-21. Número de individuos y volumen maderable a remover por especie**

Predio	Superficie (ha)	Tipo de vegetación	Especie	No. Individuos	VTA (m <sup>3</sup> )
Ejido Los Cardos y Anexos	8.5	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	<i>Arbutus xalapensis</i>	374.00	44.96
			<i>Ipomoea arborescens</i>	22.67	15.13
			<i>Juniperus deppeana</i>	62.33	12.55
			<i>Pinus douglasiana</i>	187.00	83.71
			<i>Pinus lumholtzii</i>	884.00	278.87
			<i>Prosopis laevigata</i>	11.33	1.16
			<i>Quercus arizonica</i>	504.33	90.11
			<i>Quercus coccolobifolia</i>	306.00	32.63
			<i>Quercus crassifolia</i>	39.67	4.69
			<i>Quercus eduardii</i>	889.67	163.61
<i>Quercus viminea</i>	39.67	9.48			
<b>Total</b>				<b>3320.7</b>	<b>736.9</b>

### II.2.1.1.2.4 Destino de los productos forestales

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 Etapa de preparación del sitio***

Ninguna de las actividades a desarrollar en el programa de trabajo dará inicio sin contar con la autorización por parte de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo de terreno forestal.

#### ***II.2.1.2.1 Localización de los vértices que corresponden a los polígonos que ocuparán la infraestructura propuesta y los puntos de inflexión de la línea eléctrica***

Esta actividad se realizará con apoyo del plano topográfico de la infraestructura propuesta, señalizando cada vértice que delimite la superficie contemplada para el campamento, tepetatera y camino, así como los puntos de inflexión o el centro donde se establecerá cada estructura (postes) de la línea eléctrica, 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, respecto a los puntos de inflexión en cada uno se colocará una estaca de madera, la cual será identificada con su número correspondiente.

En el plano del **Anexo 2.3** se observa la localización física de la infraestructura a desarrollar.

#### ***II.2.1.2.2 Delimitación de las poligonales que requieren CUSTF y marcaje de la vegetación a remover***

Esta actividad consistirá en delimitar la superficie correspondiente al campamento, tepetatera, línea eléctrica y camino utilizando cintas fosforescentes para evitar cortar árboles que estén fuera de la superficie autorizada. Se identificarán y marcarán los árboles de cualquier categoría diamétrica que serán removidos señalándolos con pintura, no será necesario el uso de martillo marcador del responsable técnico para los árboles de diámetros superiores a los 10 cm, ya que las especies arbóreas a remover no serán comercializadas. También se señalarán aquellas especies de plantas que serán rescatadas y reubicadas a otros sitios (especies cactáceas principalmente, además de las especies arbóreas y arbustivas que tengan las dimensiones adecuadas para su reubicación), estas especies se identificarán con flagelas fosforescentes.

#### ***II.2.1.2.3 Rescate y reubicación de la flora de bajo porte y con status especial, así como de la fauna de lento desplazamiento***

Las especies vegetales presentes en la zona propuesta para el proyecto, son típicas de la región, por lo que se considera que el CUSTF no modificará significativamente la diversidad y abundancia de las especies vegetales presentes en el AI. Sin embargo, se realizará el rescate de individuos arbóreos y arbustivos que por sus dimensiones sean susceptibles a reubicación y de todas las especies de cactáceas. Por otra parte, se tomarán las acciones referentes al ahuyentamiento de los individuos de fauna y rescate-reubicación de las especies de lento desplazamiento dentro de los sitios donde se removerá la vegetación. Estas actividades se desarrollarán previo a los trabajos de desmonte o remoción de la vegetación.

#### ***II.2.1.2.4 Desmonte de la vegetación***

El desmonte de la vegetación arbustiva y arbórea consistirá en derribar todos los árboles y especies vegetales a **matarrasa** en los polígonos señalizados y delimitados para realizar el CUSTF (campamento, tepetatera y camino). Cabe mencionar que en el caso de la línea eléctrica solo será necesario remover el estrato arbóreo y arbustivo en una franja de 10 metros sin afectar los estratos herbáceo y cactáceo; los objetivos son: **i)** permitir las maniobras para las actividades de la etapa de construcción, **ii)** proteger estructuras y conductores contra la caída de árboles o ramas que puedan ocasionar daños o fallas en la línea, **iii)** permitir el tendido y tensado de cables conductores y guardas; y **iv)** permitir el acceso a la LDEE para su mantenimiento durante la etapa de operación.

Las actividades de desmonte de la vegetación en general, se realizarán de forma gradual y unidireccional, de manera mecanizada mediante el uso de un Tractor. Cabe mencionar que, aunque las especies arbóreas y arbustivas que se encuentran en el área son maderables, el objetivo del CUSTF no será el aprovechamiento forestal, por lo que dichas

especies no serán comercializadas; por lo que, el material vegetal que resulte de esta actividad será utilizado en las actividades de mitigación, específicamente en el acomodo de material vegetal muerto para reducir la erosión hídrica.

#### ***II.2.1.2.5 Despalme***

Una vez delimitada la superficie a ocupar por las obras y posterior al desmonte de la vegetación, se realizará el despalme; comprendido éste como el retiro de la capa más superficial del terreno, correspondiente a la capa vegetal, la cual generalmente está compuesta por un alto porcentaje de raíces y materia orgánica; se eliminará un espesor de 0.30 m aproximadamente. El despalme se llevará a cabo con pala Payloader o similar; únicamente en el área delimitada, posteriormente en caso de ser necesario se procederá a hacer una nivelación para facilitar la manipulación de maquinaria y equipos.

#### ***II.2.1.2.6 Retiro y limpieza de los residuos vegetales producto del desmonte y despalme***

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 cambio de uso de suelo y se propicie el establecimiento de especies vegetales en dichas áreas. La actividad se realizará de manera mecanizada con ayuda de un cargador y camión de volteo dada la magnitud del material a remover.

#### ***II.2.1.2.7 Descripción de obras y actividades provisionales***

##### **Almacenes y bodegas**

En estos sitios se guardará únicamente el equipo, herramienta y maquinaria necesaria durante la preparación del sitio y construcción de la obra. Los almacenes requeridos para el proyecto se encuentran ubicados en las localidades de Los Cardos y San José de Bacis. No se afectará vegetación forestal para el acondicionamiento de estas obras.

##### **Campamentos**

En la etapa de preparación del sitio no será necesaria la instalación de campamentos ya que la mayoría de los trabajadores serán de los poblados cercanos al sitio y podrán pernoctar en sus hogares. De contratarse trabajadores foráneos, estos se asistirán en posadas ubicadas en los poblados cercanos (Los Cardos y San José de Bacis).

##### **Caminos**

Se considera la apertura de un camino que conectará al campamento y la tepetatera, pero los caminos vecinales existentes permiten el acceso al área establecida para el desarrollo de la infraestructura propuesta, por lo que no será necesaria la apertura caminos adicionales al que se propone en el presente documento.

#### ***II.2.1.3 Etapa de construcción***

La etapa de construcción dará inicio una vez que se termine la etapa de preparación del sitio, en ella se consideran todas las actividades a partir de que se ha realizado el desmonte de la vegetación y el despalme hasta la puesta en operación de la infraestructura.

##### ***II.2.1.3.1 Campamento***

###### ***II.2.1.3.1.1 Construcción de piso de concreto, muros perimetrales, cuartos y colocación del techo***

El piso del campamento se construirá con concreto hidráulico, los muros perimetrales y cuartos serán de block relleno, la estructura para el techo será con columnas metálicas, el montaje del techo se realizará con lámina pintor.

###### ***II.2.1.3.1.2 Instalación de equipos adicionales***

El campamento contará con dispositivos de seguridad y prevención de emergencias siendo; 2 extintores de PQS de 9 kg y 1 extintor de 50 kg de PQS, y botiquín de primeros auxilios. Servirá en la etapa operativa para que el personal lleve a cabo sus actividades de aseo y alimentación.

### II.2.1.3.2 Tepetatera

#### II.2.1.3.2.1 Construcción de muro o bordo iniciador

El bordo del depósito de tepetate se construye con tierras naturales o cerró natural extraído del cuerpo de la zona de depósito, combinado a la vez con tepetate de diferentes tamaños, este bordo principal se compacta al 90 % en capas de 30 cm agregando agua para ayudar a tener una mejor compactación, la altura del bordo será de 10 m, teniendo una base de 120 m y una corona superior de 4 m, la pendiente en su talud será de 60 a 65 grados y la compactación será hasta alcanzar entre un 90 a un 95% de densidad relativa siguiendo el contorno de las curvas de nivel y con terrazas de corona superior de 5 a 6 m, por ser un material de tamaño no uniforme.

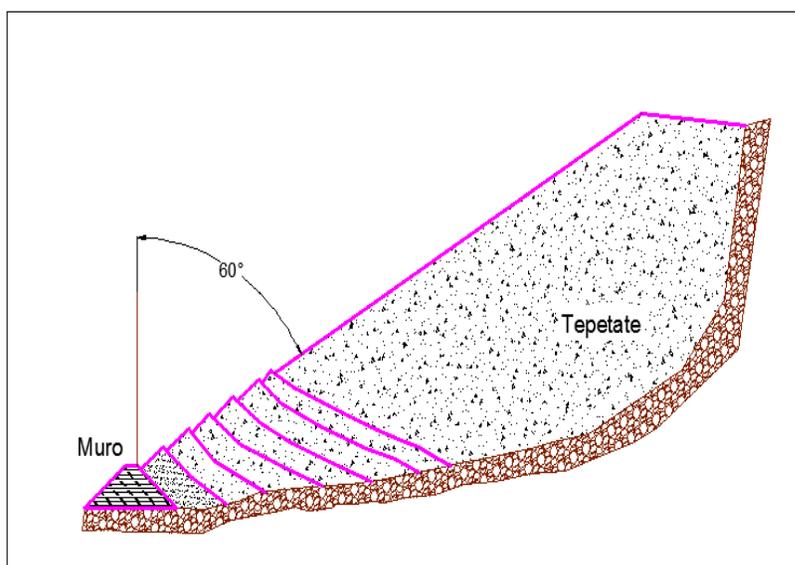


Figura II.2. Sección transversal del depósito de tepetate

La estimación de la capacidad instalada del depósito de tepetate será de la siguiente manera:

Cuadro II-22 Capacidad instalada de la tepetatera

Dimensiones del proyecto	Cantidad	Unidad de medida
Capacidad instalada	761,915.3	Ton
Volumen de depósito	304,766.4	m <sup>3</sup>
Talud	2:1 (Altura : Base ) 63.4 grados	
Superficie total a ocupar por la tepetatera	4	ha

#### II.2.1.3.2.2 Construcción de canales de desvío de aguas pluviales

Las obras de desvío de las aguas pluviales están constituidas de canales derivadores de secciones trapezoidales con talud 1:1, que se construirán en la base del depósito de material estéril o descapote (tepetatera) cuya función será la protección del bordo o dren filtrante propuesto. Para la construcción de las obras de desvío, en las zonas donde la roca sea aceptable no requerirá ningún tratamiento, en tanto que para las zonas donde no lo sea, se deberá recubrir con una capa de concreto lanzado con espesor mínimo de 6 cm armado con malla electro soldada.

### II.2.1.3.3 Línea eléctrica

#### II.2.1.3.3.1 Excavación para las estructuras de soporte (a cielo abierto)

Esta actividad consiste en realizar pozos a cielo abierto con una profundidad del 10% de la altura del poste más 50 cm y un diámetro promedio 35 cm para empotrar las estructuras de soporte de los cables aéreos. El material sobrante residual (el material que no sea compactible) se dispersará en el sitio cuando las partículas que lo formen sean pequeñas; en caso contrario se trasladarán a lugares adecuados para su posterior utilización. Se tomarán las medidas necesarias para evitar que las excavaciones puedan originar accidentes a personas, animales y vehículos, cercándo

su perímetro con una base de alambre y colocándoles señales informativas, durante la excavación hasta su relleno y compactación.

#### II.2.1.3.3.2 *Relleno y compactación*

Antes de montar el cuerpo superior de la estructura de soporte (postes), personal de la CFE revisará la profundidad y nivelación de las excavaciones y, una vez aprobada, se procederá a rellenar la excavación con el material que se extrajo de la misma excavación y se compacta. El material sobrante se dispondrá en forma de terrazas siguiendo el contorno de las curvas de nivel.

Para el caso de laderas y zonas muy lluviosas se prevé la construcción de drenajes superficiales para encauzar el agua hacia los sitios donde no afecte la erosión a la estructura ni al terreno en general.

#### II.2.1.3.3.3 *Montaje y armado de estructuras*

El material para armar las estructuras de soporte se concentra y distribuye en los almacenes y bodegas provisionales de los poblados más cercanos, desde donde se traslada a las áreas de armado. Una vez concluida la cimentación, se arman las diferentes partes y se montan con el procedimiento de montaje con una pluma flotante montada sobre un vehículo de tres toneladas. En esta etapa se colocan las estructuras de soporte de los herrajes, aisladores y accesorios en general, también se colocarán los aisladores sintéticos y de porcelana. Posteriormente se colocará el **cable guarda**, mediante una maniobra sencilla sosteniéndolo con un montacargas y tenazas especiales para sostener dicho cable.

#### II.2.1.3.3.4 *Tendido y tensado del cable de guarda*

Esta actividad consiste en colocar el cable conductor de cobre calibre ACSR 3/0, sin fibra óptica y los herrajes correspondientes y accesorios necesarios a fin de sujetarlos de las cadenas de aisladores, la instalación de separadores cuando se necesiten y, en general, la ejecución de empalme en tramos de cable conductor, la instalación de puentes y remates en los postes, y tensar el cable para que tenga la tensión requerida y quede a una altura determinada del suelo.

La maniobra de tensado consiste en elaborar un programa de tendido para optimizar el kilometraje de cada carrete. Se coloca una máquina tensionadora en el claro de un poste o en las áreas de maniobras para el tendido del cable; por el otro lado del poste se instala una máquina pilotera, que liberará poco a poco el cable piloto que guiará al cable de acero y, posteriormente el cable guarda. Una vez tendido el tramo programado se procede a tensionarlo y rematarlo con los herrajes correspondientes. También se requerirá del apoyo de equipo de comunicación portátil y una cuadrilla de personal consistente en un sobrestante con experiencia en este tipo de trabajo.

#### II.2.1.3.3.5 *Tendido y tensado de cables conductores*

Aquí se incluyen las actividades relacionadas con el tendido, tensionado, enclenado e instalación del sistema de amortiguamiento necesario para evitar vibraciones en los cables conductores que pudieran llegar a dañarlos, o a dañar la estructura y la instalación de los dispositivos necesarios para mantener los subconductores del haz de conductores múltiple separado entre sí a distancias seguras. Este concepto incluye el tendido y tensionado de cable conductor, la colocación definitiva de los herrajes correspondientes y sus accesorios para sujetarlos a las cadenas de aisladores; la instalación de separadores (cuando sean necesarios) y amortiguadores, la ejecución de los empalmes de tramos de cable conductor, y la instalación de puentes y remates en las torres que se requieran.

Además, se instalará un sistema de tierras (para rayos) como protección para sobre corrientes (descargas eléctricas atmosféricas) y como descarga de cables energizados en corto circuito será conformado de la siguiente manera:

- a) Cable de acero AG 5/16 como hilo de guarda.
- b) Conducción calibre 4.
- c) Electrodo de tierra, varilla Cooperwell de 3 m bañada en cobre.

#### II.2.1.3.3.6 *Insumos*

Durante el proceso constructivo se requerirán los materiales propios de la obra, tales como se indican en el cuadro siguiente.

**Cuadro II-23. Listado de materiales utilizados en la obra**

Material	Cantidad	Unidad	Material	Cantidad	Unidad
ABRAZADERA DE 4 VIAS AB4-1	12	PZA	GRILLETE GA2	167	PZA
AISLADOR 33-PD LINE POST	66	PZA	GUARDACABO 3/8 G2	277	PZA
AISLADOR ASUS 35 KV	214	PZA	GUARDACABO 5/8 G3	41	PZA
AISLADOR CARRETE H METALICO	30	PZA	GUARDALINEA ACSR CAL 1/0	7	PZA
AISLADOR PIÑA 3R	25	PZA	GUARDALINEA ACSR CAL 3/0	48	PZA
AISLADOR PIÑA 4R	97	PZA	HORQUILLA CON GUARDACABO	178	PZA
ALAMBRE DE ALUMINIO SUAVE CAL. 4 ASA4	22	KGS	NUMERO DE ESTRUCTURA GALVANIZADA 16mm	51	PZA
ALAMBRE DE COBRE DESNUDO CAL.4	115	KGS	OJO RE	78	PZA
ANCLA A-1	97	PZA	PERNO 1PO	107	PZA
ANCLA A-2	16	PZA	PERNO ANCLA 1PA	16	PZA
APARTARRAYO TIPO ALEA 33 KV	3	PZA	PERNO ANCLA 2PA	97	PZA
BASTIDOR B-1	36	PZA	PERNO DOBLE ROSCA	30	PZA
CABLE ACSR CAL. 1/0	680	KGS	PIJA 13	60	PZA
CABLE ACSR CAL. 3/0	9254	KGS	PLACA O ARANDELA 1PC	225	PZA
CABLE DE ACERO AG 3/8 ( AG 9 )	1834	KGS	PLACA O ARANDELA 2PC	130	PZA
CABLE DE ACERO AG 5/16 ( AG 8 )	5612	KGS	PLACA H1A	64	PZA
CLEMA GRAPA DE SUSPENSIÓN 3/0 SAL 13	35	PZA	POSTE DE MAD. CREOS. DE 40" PMC 12 - CLASE 4	75	PZA
CONECTOR BIPARTIDO DERIVADOR AC	45	PZA	POSTE DE MAD. CREOS. DE 45" PMC 14 - CLASE 4	12	PZA
CONECTOR ESTRIBO	9	PZA	PROTECCIONES ANTI AVES DE PVC DE 4" BLANCO	51	PZA
CONECTOR P/VARILLA DE TIERRA	43	PZA	PROTECTOR P/B DE TIERRA DE MADERA TS-P	43	PZA
CONECTOR PERICO LINEA VIVA	9	PZA	PROTECTOR PARA RETENIDA R1	113	PZA
CONECTOR TUBULAR TENSION MEDIA P/ACSR CAL 1/0	15	PZA	REMATE P/ACSR CAL 1/0	43	PZA
CONECTOR TUBULAR TENSION MEDIA P/ACSR CAL 3/0	71	PZA	REMATE P/ACSR CAL 3/0	147	PZA
CORTACIRCUITO CCF 3 DISP. 38 100 200	5	PZA	REMATE P/CABLE DE ACERO 5/16 ( AG 8 )	108	PZA
CORTACIRCUITO CCF 38-100-200-2000	4	PZA	TIRANTE CV1	73	PZA
CRUCETA A4R 6MTS.	43	PZA	TIRANTE ESLABON EA	46	PZA
CRUCETA C4S 6MTS.	10	PZA	TIRANTE H1	109	PZA
CRUCETA PR-200	15	PZA	TIRANTE H2	50	PZA
CRUCETA PT-250	16	PZA	TORNILLO MAQ. 3/4 X 14"	100	PZA
CRUCETA PV 75	12	PZA	TORNILLO MAQ. 3/4 X 16"	136	PZA
CUCHILLA COGC 200A - 38 KV OPERACIÓN CON CARGA	0	PZA	TORNILLO MAQ. 3/4 X 3"	237	PZA
GRAPA PARALELA GP1	33	PZA	TORNILLO MAQ. 5/8 X 14"	76	PZA
GRAPA PARALELA GP2	196	PZA	TORNILLO MAQ. 5/8 X 3"	57	PZA
GRILLETE GA1	45	PZA	VARILLA ELECTRODO P/TIERRA COPPER W. C/PROTOC	43	PZA

### **II.2.1.3.4 Camino de acceso**

#### **II.2.1.3.4.1 Nivelación**

El camino se establecerá de tal manera que su rodada se adapte lo mayormente posible a la configuración del terreno y se asegure que se construyan los taludes que permitan la estabilidad del terreno.

Dado que algunas áreas son más pendientes que otras, será necesario realizar algunos cortes del terreno para nivelar la superficie del ancho del carril de circulación, por lo que durante los cortes se formarán taludes que permitan la estabilidad del material a los lados del camino, el material producto de los cortes será utilizado para rellenar áreas que lo requieran dentro del transecto del camino.

#### II.2.1.3.4.2 *Cortes y terraplén*

Los cortes son excavaciones a cielo abierto, estos cortes dan origen a la formación taludes, estos se realizan siguiendo el contorno de las curvas de nivel con un terminado en terrazas o bermas para reducir la erosión y facilitar posteriormente la formación las terracerías. El material producto de los cortes podrá ser utilizado en la formación de los rellenos o terraplenes y, cuenta con la granulometría adecuada será utilizado en la base de rodamiento del camino. Una vez que se tiene el trazo deseado se procederá a la nivelación del terreno, utilizando los materiales más finos de los cortes, por lo que se genera un perfil del camino donde se establece dichos cálculos para tramos o secciones.

El terraplén se construirá en tramos, y se formará desde la parte más baja hasta la más alta a través de la compactación del material depositado con el paso de la maquinaria (tractor de orugas), esto se realizará en capas no mayores a 30 cm hasta conseguir la nivelación correcta del terreno. El objetivo es lograr las características estructurales (compactación) para evitar deslizamientos de los suelos depositados pendientes aguas abajo del cuerpo carretero. En general las dos actividades de mayor relevancia en la formación de los terraplenes son:

- Extendido del suelo en capas no mayores a 30 cm de grosor.
- Compactación mínima del 60% de su peso volumétrico seco con roción de agua para su humectación.

Una vez construido el terraplén se realizará el acabado geométrico del mismo perfilando los taludes y la superficie configurada en terrazas, empleando generalmente la motoniveladora. Se realizará una última pasada con la compactadora, sin vibración con el fin de corregir posibles irregularidades producidas por el paso de la maquinaria.

#### II.2.1.3.4.3 *Capa sub-rasante*

Esta capa se formará con material que cumpla con la granulometría adecuada producto de los cortes en la superficie de rodamiento del camino, se construirá con un espesor compacto de 20 cm en promedio, el grado de compactación que tendrá esta capa será del 95% respecto a su peso volumétrico seco máximo determinado por con la prueba AASTHO ESTANDAR. El material empleado en esta capa deberá estar exento de partículas mayores de 75 mm (3" pulgadas) libre de restos vegetales.

#### II.2.1.3.4.4 *Obras de drenaje*

Las cunetas se construirán con las dimensiones y características que así lo requiera la pendiente del tramo carretero, esto con el fin de optimizar la captación y drenaje del agua para su desazolve rápido después de cualquier evento de lluvia hacia los cauces naturales.

#### II.2.1.3.5 *Abandono de los trabajos de construcción*

Una vez que se den por finalizadas todas las actividades de la etapa de construcción, se deberá realizar un recorrido por la zona, de tal manera que se pueda identificar la presencia de desechos sólidos o cualquier otra índole que pudiese afectar el medio ambiente o su entorno y, una vez identificados estos desechos serán retirados a un confinamiento *expofeso* sobre todo para algunos materiales como vidrios y/o elementos como botes de aceites y grasas, metales, plásticos, estructuras, cables conductores, pedazos de mangueras, tuberías de acero, herrajes, etc.

Todos los residuos sólidos que se encuentren, se cargarán a un camión de volteo para llevarlos a un lugar seguro ya sea para su reciclado o para su confinamiento de acuerdo a como se consideren las características de dichos residuos, aquellos residuos de madera y concreto que resulten serán utilizados en las labores de restauración y conservación de suelos a fin de retener los suelos desnudos de la acción de la erosión hídrica y eólica.

El tiempo estimado para desarrollar esta actividad será de **4 meses**.

#### II.2.1.3.5.1 *Descripción de los posibles cambios como consecuencia del abandono de los trabajos de la etapa de construcción*

Es importante considerar dos momentos relacionados al abandono del sitio; el primero, relacionado a los trabajos que tendrán que realizarse una vez concluida la etapa de construcción; y el segundo cuando ocurra el abandono definitivo de la obra, una vez concluida su vida útil.

Los cambios que se tendrán como consecuencia al terminó de la etapa de construcción y considerando que se realizará un “abandono” del sitio (refiriéndose a dejar la infraestructura en operación), pueden pronosticarse de la siguiente manera:

- Deslave y pérdida de suelo lo que provoca sedimentos
- Inicia la erosión más allá de la superficie ocupada
- Pérdida de cobertura vegetal por los efectos de la erosión (pérdida de fertilidad)
- Pérdida de algunos hábitats de la fauna menor (roedores principalmente)

Para los impactos ambientales identificados se establecen las medidas de prevención y mitigación más adecuadas, las cuales se abordarán a detalle en el capítulo subsecuentes.

#### ***II.2.1.3.6 Utilización de explosivos***

Para el desarrollo de las actividades **no es necesario el uso de explosivos**, puesto que con la maquinaria descrita será suficiente para cumplir con los objetivos establecidos en el programa de trabajo.

#### ***II.2.1.3.7 Descripción de las obras asociadas***

**No necesita de obras asociadas o complementarias**, se aprovechará la infraestructura disponible en las poblaciones cercanas, donde se ubicarán los albergues, patios de maniobras y de servicios, almacenes, etc., lo cual vendrá a minimizar o reducir los impactos negativos al ambiente.

#### ***II.2.1.4 Etapa de operación y mantenimiento***

##### ***II.2.1.4.1 Detalles de las actividades de operación***

###### ***II.2.1.4.1.1 Uso de sustancias peligrosas***

Durante la etapa de operación-mantenimiento **no se requerirá de sustancias peligrosas con características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, biológicas infecciosas**, que representen un peligro para el equilibrio ecológico o al ambiente. Los aceites, lubricantes y las grasas que se generen por la reparación y mantenimiento de los vehículos y maquinaria usada, después de ser almacenados se enviarán a depósitos autorizados para su reciclaje o confinamiento definitivo.

###### ***II.2.1.4.1.2 Servicio que brindarán las instalaciones en la etapa operativa***

#### **Campamento**

La principal función es permitir que los trabajadores cuenten con un lugar seguro para llevar a cabo sus actividades de aseo, descanso y alimentación.

#### **Tepetatera**

Esta obra permanecerá en operación en tanto se siga depositando tepetate proveniente de las minas subterráneas, por lo que su función es únicamente la de almacenar dicho material para evitar su acumulación dentro de las áreas de trabajo, este material podrá ser utilizado en la etapa de abandono para relleno de túneles mineros fuera de servicio o para realizar obras de restauración en áreas con problemas de erosión.

#### **Línea de distribución eléctrica**

En este caso y una vez obtenidos los permisos correspondientes, se realizará el trámite relativo, para que la línea sea energizada por medio de Comisión Federal de Electricidad (CFE), por lo que la operación de esta infraestructura es proporcionar energía eléctrica para los al campamento, así como proporcionar alumbrado a toda el área.

#### **Camino**

La principal función de los caminos es tener acceso seguro y rápido, pues durante la operación se pueden presentar fallas que requieran del transporte de maquinaria y equipos pesados que solo pueden ser trasladados en vehículos, estos caminos deberán estar en operación durante todas las etapas del proyecto y durante la vida útil del mismo.

#### II.2.1.4.1.3 *Tecnologías que se utilizarán para el control de emisiones y residuos líquidos, sólidos o gaseosos*

Las tecnologías que se usarán en las diferentes etapas van a ser aquellas que están incluidas en los vehículos automotores que se utilizarán; es decir que el proyecto en sí no involucra el uso de nuevas tecnologías, sino que los elementos usados son los que en algunos casos involucran nuevos aditamentos para la disminución de emisiones tóxicas a la atmósfera.

El manejo de los residuos y emisiones de los contaminantes será como a continuación se describe:

##### **Emisiones a la atmósfera**

Los humos generados por la maquinaria, camiones y motosierras. No son cuantificables, pero se mantendrán los vehículos en óptimo estado para reducirlas al mínimo.

##### **Descargas de agua 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 que puedan ser generados**

Aunque se indicará al personal que eviten dejar residuos en las áreas de trabajo, pudieran encontrarse algunos envases rotos, bolsas de plástico o algunas latas, las cuales serán depositadas en contenedores para su posterior disposición final.

##### **Emisiones de ruido**

Los ocasionados por la maquinaria, camiones, motosierras y los trabajadores. No son cuantificables, pero se mantendrán los vehículos en óptimo estado para reducirlas al mínimo con el uso de silenciadores.

#### II.2.1.4.2 *Detalles de las actividades de mantenimiento*

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 del proyecto. 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.

Para el caso de la línea eléctrica el mantenimiento será mediante podas selectivas dentro del derecho de vía, se conservará la cubierta arbustiva, cactácea, herbácea y de sotobosque para evitar la erosión dentro del derecho de vía, estas actividades serán realizadas en los tramos en donde sea factible. En el derecho de vía, no deben existir obstáculos ni construcciones de ninguna naturaleza, instalados por el responsable de la obra, para protección del público y de la propia línea de distribución eléctrica. Así mismo, se dará mantenimiento al cableado cuando existan interrupciones de energía eléctrica por fallas en los transformadores o conexiones el cableado.

Para la tepetatera, únicamente se requiere verificar la estabilidad de los taludes que se formen con los depósitos del material para evitar el arrastre de partículas hacia otras áreas o el azolvamiento de los cauces cercanos.

#### II.2.1.4.2.1 *Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, entre otros*

Las reparaciones a los equipos que se utilizarán en las diferentes etapas del proyecto, serán preferentemente de tipo preventivo, esto para evitar su emisión de líquidos o sólidos que puedan derramarse y causar daños al medio ambiente. Los vehículos y maquinaria de combustión interna que se utilicen en la construcción se sujetarán a un mantenimiento periódico, para evitar emisiones a la atmósfera de compuestos contaminantes. Las fechas de servicio para los vehículos y maquinaria se registrarán en una bitácora.

No se permitirá la circulación de maquinaria y equipo fuera de las rutas y de las áreas de trabajo preestablecidas, por ningún motivo. No se permitirá la formación de “atajos” entre los caminos ya establecidos para la circulación de maquinaria y vehículos. Toda reparación mayor de la maquinaria, equipo y vehículos deberá efectuarse en áreas de servicio localizadas en la ciudad de **Durango (capital)**.

#### II.2.1.4.2.2 *Control de malezas o fauna nociva*

La operación y mantenimiento de la infraestructura no permitirá el establecimiento de la vegetación (excepto en el derecho de vía de la línea eléctrica, donde se conservará vegetación de porte menor), así mismo no será un hábitat adecuado para cualquier tipo de fauna. Por lo cual **no se considera control de malezas o fauna**.

#### II.2.1.5 *Etapas de abandono del sitio*

El programa de abandono del sitio consistirá una serie de acciones tendientes a devolver el área lo más posible a su estado original, se desarrollará cuando termine la vida útil de la infraestructura (25 años). Algunas actividades de rehabilitación, restitución o compensación en la etapa de abandono del sitio son:

**Rehabilitación.** Se efectuarán un control sobre los suelos que queden expuestos a la acción de la erosión (suelos desnudos) y en las partes que así lo permitan se construirán presas filtrantes de material vegetal o piedras mismas que impedirán un paso de sedimentos y ocasionalmente una pérdida mayor del suelo.

**Restitución.** No se tienen contempladas actividades de restitución sobre la calzada del camino; sin embargo, las actividades de rehabilitación se pueden considerar como medidas restitución de las áreas degradadas principalmente en los taludes y terraplenes.

**Compensación.** Básicamente como una medida de compensación se realizará un programa de **reforestación** que cubrirá la misma superficie impactada por el CUSTF.

##### II.2.1.5.1 *Retiro de toda la infraestructura presente*

Serán desconectada y removida toda la infraestructura, maquinaria y equipo presente, el área se limpiará totalmente y se podrá vender aquella infraestructura a la que se le pueda dar un segundo uso, para el caso de los residuos de manejo especial (pedacería de acero, cables, mangueras, etc.) serán enviados a los depósitos de reciclado en la Ciudad de Durango; sin embargo, aquellos residuos de madera y concreto que resulten serán utilizados en las labores de restauración y conservación de suelos a fin de proteger los suelos desnudos de la acción de la erosión hídrica y eólica.

##### II.2.1.5.2 *Descompactación del terreno*

Una vez retirada la infraestructura, será necesario descompactar el terreno por medio mecánico o manual con la finalidad de facilitar el establecimiento de la vegetación.

##### II.2.1.5.3 *Suavización de taludes y formación de terrazas a curvas de nivel*

Un talud es una porción de terreno en la superficie terrestre con cierta pendiente o inclinación, localizada entre su base y el inicio del nivel original del suelo, ocasionado por remoción de suelo orgánico y mineral. La suavización de taludes tiene la finalidad de disminuir la pendiente para evitar deslizamientos o derrumbes y establecer cubierta vegetal para que se minimice la pérdida de suelo (Prieto-Ruiz, 2008). En este sentido, los taludes que serán estabilizados en las áreas que serán rehabilitadas deberán contar con ángulos máximos de 40°, la finalidad es que el paisaje armonice con el entorno.



Figura II.3. 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: Ruiz-Prieto, 2008).

#### II.2.1.5.4 Aplicación de suelo orgánico

La incorporación de suelo es la mejor opción para favorecer el establecimiento de la cubierta vegetal y acelerar el proceso de restauración de un sitio. La capa de material que con el que se recubrirá el sitio deberá contar con un espesor de al menos 40 cm. Posteriormente se realizará la homogenización de la pendiente de sitio con la ayuda de un tractor. A la cubierta de suelo se deberá dar una pendiente para canalizar el agua pluvial, la cual será a partir del centro hacia los extremos, con una pendiente del 5% para que exista un escurrimiento de agua.

#### II.2.1.5.5 Obras de restauración de suelo

Los trabajos consistirán en presas filtrantes de piedra acomodada y acomodar material vegetal muerto (troncos y ramas) o piedras siguiendo las curvas de nivel del terreno. Esta práctica proporciona protección al suelo evitando la erosión hídrica y disminuir el escurrimiento superficial; favoreciendo el incremento del contenido de humedad en el suelo y con ello la regeneración natural.

Las características que tendrán las obras de conservación de suelos serán las siguientes:

- **Presas filtrantes de piedra acomodada**

Es una estructura construida con piedras acomodadas, que se coloca transversalmente a la dirección del flujo de la corriente y se utiliza para el control de la erosión en cárcavas. Las dimensiones de las obras serán: 0.9 m de alto, 0.71 m de grosor y una longitud de 1 m, pudiéndose modificar las dimensiones según la necesidad de la cárcava, pero no el número total, una vez instaladas, cada año posterior deberán tener mantenimiento para garantizar su funcionalidad.

- **Acomodo de material vegetal muerto**

Consiste en formar cordones a nivel de material vegetal muerto resultante del aprovechamiento forestal, para este caso, restos de material vegetal generados en el CUSTF. El acomodo de estos materiales proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural.

Las dimensiones consideradas para la ejecución de esta obra de conservación de suelo son: 0.40 m de alto, 0.4 m de grosor, se ha considerado una longitud mínima de 10 m y la máxima de 50 m, toda vez que los cordones deberán ser colocados de acuerdo a la pendiente predominante del terreno, y ésta a su vez varía significativamente a lo largo de toda la superficie.

#### II.2.1.5.6 Reforestación

Ya que la reforestación tiene como objeto principal la restauración, las especies seleccionadas para la reforestación corresponden a las que originalmente se encuentran en el área y sus inmediaciones por ser de importancia ecológica para la región, al inicio se permitirá el establecimiento de pastos nativos *Eragrotis mexicana* y *Aristida divaricata*, por ser especies primarias de la sucesión ecológica, mismas que ayudarán a estabilizar el suelo para el establecimiento de las especies de las siguientes etapas sucesionales. También se incluirán en la reforestación especies de pináceas abundantes en el Al.

Es recomendable utilizar el sistema de plantación al voleo con las especies herbáceas y respecto a las arbóreas, los individuos se comprarán en los viveros de la región o se coleccionará semilla para su reproducción en vivero; se buscará que se mantenga la densidad original del sitio. Se recomienda que el esparcimiento de la semilla se realice a finales

del mes abril; se recomienda dar riegos de auxilio hasta el establecimiento de la temporada de lluvias. En los cinco años siguientes al establecimiento inicial se deberá dar mantenimiento a la vegetación establecida.

#### ***II.2.1.5.7 Impactos ambientales como consecuencia del abandono del sitio (definitivo)***

En la etapa de abandono del sitio, en muchas ocasiones se dejan abandonados restos de construcciones deterioradas o escombros producto de la demolición y no se procede a la limpieza y restauración del paisaje natural mediante la siembra de vegetación u otros procedimientos de restauración y rehabilitación del terreno. Los componentes ambientales que se consideraron susceptibles de ser afectados por el abandono del proyecto son los siguientes:

##### **Aire**

- Emisión de ruido (maquinaria).
- Emisión de sustancias contaminantes gases, polvos y humos al dejar descubierto el suelo natural.

##### **Agua**

- Modificación del flujo natural del escurrimiento superficial que alimenta corrientes de agua.
- Deposito de sedimentos en corrientes superficiales debido a procesos erosivos en sus áreas de captación.

##### **Suelo**

- Compactación del suelo.
- Erosión eólica e hídrica del suelo.
- Disminución de las propiedades físicas y químicas del suelo.

##### **Fauna**

- Perturbación de procesos biológicos, migración, reproducción.
- Pérdida de hábitat.
- Aumento en el riesgo de muertes por cacería.

##### **Flora y vegetación**

- Pérdida de la representatividad del tipo de vegetación y fragmentación.
- Superficie descubierta por vegetación afectada.
- Disminución en la capacidad de regeneración de la vegetación.

#### ***II.2.1.5.8 Actividades de restauración (abandono final)***

Una vez concluido el desmantelamiento se realizarán actividades de restauración encaminadas a proteger los suelos desnudos:

**a). Programa de restauración.** Los beneficios esperados con este programa serán:

- Incrementar la cubierta vegetal
- Favorecer la diversidad de especies de flora y fauna
- Evitar el azolve de cuerpos de agua y reducir la velocidad de los escurrimientos para favorecer la infiltración
- Evitar la pérdida del suelo y permitir el establecimiento de la vegetación

Es importante señalar que la superficie a compensar y restaurar será la misma a la afectada por el CUSTF, mientras que las acciones y estrategias serán descritas en los capítulos subsecuentes.

#### ***II.2.2 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera***

La generación de los residuos sólidos, líquidos, así como las emisiones a la atmósfera, estará determinada en función de la presencia o ausencia de trabajadores en las diferentes etapas; identificándose una mayor presencia de personal durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento, siendo eventual la presencia humana durante la etapa de mantenimiento. La infraestructura para la disposición final de los residuos, no se encuentra presente en la región, por lo que los residuos generados serán trasladados hasta la cabecera municipal de **Otáez y/o Durango**, donde

se cuenta con la infraestructura suficiente y necesaria para su tratamiento y confinamiento final. A continuación, se indican los residuos que se pronostica serán generados en las diferentes etapas:

### Residuos sólidos

Los principales residuos sólidos a generar son; el suelo mineral y los residuos o restos vegetales producto del desmonte y despilme. Una parte del material vegetal desmontado que cuente con las características para su aprovechamiento comercial se le dará este fin, el material restante (generalmente puntas y brazuelo) serán utilizados para proteger de la erosión las zonas adyacentes al proyecto acomodándolos de forma horizontal en las pendientes siguiendo el contorno de las curvas de nivel.

Otros residuos que se considera se generarán en el transcurso de la obra son: papel, cartón, residuos orgánicos, latas y vidrio. En la etapa de preparación del sitio y construcción se tendrá mayor concentración de personas y por lo tanto mayor será la generación de estos residuos. El cálculo de los residuos generados está basado en la concentración de los trabajadores para estas dos etapas, los cuales podrán generar hasta 0.50 kg de basura por día por persona. El volumen estimado se presenta en el cuadro siguiente.

*Cuadro II-24. Residuos sólidos domésticos generados*

Tipo de residuo	PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN			Total (ton)
	Cantidad generada <sup>1</sup> (kg /día/ trabajador)	Cantidad generada (kg/mes <sup>2</sup> )	Total, anual <sup>3</sup> (ton)	Cantidad generada <sup>1</sup> (kg/ día/ trabajador)	Cantidad generada (kg/mes <sup>2</sup> )	Total, anual <sup>4</sup> (ton)	
Residuos de comida húmedos	0.15	39.6	1.43	0.15	50.4	1.21	2.64
Papel	0.05	13.2	0.48	0.05	16.8	0.40	0.88
Cartón	0.05	13.2	0.48	0.05	16.8	0.40	0.88
Plásticos (varios)	0.10	26.4	0.95	0.1	33.6	0.81	1.76
Vidrio	0.10	26.4	0.95	0.1	33.6	0.81	1.76
Otros	0.05	13.2	0.48	0.05	16.8	0.40	0.88
<b>Total</b>	<b>0.50</b>	<b>132</b>	<b>4.75</b>	<b>0.5</b>	<b>168</b>	<b>4.03</b>	<b>8.78</b>

<sup>1</sup>Fuente: Bitácoras de entrega recepción de los residuos sólidos al relleno sanitario del municipio de Otáez, Dgo.

<sup>2</sup>Mes = 24 días y considerando 11 trabajadores (promedio de trabajadores).

<sup>3</sup>Año = 288 días.

<sup>4</sup>Mes = 24 días y considerando 14 trabajadores (promedio de trabajadores).

### Residuos líquidos

En las etapas de preparación del sitio y construcción, serán generados pocos líquidos residuales de origen doméstico y peligroso.

La principal fuente de líquidos no peligrosos proviene del agua que es utilizada para beber (3 litro/día-humano aproximadamente) y la requerida para la higiene personal.

Respecto al agua de limpieza e higiene se anticipa que aun cuando su volumen puede ser importante (10 L/día-trabajador), estas actividades se desarrollarán en los poblados cercanos. Y como ya se mencionó, por la cercanía de la obra con las localidades cercanas, no será necesario instalar sanitarios portátiles; debido a que la mayoría de los trabajadores serán del ámbito local, por lo tanto, realizarán sus actividades de higiene personal en sus casas; los trabajadores foráneos se asistirán también en dichos poblados.

#### II.2.2.1 Emisiones a la atmósfera

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 construcción 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 atmosfera.

#### **II.2.2.2 Emisiones de ruido**

Los vehículos que circulen por el sitio, deberán ajustarse a la normatividad vigente, los niveles sonoros emitidos por los equipos utilizados en las obras serán reducidos a niveles aceptables en las Normas Oficiales mediante las afinaciones y reparaciones de tipo preventivo.

#### **II.2.3 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos**

##### **II.2.3.1 Manejo de los residuos sólidos urbanos**

Los residuos sólidos urbanos que se generen en las diferentes actividades se almacenará semanalmente, para luego ser transportada hasta el relleno sanitario de la ciudad de **Otáez** para su tratamiento y confinamiento final. Se utilizará el sistema de separación de los residuos orgánicos e inorgánicos.

El manejo de los residuos sólidos generados en el proyecto cumplirá con la **NOM-083-SERMANAT-2003**, sobre las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

##### **II.2.3.2 Manejo de los residuos peligrosos**

Los residuos peligrosos que pudieran generarse durante las diferentes etapas del proyecto serán trasladados a la ciudad de Durango para ser entregados a empresas especializadas que les den el confinamiento o disposición final aplicable a la legislación y normatividad en la materia.

### III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y DE SUELO

La obra propuesta es congruente con el *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024*, que permitirá el desarrollo y expansión de la infraestructura minera para mejorar las condiciones de vida de los estados y municipios mineros, la promoción y desarrollo de actividades productivas, la modernización y fortalecimiento de las instituciones locales y la ampliación de la base tecnológica de la región, contribuyendo a un crecimiento económico sostenido y sustentable, preservando el medio ambiente y los recursos naturales de la región.

De acuerdo con los objetivos del *Programa Forestal y de Suelos y al Plan Estatal de Desarrollo* para el Estado de Durango, en lo referente, creación de la infraestructura para el desarrollo e integración territorial, se señala que el progreso de los pueblos requiere de la modernización de la infraestructura para el usufructo sustentable de los recursos naturales a través de la creación de fuentes de empleos para promover el desarrollo económico y social de la nación.

En lo referente a las áreas naturales protegidas establecidas en el estado de Durango, las actividades propuestas no interfieren en sus planes y políticas de manejo. Asimismo, basándose en los recorridos realizados en la zona no se observaron zonas arqueológicas reconocidas que pudiesen ser afectadas. Por su parte respecto a la regulación sobre el uso del suelo, se realizaron las consultas en los planes de ordenamiento ecológico municipal y estatal donde no se restringe realizar la obra propuesta.

Por lo que respecta al ámbito estatal en su *Plan Estatal de Desarrollo*, la creación de la infraestructura en las comunidades alejadas de los centros de población es una prioridad para abatir el grado de marginación en las zonas rurales.

En este sentido para la selección del sitio e infraestructura a construir se analizaron los siguientes instrumentos normativos:

#### III.1 Plan de desarrollo nacional

El desarrollo sustentable debe regir todas las actividades de la Administración Pública Federal, por lo que los programas y estrategias de las distintas dependencias y organismos serán diseñados tomando en cuenta los tres elementos indispensables para alcanzar el desarrollo sustentable, esto es, el beneficio social, el desarrollo económico y el cuidado del medio ambiente y de los recursos naturales dentro del territorio nacional.

Las actividades propuestas son congruentes con el *Plan Nacional de Desarrollo*, que permitirá el desarrollo regional de las zonas rurales, integrando los sectores de la **silvicultura, agrícola, forestal y minería** en la promoción y desarrollo de actividades productivas, el fortalecimiento de las instituciones locales y la ampliación de la base tecnológica de la región, contribuyendo a un crecimiento económico sostenido y sustentable a través de la creación de fuentes de empleo, preservando el medio ambiente y los recursos naturales de la región.

El proyecto se vincula directamente con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 en su meta de *“impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo”*, siendo su objetivo el siguiente:

- “Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados”. **En este sentido la construcción del desarrollo minero Providencia aumentará la generación de empleos de las comunidades cercanas, contribuyendo al desarrollo regional mejorando la calidad de vida de los habitantes.**

#### III.2 Plan de desarrollo estatal

El plan estatal de Desarrollo (2016-2022) en su Eje Cuatro (**Desarrollo con Equidad**), menciona que Durango aún se encuentra en la vía de fortalecer sus capacidades para propiciar un crecimiento económico y una generación de empleo de manera sostenible.

Con base en los datos del INEGI, Durango mantiene una de las economías más pequeñas del país, al aportar sólo el 1.2% al Producto Interno Bruto Nacional, ubicándose en el lugar número 26.

En cuanto al crecimiento económico, en los últimos años, el desempeño económico de Durango ha estado altamente correlacionado con la economía nacional. En la década que corresponde de 2004 a 2014 la evolución de la economía estatal presenta la misma tendencia que la media del país, lo que representa una marcada dependencia al crecimiento económico nacional. Aunado a ello, Durango crece menos de lo que crece la economía mexicana en su conjunto; la tasa de crecimiento media anual (TCMA) 2004-2014, fue para Durango de 1.94%, mientras que para el País fue de 2.58%.

Derivado del análisis y procesamiento de las propuestas recabadas se lograron identificar las temáticas y acciones prioritarias para nuestra sociedad, las cuales fueron consideradas en este documento del plan Estatal de Desarrollo, a través de estrategias y líneas de acción en cada uno de los cuatro ejes rectores, que sin duda serán la pauta para el diseño e implementación de las políticas públicas en este Gobierno, marcando como algunas de las prioridades la educación, **empleo**, recursos naturales, turismo, infraestructura, salud, arte y cultura. En cuanto a minería se refiere, el sector constituye el 11% de la actividad económica secundaria, que aporta al Estado y al país un valor importante para el fortalecimiento económico, los datos anteriores revelan la riqueza natural de Durango en esta materia, lo que marca la necesidad de crear políticas públicas sostenibles que además de **generar empleos para beneficio de los duranguenses**, cuiden los recursos mineros, la biodiversidad en donde están insertos, así como a los pequeños y medianos empresarios del Estado que trabajan en el ramo.

Algunas de las estrategias y líneas de acción vinculables con las obras y actividades son:

- Identificar y fortalecer sectores económicos potenciadores del crecimiento en el Estado.
- Difundir y promocionar el potencial geológico–minero del Estado, para atraer nuevas inversiones en exploración y explotación minera.
- Coadyuvar con las autoridades federales para evitar atrasos o afectación en los programas de exploración, explotación, beneficio y comercialización de minerales.
- Fomentar en las empresas mineras actividades de beneficio y desarrollo social e implementación de proyectos productivos en sus comunidades.
- Fomentar la participación de la sociedad con acciones que mejoren el bienestar de grupos vulnerables.

### III.3 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 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.4 Programa de desarrollo municipal

La política para el desarrollo del municipio de **Otáez** 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 del presente proyecto permitirá que personas que habitan localidades cercanas, cuenten con empleos bien remunerados que permitan elevar su calidad de vida.

### III.5 Modelo de Ordenamiento Ecológico Estatal [MOEE]

El ordenamiento ecológico (OE) 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 el OE es “*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*” (Título Primero, 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 Modelo de MOEE del estado de Durango (2016) considera para la delimitación de sus UGAs: **i) la geomorfología, ii) el uso de suelo y vegetación y ii) las aptitudes sectoriales.** Sin embargo, dados los objetivos del mismo, la delimitación está orientada a la dirección del uso, manejo y potencialidad de los recursos naturales.

De acuerdo al MOEE el sistema ambiental se encuentra en la UGA **Sierra Alta con Cañones 8**, con las características 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 del proyecto de acuerdo a los criterios de regulación para la UGA correspondiente, se detallan a continuación:

**Cuadro III-1. Vinculación de los criterios de regulación ecológica estatal con las obras y actividades**

<b>CLAVE</b>	<b>CRITERIO DE REGULACIÓN</b>	<b>VINCULACIÓN</b>
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 que 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.
FORM04	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.

<b>CLAVE</b>	<b>CRITERIO DE REGULACIÓN</b>	<b>VINCULACIÓN</b>
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.
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 las 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.	Los residuos peligrosos se manejarán conforme a lo establecido en la legislación y normatividad ambiental 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.	Las poblaciones de la MHF no tienen más de 1000 habitantes, sin embargo, cuentan con letrinas de uso.
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.	La obra no se considera como obra urbana.
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 resumen, los criterios de regulación son de carácter preventivo más no limitativo y tienen una política de conservación de los recursos forestales respecto a las actividades de aprovechamiento forestal maderable, agrícolas, pecuarias y mineras. Para realizar el CUSTF será necesario remover la vegetación, sin embargo, se tendrá que compensar esa superficie con una **reforestación** de especies nativas, además, será necesario aplicar medidas de mitigación sobre el agua, suelo y biodiversidad.

En conclusión, el nuevo uso del sitio es compatible con los criterios de regulación ecológica estatal, siempre y cuando se apliquen las medidas de prevención, restauración y mitigación propuestas.

### III.6 Análisis de los instrumentos normativos

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 5°. 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 del presente proyecto de **Cambio de Uso de Suelo**. 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 la LGEEPA en sus artículos 5 fracción X, 28 fracciones III y VII, 30 primer párrafo y los siguientes artículos, 5° inciso K) fracción III, L) fracción I, O) fracción III, 12, 14, 17 y 49 de su reglamento en materia de Impacto Ambiental. La Secretaría realizará en sus tiempos y términos aplicables la evaluación de impacto ambiental del presente estudio. De igual manera en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en sus artículos 68 Fracción I, 69 Fracción I, 93, 94,95, 96, 97 y 98 en materia de cambio de uso de suelo y los artículos 138, 139, 149, 150, 152, 154 fracciones II, III y VI, 160 del Reglamento vigente de la misma ley. Es necesario realizar un Estudio Técnico Justificativo, dado que se pretende derribar vegetación en un terreno de uso forestal como se menciona en el artículo 5 inciso o) fracción III del Reglamento de la LGEEPA.

Considerando lo anterior el presente proyecto se vincula directamente con la LGEEPA y LGDFS por tratarse de actividades que requieren de realizar un cambio de uso de suelo de forestal a **infraestructura minera, caminera y eléctrica**, en este sentido y aplicando lo establecido en el artículo 14 del reglamento de la LGEEPA la evaluación ambiental deberá estar vinculada a la guía de Cambio de Uso de Suelo.

Finalmente, la normatividad ambiental que se vincula directamente con las actividades a desarrollar en las diferentes etapas del proyecto es la siguiente:

#### III.6.1 Leyes

##### Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

En el [artículo 28](#) se 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; tal como lo estipula la presente obra que se requiere someter a este tipo de evaluación para la apertura del desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Dgo.*

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

En el **artículo 12 del reglamento de la LGEEPA** se presentan los requisitos que debe contener el documento para obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental. Mismos que serán cubiertos en el documento elaborado en lo específico para el manifiesto de impacto ambiental.

##### Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Por encontrarse en una zona con recursos forestales maderables y no maderables, el **CUSTF** estará supeditado por la LGDFS, dado que para su construcción y operación será necesario realizar el cambio de uso de suelo de forestal a infraestructura minera, como lo establecen sus artículos [68 Fracción I, 93 y 98](#).

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

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, éstos serán almacenados temporalmente dentro de los almacenes considerados y, serán manejados por una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT; la empresa será la encargada de llevarlos a los sitios autorizados para su confinamiento y/o su posible reciclaje. Las obras y actividades darán cumplimiento a los [artículos 18 y 20](#) de esta Ley, 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](#), asimismo se cumplirá con los demás artículos ambientales de esta ley.

### **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 proyectos 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.

Durante el **CUSTF** se implementará un programa de rescate de especies de fauna silvestre para asegurar su supervivencia en cumplimiento de esta ley.

### **III.6.2 Reglamentos**

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

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA, en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en su [Capítulo II, Artículo 5o, 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 del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas.*

Por lo anterior expuesto el desarrollo minero Providencia está vinculado a lo establecido al reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación al Impacto Ambiental.

#### **Reglamento de la LGDFS.**

Específicamente estará vinculado con el [artículo 139](#) del reglamento de la LGDFS, que establece lo siguiente:

*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 identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.*

*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.*

### III.6.3 Normas oficiales mexicanas aplicables [NOM]

La vinculación del CUSTF con las NOM aplicables se realiza en el cuadro siguiente.

**Cuadro III-2. Vinculación de las obras y actividades con las NOM aplicables**

NOM	Contenido	Cumplimiento
<b>Para la emisión de gases contaminantes producidos por vehículos automotores y fuentes fija</b>		
<a href="#">NOM-041-SEMARNAT-2006</a>	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Se deberá realizar un mantenimiento periódico de la vehículos, maquinaria y equipo a emplear. También se deberán vigilar los niveles de emisiones por la maquinaria empleada, así como las plantas de energía que empleen gasolina como combustible durante todas las etapas.
<a href="#">NOM-045-SEMARNAT-2006</a>	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.	
<a href="#">NOM-085-SEMARNAT-2005</a>	Contaminación atmosférica-fuentes fijas. Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.	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.
<a href="#">NOM-086-SEMARNAT-2005</a>	Contaminación atmosférica. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles.	Se utilizará, maquinaria y vehículos de combustión interna a base de combustibles fósiles, se deberán tener un programa de mantenimiento preventivo.
<b>Para la emisión de ruido por vehículos y fuentes fijas</b>		
<a href="#">NOM-011-STPS-1994</a>	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.
<a href="#">NOM-080-STPS-1993</a>	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.
<a href="#">NOM-080-SEMARNAT-1994</a>	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.
<a href="#">NOM-081-SEMARNAT-1994</a>	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	
<b>Para la protección del personal</b>		
<a href="#">NOM-004-STPS-1999</a>	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 dentro de la obra.
<a href="#">NOM-006-STPS-2000</a>	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.
<a href="#">NOM-017-STPS-2001</a>	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
<a href="#">NOM-019-STPS-1993</a>	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.
<a href="#">NOM-021-STPS-1993</a>	Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.	Incluir en las bitácoras de control del personal lo relativo a los riesgos de trabajo.

NOM	Contenido	Cumplimiento
<i>NOM-025-STPS-1999</i>	<i>Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.</i>	Se deberán establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.
<i>NOM-026-STPS-1998</i>	<i>Colores y señales de seguridad, higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.</i>	Se deberán ubicar señalamientos adecuados de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observados e interpretados por los trabajadores.
<i>NOM-027-STPS-2000</i>	<i>Soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene.</i>	Al trabajar con maquinaria pesada se podría fracturar algún metal constituyente de la máquina, el cual pudiera ser pegado por medio de la soldadura, el mantenimiento debe darse en lugares expreso.
<i>NOM-100-STPS-1994</i>	<i>Seguridad-extintores contra incendios a base de polvo químico seco con presión contenida.</i>	Al manejar gasolina y diésel, el primero que es de alta volatilidad se pudiera generar un incendio, por lo que se deberá considerar la seguridad de los extintores a base de polvo químico. Se deberá garantizarse el mantenimiento adecuado a los extintores y su facilitar su disposición.
<i>NOM-102-STPS-1994</i>	<i>Seguridad-extintores contra incendios a base de bióxido de carbono.</i>	
<i>NOM-103-STPS-1994</i>	<i>Seguridad-extintores contra incendios a base de agua con presión contenida.</i>	
<i>NOM-113-STPS-1994</i>	<i>Calzado de protección.</i>	
<b>Para el control, manejo y transporte de residuos peligrosos generados</b>		
<i>NOM-052-SEMARNAT-2005</i>	<i>Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hace a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</i>	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.
<i>NOM-054-SEMARNAT-1993</i>	<i>Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.</i>	El manejo de los residuos peligrosos deberá estar basado en la incompatibilidad de éstos, para evitar reacciones no deseadas o contaminación al ambiente.
<b>Protección a la flora y a la fauna</b>		
<i>NOM-059-SEMARNAT-2010</i>	<i>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.</i>	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.
<i>NOM-060-SEMARNAT-1994</i>	<i>Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.</i>	El Promovente vigilará que se realice la remoción necesaria dentro los polígonos solicitados.
<i>NOM-061-SEMARNAT-1994</i>	<i>Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna por el aprovechamiento forestal y Especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la Biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios.</i>	El Promovente deberá realizar acciones de prevención y mitigación, para disminuir los efectos adversos flora y fauna aplicando su rescate.

### III.7 Ubicación del sitio respecto a las regiones prioritarias para la conservación

#### III.7.1 Áreas naturales protegidas [ANP]

Para el estado de Durango se encuentran **2 ANP**, consideradas como “zonas de protección forestal y reserva integral de la biosfera” las cuales se denominan:

1. **Bolsón de Mapimí** localizada en los municipios de Tlahualilo y Mapimí.
2. **La Michilia** localizada en los municipios de Súchil y Mezquital.

**Vinculación ANP:** El sitio propuesto para CUSTF, **no se ubica** en estas dos **ANP** establecidas para el estado de Durango, su localización respecto a las ANP en el contexto estatal se muestra en el plano del **Anexo 5.1**.

### **III.7.2 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.7.3 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.7.4 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.1.1 Delimitación del área de influencia y su justificación

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 prevaleciente, respecto a las **Unidades de Gestión Ambiental (UGA)**. Un aspecto importante a considerar en la delimitación del sitio para el establecimiento del desarrollo minero Providencia fueron las características propias de la infraestructura disponible (caminos, energía eléctrica, 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:

- i) **Regional también referido como el Sistema Ambiental (SA) y Área de Influencia (AI)**
- ii) **Puntual (local) o sitio**

##### 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; 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. 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 en los elementos bióticos y abióticos que se encuentran en el **AI**, como el espacio donde interactúan los recursos agua, suelo, flora, fauna y paisaje. Las representaciones gráficas del área de influencia regional se pueden observar en los planos anexos sobre la descripción de las características físicas y bióticas (**Anexo 3 y 4**).

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

Aquí se incluye sólo a la superficie que tendrá mayor presencia con las actividades antropogénicas al entrar en las etapas de *construcción y operación*, en donde se describen básicamente las características principales de la vegetación presente 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 la mecánica de suelos, geología local e hidrología en función de sus rasgos topográficos. La representación gráfica del sitio se puede observar en los planos de los **Anexo 2.2, 2.3 y 2.4** (Ubicación predial, física e infraestructura, respectivamente) y la justificación para la delimitación a nivel puntual se fundamentó en los siguientes aspectos:

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

Se contempla la construcción de un campamento en 1.3 ha, una tepetatera en 4.0 ha, una línea de distribución de energía eléctrica en 2.7 ha y un camino en 0.5 ha; para una superficie total de **8.5 ha**, misma que se destinará a **realizar CUSTF** en la totalidad de la superficie.

**b) Distribución espacial de las obras**

El sitio seleccionado se localiza a una distancia aproximada de 6 km de la comunidad Los Cardos, y a su vez se localiza a 378.6 km de la Ciudad de Durango; la zona es considerada como rural, pues los poblados más cercanos no rebasan los mil habitantes, por lo anterior, las obras y/o infraestructura propuesta no interfiere con las actividades productivas, usos y costumbres de los habitantes; por el contrario, beneficiaría con la generación de empleos.

**c) Actividades a desarrollar**

La obra consiste en construir el desarrollo minero Providencia que incluye un campamento, tepetatera, línea eléctrica y camino.

**d) Radios de afectación**

El proyecto tendrá un radio de afectación muy localizado (puntual), se estimado una afectación por los posibles incidentes y/o impactos adversos en un radio no mayor a los 1, 500 metros.

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

Para realizar el programa de actividades en las diferentes etapas no se tiene contemplado llevar a cabo obras complementarias (como almacenes, bodegas, etc.), pero si se requerirá del servicio de transporte de personal, desde los poblados cercanos hacia el área del proyecto para el caso del personal foráneo y local, es importante mencionar que el servicio de alimentación se dará de la misma manera. Los servicios de mantenimiento de la maquinaria serán talleres cercanos.

**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 y análisis 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 **semicálidos 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 IV-1. Tipos de clima del Sistema Ambiental*

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

## Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango

Clave	Tipo-subtipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
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 IV-2. 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.	1 954.9	47.2
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.	252.7	6.1
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.	1 936.9	46.7
<b>Total</b>			<b>4 144.6</b>	

En cuanto al clima local del sitio, este corresponde a **C(W<sub>2</sub>)** en el plano del **Anexo 3.8** se presentan los climas para el SA, AI y sitio del proyecto a una escala adecuada.

### IV.2.1.1.1 Normales climatológicas

La normal climatológica o valor normal (promedio), se utiliza para definir y comparar el clima y generalmente representa el valor promedio de una serie continua de mediciones de una variable climatológica durante un período de datos considerables (mínimo 20 años) (Díaz, 2016). A razón de tener datos representativos Ruiz *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 la localización de las estaciones climatológicas se presentan en el cuadro siguiente.

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

*Cuadro IV-3. 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

**a). Temperatura**

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

*Cuadro IV-4. 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 ArcGIS con la herramienta [Analysis Tools/Proximity/Create Thiessen Polygons]. Los resultados se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-5. 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 Papasquiario	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>

### b). 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, conjuntamente con la temperatura son utilizados para realizar la caracterización del clima local.

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

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

Cuadro IV-6. 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

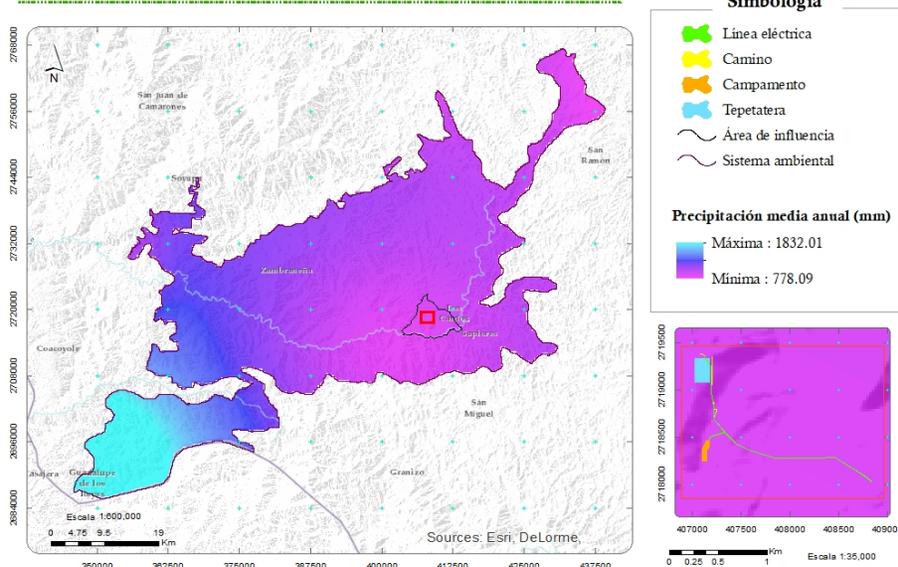
La precipitación media del SA fue estimada mediante el método de los polígonos de Thiessen con la herramienta [Analysis Tools/Proximity/Create Thiessen Polygons] de ArcGIS. Los resultados se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-7. Precipitación ponderada anual del SA

Clave	Nombre	Superficie (ha)	Temperatura mínima anual (°C)	Temperatura media anual (°C)	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 Papasquiaro	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 [Spatial Analyst Tools/Interpolation/IDW (Environment Setting/Raster Analysis/Mask)]<sup>1</sup> de ArcGIS. Entonces las variables climáticas se distribuyen en el SA como se ilustra en las figuras siguientes.

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular  
Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular  
Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango

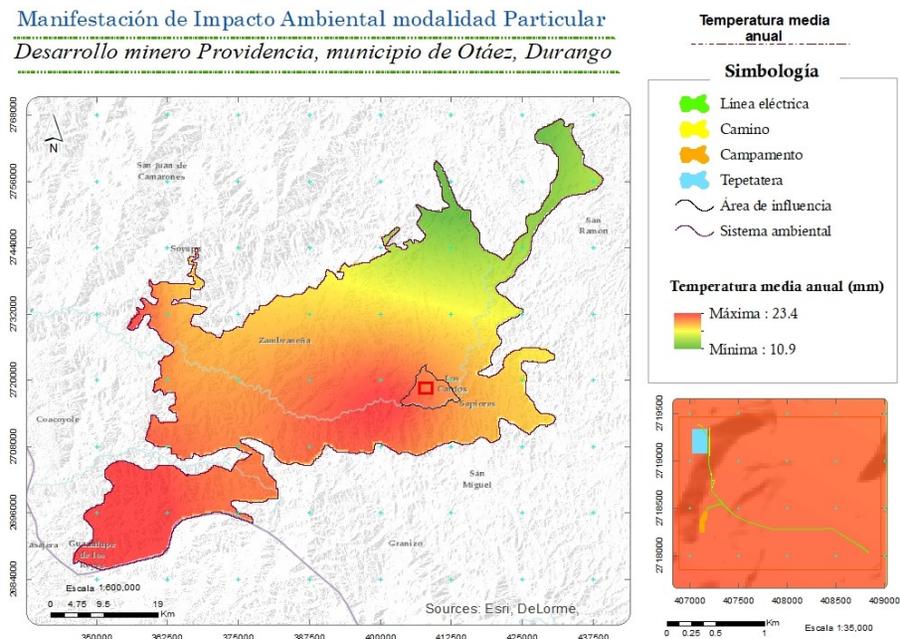


Figura IV.1. Representación de la precipitación y temperatura media anual en el SA

c). 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.

d). 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

e). 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 IV-8. 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.

#### f). 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.2.1.2 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 a las cartas temáticas escala 1: 250 000 la geología regional y local se describe de la manera siguiente.

##### *IV.2.1.2.1 Geología regional*

La geología del estado de Durango se caracteriza por la presencia de rocas ígneas y sedimentarias Mesozoicas plegadas, que descansan sobre un basamento Paleozoico. Durante el Triásico tuvo lugar una tectónica distensiva en la parte este y noreste, originando la formación de fosas y rellenos sedimentarios continentales. En el Jurásico Superior ocurren la transgresión marina por la apertura del Golfo de México y durante el Cretácico inferior continuo con el depósito de calizas arcillosas de la Formación Taraises y el lineamiento arrecifal que corre de Laredo a Monterrey. Es en el Eoceno Superior al Oligoceno que tienen lugar los primeros episodios volcánicos que constituyen la **SMO**, a la que se le denominó serie Andesítica o Serie Volcánica inferior, la cual está deformada, afallada y alterada, debido en parte a las intrusiones ígneas que las afectaron. Esta serie es la principal encajonante de la mineralización aurífera y auroargentífera en las Subprovincias de Barrancas y Llanuras Altas, las que afloran principalmente como ventanas geológico-estructurales.

La actividad volcánica ignimbrítica termina durante el Oligoceno y sobreyace a la Serie Andesítica, estas funcionan como rocas encajonantes de yacimientos de estaño, hierro, fluorita, bentonita y caolín y en menor proporción de plata y oro. Durante las últimas etapas se presentan coladas de basalto de edad Plioceno y finalmente se forman conglomerados, gravas, arenas y limos. El emplazamiento de rocas graníticas se inicia a partir del Jurásico Superior hasta el Oligoceno, intrusionando rocas metamórficas del Paleozoico, rocas calcáreas del Cretácico y rocas volcánicas del Terciario.

##### *IV.2.1.2.2 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 IV-9. Clase de rocas a nivel SA y AI*

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

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

*Cuadro IV-10. 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(lgia)	809.5	0.3		
Ki(cz)	1 949.5	0.8		
T(lgei)	1 856.7	0.7		
Ti(lgea)	6 507.4	2.5	1 442.0	34.8
Ts(lgea)	245 175.3	95.7	2 702.6	65.2
<b>Total</b>	<b>256 298.3</b>	<b>100.0</b>	<b>4 144.6</b>	<b>100.0</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 (SiO<sub>2</sub>) presente; así, las rocas ácidas tienen más del 65% de SiO<sub>2</sub>; rocas intermedias tienen entre el 65 al 52% de SiO<sub>2</sub>, las rocas básicas tienen del 52-45% de SiO<sub>2</sub>; y las rocas ultrabásicas tienen menos del 45% de SiO<sub>2</sub>.

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 (CaCO<sub>3</sub>), generalmente calcita, aunque frecuentemente presenta trazas de magnesita (MgCO<sub>3</sub>) 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.2.1.2.3 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 geo-hidrológicas 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.2.1.2.4 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.

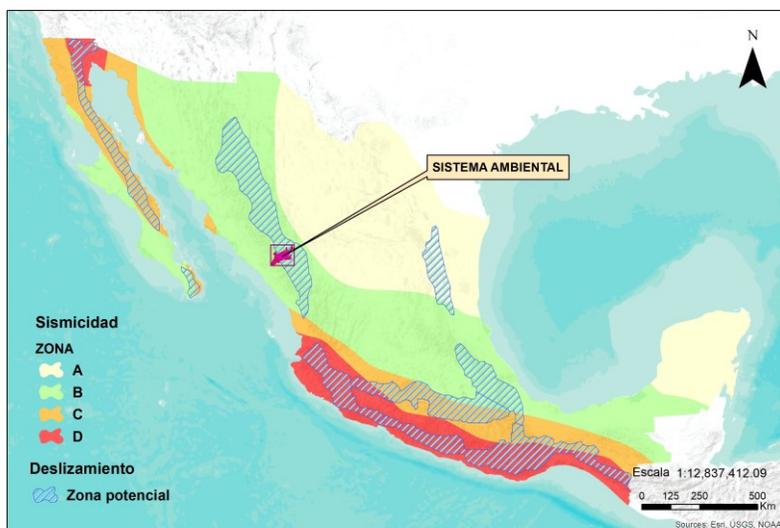


Figura IV.2. Ubicación del SA respecto a la Regionalización Sísmica

#### IV.2.1.3 Fisiografía

Fisiográficamente, el estado de Durango ha sido dividido en tres grandes provincias; Mesa Central, Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental, en esta última se localiza el SA, y corresponde a una región montañosa con orientación noroeste-sureste, ocupa aproximadamente el 60% de la entidad y abarca toda la porción occidental. Al trazar un eje transversal en la SMO, tomando como lugar de partida la ciudad de Durango hasta el Puerto de Mazatlán,

se puede apreciar que su borde oriental asciende lentamente hasta llegar al parteaguas sin observar un cambio brusco en la topografía, este aspecto es un tanto diferente a lo que se espera de una sierra, sin embargo, al descender por el borde occidental de este complejo montañoso el paisaje se torna abrupto, se aprecian fallas, grandes desplazamientos y profundas barrancas.

Este elemento es 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.2.1.3.1 Clasificación de acuerdo al INEGI

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

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| I. <b>Sierra Madre Occidental</b> (71.3%), | III. Sierra Madre Oriental (5.24%) y |
| II. Sierras y Llanuras del Norte (15.10%), | IV. Mesa del Centro (8.36%).         |

A su vez éstas provincias fisiográficas se encuentran dividida en 9 subprovincias:

- |  |  |
|--|--|
| i. Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses (2.98%),          | v. Del Bolsón de Mapimí (15.1%),                         |
| ii. Sierras y Llanuras de Durango (24.18%),              | vi. Sierra de la Paila (1.25%),                          |
| iii. <b>Gran Meseta y Cañones Duranguenses</b> (33.93%), | vii. Sierras Transversales (3.99%),                      |
| iv. Mesetas y Cañadas del Sur (10.24%),                  | viii. Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande (3.79%), |
|  | ix. Sierras y Llanuras del Norte (4.54%).                |

Al mismo tiempo éstas subprovincias están divididas por 7 clases de topoformas:

- |                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| 1) Bajada (8.49%),   | 5) <b>Meseta</b> (29.35%),  |
| 2) Cañón (2.5%),     | 6) <b>Sierra</b> (23.77%) y |
| 3) Llanura (13.45%), | 7) Valle (4.48%)            |
| 4) Lomerío (17.96%), |                             |

De acuerdo a la clasificación anterior, el SA se ubica en la provincia fisiográfica **Sierra Madre Occidental**, subprovincia fisiográfica **Gran Meseta y Cañones Duranguenses** y en el sistema de topoformas presenta 2 clases: **Sierra** (85.7%) y **Meseta** (14.3%).

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

*Cuadro IV-11. Descripción de los componentes fisiográficos del SA*

Provincia	
Sierra Madre Occidental	Este es el más largo y el más continuo de los sistemas montañosos de México. Corre más o menos paralelo a la costa del Pacífico desde un poco más al sur de la frontera con Estados Unidos, en los límites de Chihuahua y Sonora, hasta la altura de Nayarit y Jalisco, donde converge con el Eje Volcánico Transversal. En muchos sitios su anchura es de más de 200 km y está surcada por numerosas barrancas profundas que excavaron los ríos que fluyen hacia el Pacífico. Sus altitudes más pronunciadas pasan ligeramente de 3 000 metros, el nivel promedio de las partes altas varía entre 2 000 y 2 500 msnm. La sierra separa la Planicie Costera Noroccidental del Altiplano Mexicano (Rzedowski, 2006). El SA y el AI están inmersos en su totalidad en esta provincia.
Subprovincia	
Gran Meseta y Cañones Duranguenses	Ocupa una extensa zona, el 33.94% del estado de Durango que corre de noroeste a sureste por la parte central. Es una meseta con una gran disección donde fluyen ríos encañonados. Municipios que abarca esta subprovincia: Canatlán, Canelas, Durango, Guanaceví, Mezquital, Nuevo Ideal, El Oro, Otáez, Pueblo Nuevo, San Bernardo, San Dimas, Santiago Papasquiaro, Tamazula, Tepehuanes y Topia (INEGI, 2000). El SA y el AI están inmersos en su totalidad en esta Subprovincia.

Topoforma

Meseta	Forma del relieve de segundo y tercer orden consistente en una planicie con elevación sobre el nivel del mar, en general de 1 000 m y más, aunque se aplica el término a relieves de incluso 600 msnm. Es común que sobre la meseta se asienten elevaciones montañosas aisladas o en grupos, pero territorialmente predomina el relieve de planicies (Lugo-Hubp, 2011). El SA y AI presentan este tipo de topoforma cuya descripción es Superficie de Gran Meseta con Cañadas.
Sierra	Término que se aplica a una montaña alargada, generalmente de más de 5 km de longitud, o a un conjunto de montañas con una divisoria de aguas principal que delimita dos vertientes opuestas (Lugo-Hubp, 2011). Las Sierras componen la mayor parte del sistema ambiental y AI.

A nivel sitio, la topoforma corresponde a Sierra Alta con Cañones y Superficie de Gran Meseta con Cañadas, perteneciente a la subprovincia Gran Meseta y Cañones Duranguenses. Los detalles se muestran en el plano del Anexo 3.2. En general las unidades fisiográficas están compuestas por cerros y profundos cañones, donde ocasionalmente se encuentran pequeñas mesetas, valles, llanos generalmente menores de 100 hectáreas. La sierra constituye toda la zona del SA y AI, de donde nacen los cañones y cañadas que dan vida a arroyos y ríos que desembocan en el estado de Sinaloa particularmente dan origen al cauce del Río San Lorenzo.

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular  
Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango

3.2 Provincias fisiográficas

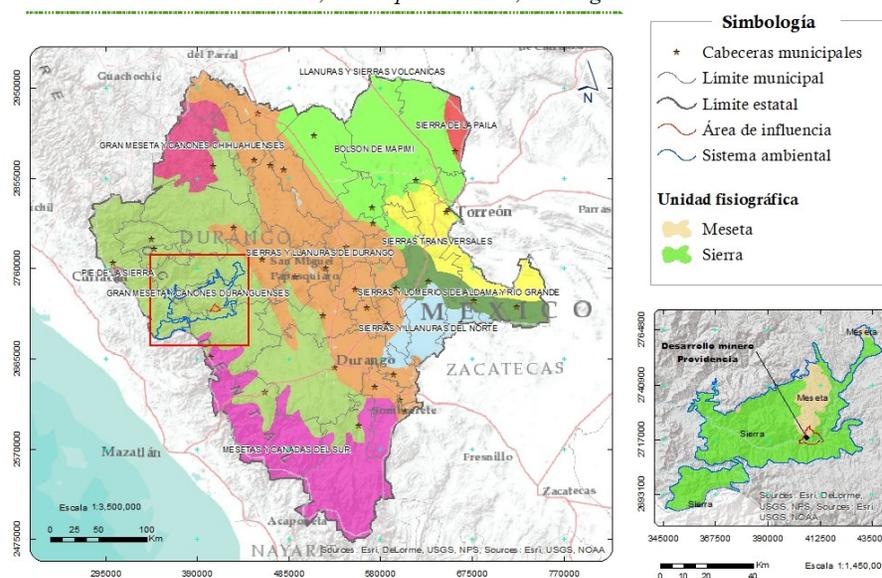


Figura IV.3. Fisiografía a nivel estatal y en el Sistema Ambiental

IV.2.1.3.2 Modelo digital de elevación

Un modelo digital de elevación es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo. Estos valores están contenidos en un archivo de tipo ráster con estructura regular, el cual se genera utilizando equipo de cómputo y software especializados. En los modelos digitales de elevación existen dos cualidades esenciales que son la **exactitud** y la **resolución horizontal o grado de detalle digital de representación en formato digital**, las cuales varían dependiendo del método que se emplea para generarlos y para el caso de los que son generados con tecnología LIDAR se obtienen modelos de alta resolución y gran exactitud (valores submétricos).

En la actualidad los modelos constituyen un medio para lograr la representación del relieve muy versátil y funcional ya que a partir del mismo se puede conocer la conformación o morfología del terreno (*Modelos Digitales del Terreno - MDT*) sino también los elementos de origen antrópico y la vegetación presente en el mismo (*Modelos Digitales de la Superficie - MDS*). Además es posible derivar o generar información a partir de los modelos digitales de elevación que permite contar con más datos de apoyo para el cumplimiento de objetivos, toma de decisiones y desarrollo de

proyectos relacionados con el relieve, los datos de apoyo derivados pueden ser curvas de nivel, corrientes de agua, mapas de pendientes, redes irregulares de triángulos (*Triangulated Irregular Network-TIN*), imágenes del relieve sombreado o mapa de sombras, puntos acotados de altura, modelos vectoriales de la altura de los elementos presentes en el terreno, líneas estructurales, entre otros.

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 de estos datos del relieve ya que permiten visualizar los mismos 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 el AI, pudiendo determinar aspectos más particulares como elevación, pendiente y exposición de laderas.

#### a). Relieve

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 del proyecto, las elevaciones mínima, media y máxima son 1 916, 2 232 y 2 300 msnm respectivamente.

### Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango

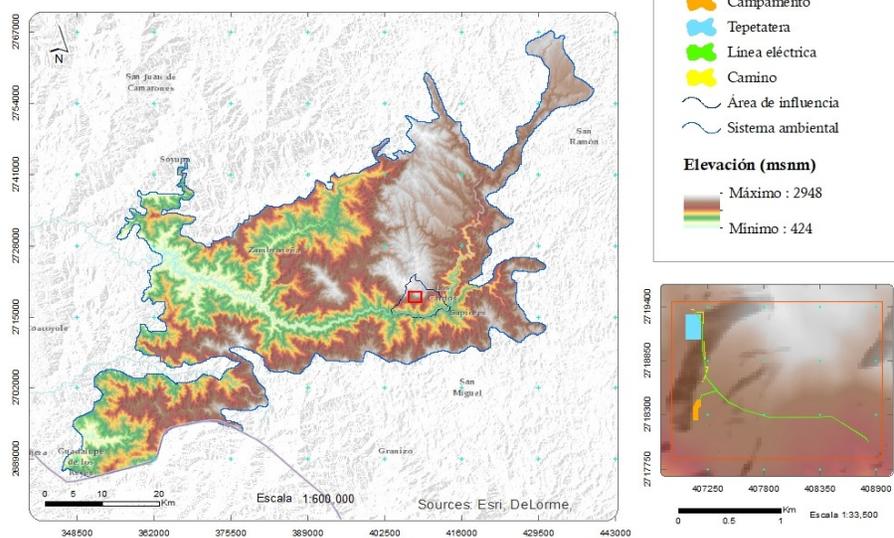


Figura IV.4. Elevaciones presentes en el Sistema Ambiental (DEM)

**b). Pendiente**

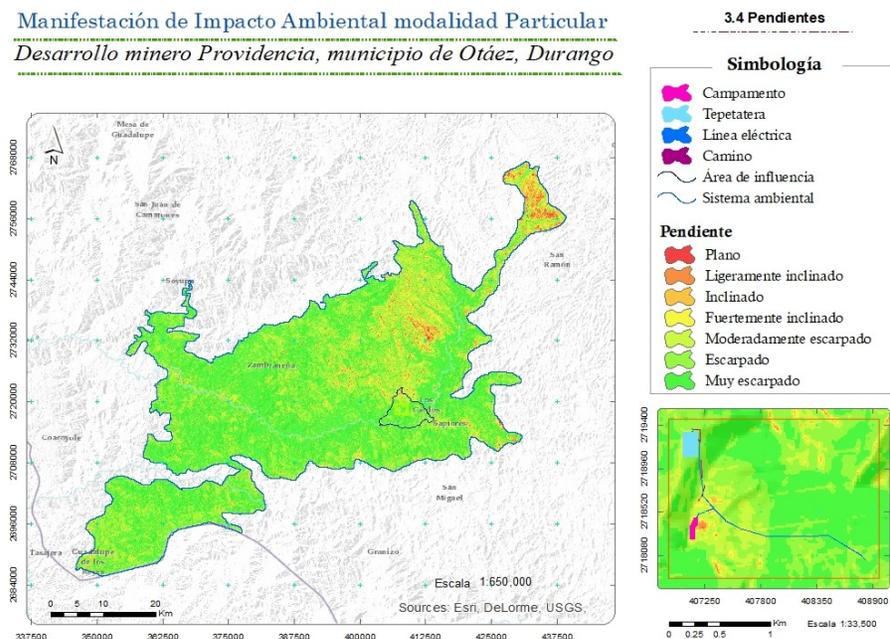
Con la información contenida en el DEM del SA y con la ayuda de la herramienta [Spatial Analyst Tools/Surface/Slope] de ArcGIS se desarrolló el plano de pendientes (relieve). Ahora bien, considerando la clasificación propuesta por la FAO (2009) para caracterizar el relieve de una cuenca, la pendiente del DEM se reclasifico con la ayuda de la herramienta [Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify] de ArcGIS en función de las categorías del cuadro siguiente.

*Cuadro IV-12. 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
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 AI la pendiente media es de 59.6%, 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 31.0%.**

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular  
Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango



*Figura IV.5. Pendiente del SA*

**c). Exposición de las laderas**

A partir del DEM del SA y con la ayuda de la herramienta [Spatial Analyst Tools > Surface > Aspect] de ArcGIS se desarrolló el plano de la exposición de la ladera o terreno y, posteriormente se reclasifico la exposición con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify] de ArcGIS en 10 categorías (como se muestra en el cuadro siguiente).

Cuadro IV-13. 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
10	Norte	14 154.2	5.5
<b>Total</b>		<b>256 298.3</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 SAR, donde se puede observar que las exposiciones son ligeramente más abundantes en sentido norte. A nivel AI, por lo accidentado del relieve se tienen diferentes exposiciones, las cuales se pueden analizar a detalle en el plano del **Anexo 3.5. La exposición del sitio es mayormente hacia el sur, sureste y oeste.**

*Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular*  
*Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango*

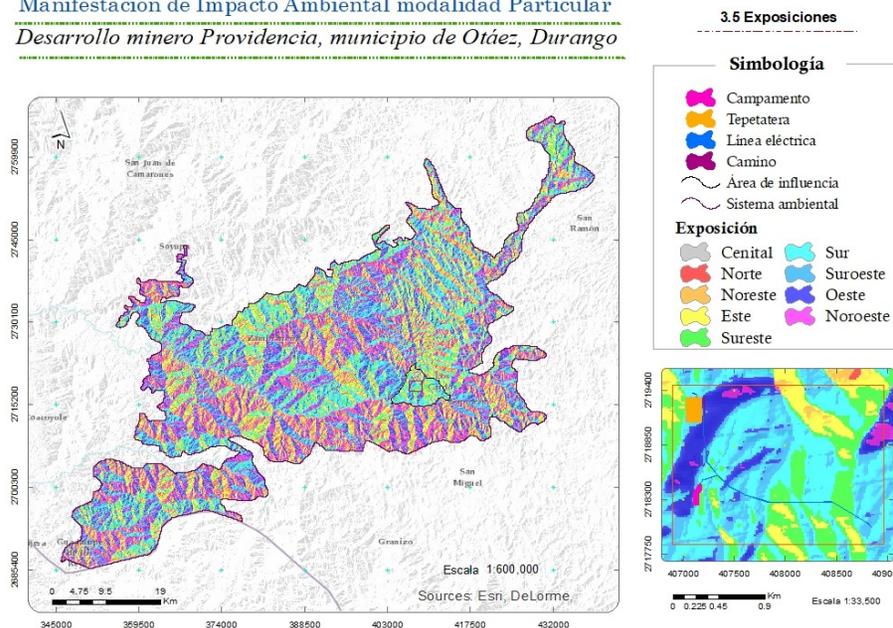


Figura IV.6. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental

**IV.2.1.4 Suelos**

**IV.2.1.4.1 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 IV-14. 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 IV-15. Principales grupos de suelo presentes en el AI*

Suelo principal (G1)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Leptosol	496.4	12.0
Luvisol	307.3	7.4
Phaeozem	2 365.2	57.1
Regosol	975.7	23.5
<b>Total</b>	<b>4 144.6</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 RGsklep+UMsklep/2r, PHlvlen+CMsklen+LVcrsk/2 y LVablep+LPli/2R, mismos que se encuentra distribuidos a nivel AI y SA.**

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

**Cuadro IV-16. Tipos de suelos presentes en el SA**

Clave (WRB)	Suelo	Calificador	Calificador	Suelo	Calificador	Calificador	Suelo	Calificador	Calificador	Textura	Limite
	Dominante (G1)	Secundario del G1	Primario del G1	Secundario (G2)	Secundario del G2	Primario del G2	Terciario (G3)	Secundario del G3	Primario del G3		Física Superficial
CMhulep+RGdylep/2R	CAMBISOL	Húmico	Epiléptico	REGOSOL	Dístrico	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
CMsklen/2R	CAMBISOL	Esquelético	Endoléptico	N	N	N	N	N	N	Media	Pedregosa
CMsklen+PHsklen/2R	CAMBISOL	Esquelético	Endoléptico	PHAEOZEM	Esquelético	Endoléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
CMsklen+RGsklen/2R	CAMBISOL	Esquelético	Endoléptico	REGOSOL	Esquelético	Endoléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
CMsklep+PHcrlep/2r	CAMBISOL	Esquelético	Epiléptico	PHAEOZEM	Crómico	Epiléptico	N	N	N	Media	Gravosa
LPdyhuu+LVhulep+HSsifo/2R	LEPTOSOL	Dístrico	N	LUVISOL	Húmico	Epiléptico	HISTOSOL	Fíbrico	Fólico	Media	Pedregosa
LPdylil/2R	LEPTOSOL	Dístrico	Lítico	N	N	N	N	N	N	Media	Pedregosa
LPdysk/2R	LEPTOSOL	Dístrico	Esquelético	N	N	N	N	N	N	Media	Pedregosa
LPdysk+RGsklep/2R	LEPTOSOL	Dístrico	Esquelético	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
LPeuhu+PHhulep/2R	LEPTOSOL	Éutrico	Húmico	PHAEOZEM	Húmico	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
LPeuli+LVumlep+LPeusk/2r	LEPTOSOL	Éutrico	Lítico	LUVISOL	Úmbrico	Epiléptico	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	Media	Gravosa
LPeuli+RGeulep+LPeusk/2r	LEPTOSOL	Éutrico	Lítico	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	Media	Gravosa
LPeusk/2R	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	N	N	N	N	N	N	Media	Pedregosa
LPeusk+LPskli+RGeulep/2R	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	LEPTOSOL	Esquelético	Lítico	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	Media	Pedregosa
LPeusk+RGsklep/2	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N	Media	N
LPeusk+RGsklep/2R	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
LPmosk+RGsklep/2r	LEPTOSOL	Mólico	Esquelético	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N	Media	Gravosa
LPsk+CMhulep/2R	LEPTOSOL	N	Esquelético	CAMBISOL	Húmico	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
LPsk+RGeulep/2	LEPTOSOL	N	Esquelético	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	N	N	N	Media	N
LPskli+LPmosk/2R	LEPTOSOL	Esquelético	Lítico	LEPTOSOL	Mólico	Esquelético	N	N	N	Media	Pedregosa
LPso+RGeulep/2R	LEPTOSOL	N	Sódico	REGOSOL	Éutrico	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
LVablep+LPli/2R	LUVISOL	Álbico	Epiléptico	LEPTOSOL	N	Lítico	N	N	N	Media	Pedregosa
LVabso+LPdylil/2R	LUVISOL	Álbico	Sódico	LEPTOSOL	Dístrico	Lítico	N	N	N	Media	Pedregosa
LVabso+LPli/2R	LUVISOL	Álbico	Sódico	LEPTOSOL	N	Lítico	N	N	N	Media	Pedregosa
LVlep+CMlep+LPeusk/2r	LUVISOL	N	Epiléptico	CAMBISOL	N	Epiléptico	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	Media	Gravosa
LVumlep+CMdylep/2R	LUVISOL	Úmbrico	Epiléptico	CAMBISOL	Dístrico	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
LVumlep+LVdylep+RGdylep/2R	LUVISOL	Úmbrico	Epiléptico	LUVISOL	Dístrico	Epiléptico	REGOSOL	Dístrico	Epiléptico	Media	Pedregosa
LVumlep+UMsklep/2	LUVISOL	Úmbrico	Epiléptico	UMBRISOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N	Media	N
LVumlep+UMsklep+RGdylep/2R	LUVISOL	Úmbrico	Epiléptico	UMBRISOL	Esquelético	Epiléptico	REGOSOL	Dístrico	Epiléptico	Media	Pedregosa
PHlvlen+CMsklen+LVcrsk/2	PHAEOZEM	Lúvico	Endoléptico	CAMBISOL	Esquelético	Endoléptico	LUVISOL	Crómico	Esquelético	Media	N
PHsklen+LPeusk/2R	PHAEOZEM	Esquelético	Endoléptico	LEPTOSOL	Éutrico	Esquelético	N	N	N	Media	Pedregosa
PHsklep+LVsklep/2R	PHAEOZEM	Esquelético	Epiléptico	LUVISOL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
PHsklep+LVsklep+LPskli/2R	PHAEOZEM	Esquelético	Epiléptico	LUVISOL	Esquelético	Epiléptico	LEPTOSOL	Esquelético	Lítico	Media	Pedregosa
PHsl+CMhulep/2R	PHAEOZEM	N	Siltico	CAMBISOL	Húmico	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa
RGcalep/3r	REGOSOL	Calcárico	Epiléptico	N	N	N	N	N	N	Fina	Gravosa

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

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

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

*Cuadro IV-17. Tipos de suelo presentes en el AI*

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

Respecto al sitio del proyecto, se encontraron 3 tipos de suelo, mismos que se describen a continuación:

*Cuadro IV-18. Tipos de suelo presentes en el sitio*

Clave (WRB)	Suelo	Calificador	Calificador	Suelo	Calificador	Calificador	Suelo	Calificador	Calificador	Textura	Límite
	Dominante (G1)	Secundario del G1	Primario del G1	Secundario (G2)	Secundario del G2	Primario del G2	Terciario (G3)	Secundario del G3	Primario del G3		Física Superficial
LVablep+LPli/2R	LUVISOL	Álbico	Epiléptico	LEPTOSOL	N	Lítico	N	N	N	Media	Pedregosa
PHIvlen+CMsklen+LVcrsk/2	PHAEZEM	Lúvico	Endoléptico	CAMBISOL	Esquelético	Endoléptico	LUVISOL	Crómico	Esquelético	Media	Pedregosa
RGsklep+UMsklep/2r	REGOSOL	Esquelético	Epiléptico	UMBROL	Esquelético	Epiléptico	N	N	N	Media	Pedregosa

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 limite 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.**

**PHAEZEMS.** 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 rhegos, 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. **Éutrico (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.2.1.4.2 Tipos de erosión presentes y las causas que las originan*

Fundamentalmente, se reconocen dos tipos de erosión: la erosión natural y la erosión antrópica o causada por el hombre. A su vez, la erosión natural se subdivide en erosión pluvial y erosión eólica, como se describen a continuación:

#### **LA EROSIÓN NATURAL**

**La erosión pluvial:** Una gota de agua es aproximadamente 1 000 veces más grande que una partícula de suelo. Por lo tanto, la fuerza del impacto de una sola gota de lluvia es suficiente para dispersar y arrastrar las partículas de suelo que encuentre a su paso y, así se inicia la erosión pluvial. Al inicio de un evento de lluvia, millones de gotas golpearán el suelo y arrastrarán sus partículas. Si la lluvia continúa, el agua se juntará sobre la superficie y aumentará la velocidad con la que escurre; se formará una red de pequeños canales que, al unirse, irán formando otros más grandes, que luego se transformarán en surcos, zanjas y, finalmente, en zanjones muy grandes llamados "cárcavas".

**La erosión eólica:** El viento, al soplar con fuerza, levanta las partículas de suelo y las moviliza en distintas direcciones. En ocasiones, a través de un proceso lento, pero persistente, puede llegar a producir concavidades o depresiones que alcanzan varios metros de diámetro, o formar dunas de polvo o arena sobre los terrenos productivos.

#### **LA EROSIÓN ANTRÓPICA CAUSADA POR EL HOMBRE**

Las prácticas agropecuarias inadecuadas fomentan la erosión, entre las más frecuentes se pueden citar las siguientes causas:

- Práctica de cultivos en cerros o terrenos inclinados, haciendo la labranza en el mismo sentido de la pendiente.
- La sobrecarga de un potrero con animales, lo que se traduce en la pérdida de su capacidad para regenerar hierba o pasto.
- Apertura de caminos con fines de aprovechamiento forestal, minero y agropecuario, especialmente caminos que conectan a los poblados vecinales.
- La eliminación de vegetación en suelos de aptitud forestal, ya sea por medios mecánicos químicos o usando el fuego (tala ilegal).
- La eliminación de vegetación en suelos de aptitud forestal, ya sea por medios mecánicos químicos o usando el fuego.
- La ocurrencia reiterada de incendios forestales en un mismo sitio (microcuenca).
- Cambio de uso de suelo ilegales (sin medidas de prevención y mitigación).

Todas estas prácticas crean las condiciones para que el agua y el viento arrastren las capas fértiles del suelo e incluso provoquen daños a mayor profundidad por escurrimiento superficial. Las principales causas que provocan la erosión para el **AI** son:

- Deforestación: pérdida de fijación del suelo y reducción de la infiltración.
- Apertura de cambios de uso de suelo ilegales.
- Incendios forestales provocados.

#### **EROSIÓN HÍDRICA**

Para la **LBDTD** utilizaron la base de datos de la erosividad de la lluvia y erodabilidad del suelo, se recalculó la pérdida de suelo por efecto de la escorrentía de la lluvia, en este proceso el factor de longitud e inclinación de la pendiente se

retomó del trabajo de Cortés, (2012); el factor de cobertura vegetal fue actualizado de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación serie VI del INEGI, complementada con los resultados del análisis del estatus de la cobertura vegetal, considerando las propuestas de Hua Lu, (2003) y CONAGUA-CP, (2009). La estimación de erosión hídrica en todo momento se rigió por el modelo RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*; Renard, 1997).

La reasignación de clases de pérdida de suelos se realizó mediante la relación existente entre una densidad aparente promedio general (1.3 toneladas por m<sup>3</sup>) y la cantidad de suelo que se pierde estimada mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-19. Categorías de erosión hídrica de acuerdo al espesor del suelo

Categoría de pérdida de suelo	Intervalo de pérdida de suelo en 10 años (cm)	Intervalo de pérdida de suelos (ton/ha/año)
Nula	< 0.38	< 5
Ligera	0.38 - 0.77	5 - 10
Moderada	0.77 - 3.85	10 - 50
Alta	3.85 - 15.38	50 - 200
Extrema	> 15.38	> 200

Los datos del tipo de erosión presente en la **SA** y las causas que la originan fueron tomados del análisis realizado por la Dirección de Geomática de la SEMARNAT (2004) (Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000), publicado en el portal siguiente:

[[http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/degra250kgw.xml?\\_httpcache=yes&\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/degra250kgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no)].

Entonces, tomando en cuenta la erosión hídrica estimada por la CONAFOR-UACH (2013) se caracterizó el grado de erosión hídrica en el **SA** considerándose de **LIGERA a MODERADA** (entre 5 a 50 ton/ha/año).

#### IV.2.1.4.3 Estimación de la erosión hídrica

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 siguiente expresión:

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

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).

##### IV.2.1.4.3.1 Factor erosividad de la lluvia

El factor de la **erosividad de la lluvia [R]**, es definido como la capacidad potencial de ésta para causar erosión, es medida por medio de los índices de erosividad (Figuroa *et al.*, 1991). En México, es escasa la información sobre la intensidad de lluvia, por lo que se han desarrollado modelos empíricos alternativos para su estimación tomando en cuenta otros parámetros de la lluvia. Cortés (1991) estimó un índice de erosividad para diferentes regiones de la República Mexicana y reporta valores que varían de 500 a 29 mil MJ mm ha<sup>-1</sup> hr<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, proponiendo así catorce modelos de regresión (ecuaciones) a partir de datos de precipitación media anual (**P**) para estimar el **factor R**. Las ecuaciones que estiman el **factor R** para México se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-20. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en la República Mexicana (Cortés, 1991)

Región	Ecuación	Bondad de ajuste (R <sup>2</sup> )	Región	Ecuación	Bondad de ajuste (R <sup>2</sup> )
I	R = 1.20785(P) + 0.002276(P) <sup>2</sup>	0.92	VIII	R = 1.99671(P) + 0.003270(P) <sup>2</sup>	0.98
II	R = 3.45552(P) + 0.006470(P) <sup>2</sup>	0.93	IX	R = 7.04579(P) - 0.002096(P) <sup>2</sup>	0.97
III	R = 3.67516(P) - 0.001720(P) <sup>2</sup>	0.94	X	R = 6.89375(P) + 0.000442(P) <sup>2</sup>	0.95
IV	R = 2.8559(P) + 0.002983(P) <sup>2</sup>	0.92	XI	R = 3.77448(P) + 0.004540(P) <sup>2</sup>	0.98
V	R = 3.48801(P) - 0.000188(P) <sup>2</sup>	0.94	XII	R = 2.46190(P) + 0.006067(P) <sup>2</sup>	0.96
VI	R = 6.68471(P) + 0.001680(P) <sup>2</sup>	0.90	XIII	R = 10.74273(P) - 0.001008(P) <sup>2</sup>	0.97
VII	R = 0.03338(P) + 0.006661(P) <sup>2</sup>	0.98	XIV	R = 1.50046(P) + 0.002640(P) <sup>2</sup>	0.95

El SA se localiza en la **región III y región X** como se muestra en la figura siguiente.

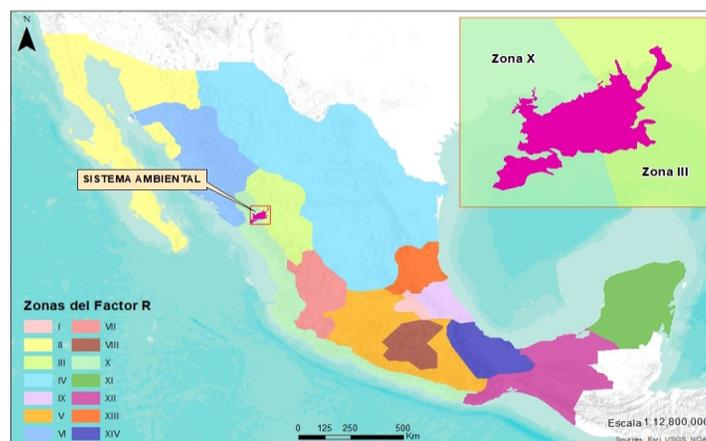


Figura IV.7. Ubicación del SA en la regionalización nacional del Factor R (Becerra, 1997)

La metodología de cálculo para estimar el **factor R** en ArcGIS es la siguiente:

1. Con el ráster de precipitación del SA se aplicó la expresión del valor de R para la **región III** [ $3.67516 * ("precip") - 0.001720 * Power("precip",2)$ ] **región X** [ $6.89375 * ("precip") - 0.000442 * Power("precip",2)$ ] utilizando la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator].

La distribución gráfica del **factor R** en el SA se muestra en la figura siguiente:

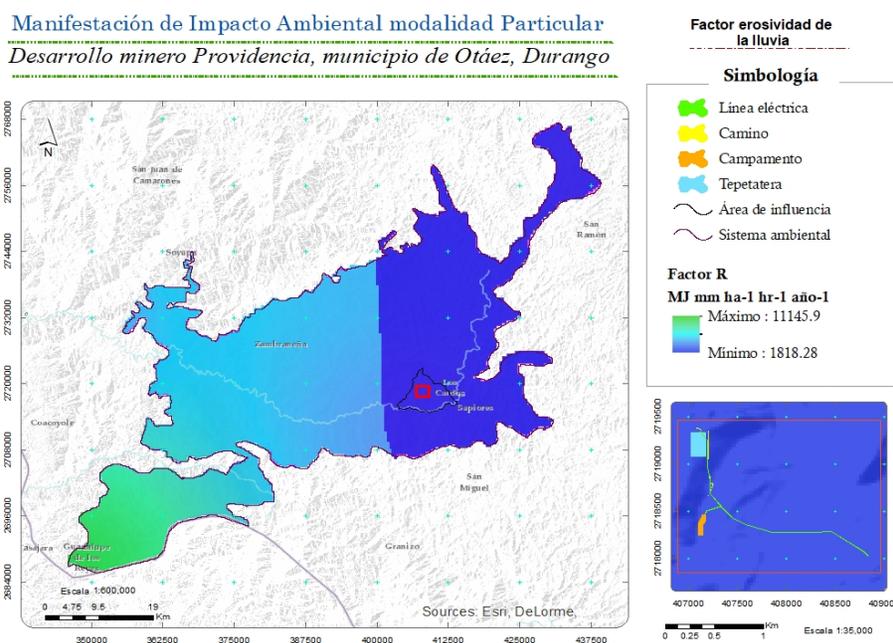


Figura IV.8. Representación del factor R en el SA

#### IV.2.1.4.3.2 Factor de erodabilidad del suelo

El **factor de erodabilidad del suelo [K]**, es un factor que toma en cuenta el tipo de suelo. Para el presente estudio se utilizó la metodología descrita por Montes-León *et al.* (2011) para elaborar un mapa nacional de erosión potencial en la República Mexicana, el procedimiento es conocido como la metodología de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Para la determinación de este factor fue empleada la información edafológica más reciente del INEGI: Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000 Serie II (Continuo Nacional) y la clasificación de suelos del WRB (World Reference Base for Soil Resources), adaptado por el INEGI para las condiciones ambientales de México. Las características que se obtuvieron de esta información son tipo de suelo y

textura. A continuación, se muestran los valores de K por tipo de suelo y textura que fueron establecidos por la WRB (World Reference Base for Soil Resources) y que fueron utilizados para la MHF.

Cuadro IV-21. Valores de K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollado por la WRB.

Suelo (WRB)	Textura			Suelo (WRB)	Textura		
	Gruesa	Media	Fina		Gruesa	Media	Fina
Acrisol	0.26	0.04	0.013	Histosol	0.053	0.02	0.007
Alisol	0.026	0.04	0.013	Kastanozem	0.026	0.04	0.013
Andosol	0.026	0.04	0.013	Leptosol	0.013	0.02	0.007
Arenosol	0.013	0.02	0.007	Luvisol	0.026	0.04	0.013
Chernozem	0.013	0.02	0.007	Nitisol	0.013	0.02	0.007
Calcisol	0.053	0.079	0.026	Phaeozem	0.013	0.02	0.007
Cambisol	0.026	0.04	0.013	Planosol	0.053	0.079	0.026
Durisol	0.053	0.079	0.026	Regosol	0.026	0.04	0.013
Fluvisol	0.026	0.04	0.013	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Ferrasol	0.013	0.02	0.007	Umbrisol	0.026	0.04	0.013
Gleysol	0.026	0.04	0.013	Vertisol	0.053	0.079	0.026
Gypsisol	0.053	0.079	0.026				

El valor de K para el tipo de suelo y la textura superficial (gruesa, media o fina) es representado en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-22. Valores del factor K considerando el tipo de suelo y textura

Tipo de suelo	Textura	Valor de K
Cambisol	Media	0.04
Leptosol	Media	0.02
Luvisol	Media	0.04
Phaeozem	Media	0.02
Regosol	Fina	0.013
Regosol	Media	0.04
Regosol	Media	0.026
Umbrisol	Media	0.04

La metodología de cálculo para estimar el factor K en el SA con el uso del ArcGIS fue la siguiente.

1. Con los valores de K se generó el ráster con la herramienta [Conversion Tools> To Raster> Feature to Raster].

La distribución gráfica del factor K en el SA se muestra en la figura siguiente.

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular  
Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango

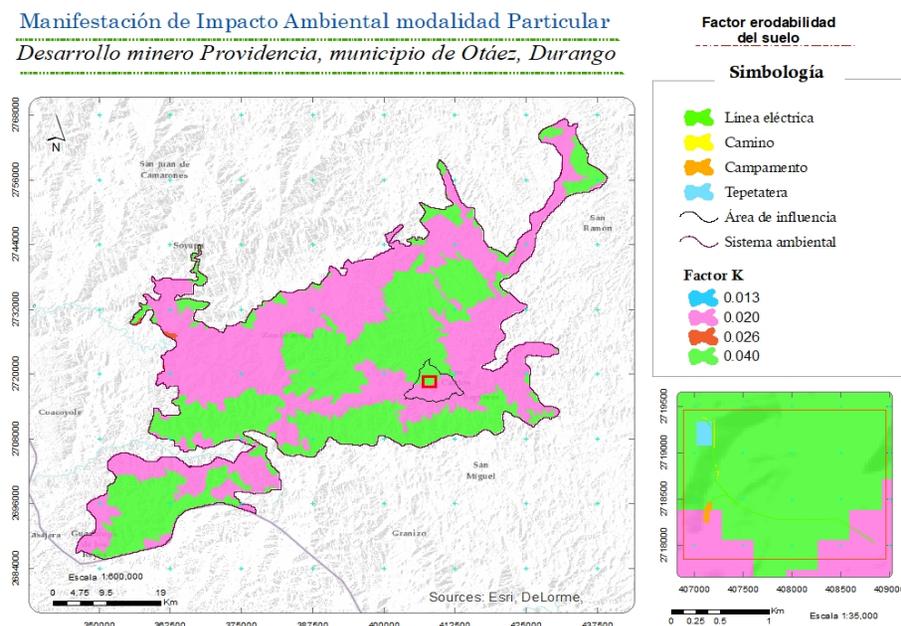


Figura IV.9. Representación del factor K en el SA

#### IV.2.1.4.3.3 *Factor topográfico*

El **factor topográfico [LS]** 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).

$$L = \frac{(A + D^2)^{m+1} - A^{m+1}}{x^m \cdot D^{m+2} \cdot (22.13)^m}$$

Donde; **A** = acumulación de flujo a nivel de pixel (celda), **D** = lado del pixel (*m*), **x** = coeficiente de forma (**x** = 1 para sistemas pixelados) y, **m** = valor ajustable dependiendo de la susceptibilidad del suelo a la erosión.

El valor del parámetro **m** se estima con la expresión siguiente.

$$m = \frac{F}{1+F}; \text{ donde: } F = \frac{\text{Seno}(\beta)/0.0896}{3 * (\text{Seno}(\beta))^{0.8} + 0.56}$$

Donde; **β** = pendiente del terreno (radianes).

En tanto, el **factor S** (pendiente) se estimó con la expresión siguiente (Foster *et al.*, 1977).

$$S = \begin{cases} 10.8 \cdot \text{Seno}(\beta) + 0.03; \Rightarrow \text{Tan}(\beta) < 0.09 \\ 16.8 \cdot \text{Seno}(\beta) - 0.50; \Rightarrow \text{Tan}(\beta) \geq 0.09 \end{cases}$$

Donde; **β** = pendiente del terreno (grados).

En la estimación del **factor S**, el ángulo **β** se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente (McCOOL *et al.*, 1987, 1989, citado por Barrios y Quiñonez, 2000). 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:

1. Con el **DEM** se generó el ráster de la **pendiente** (en **grados**) [**slope**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Surface > **Slope**].
2. Con el **DEM** se generó el ráster de la **dirección de flujo** [**flow\_dir**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Hydrology > **Flow Direction**].
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 > Hydrology > **Flow Accumulation**].
4. Con el ráster de la **pendiente** se generó el ráster del **parámetro F** [**par\_f**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > **Raster Calculator**] {(Sin("slope" \* 0.01745) / 0.0896) / (3 \* Power(Sin("slope" \* 0.01745), 0.8) + 0.56)}.
5. Con el ráster del **parámetro F** se generó el ráster del **parámetro M** [**par\_m**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > **Raster Calculator**] {"par\_f"/(1+"par\_f")}.
6. Entonces, el ráster del **factor L** se estimó con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > **Raster Calculator**] {(Power(("flow\_acum" + 15\*15), ("par\_m"+1)) - Power("flow\_acum", ("par\_m"+1))) / (Power(15, ("par\_m"+2)) \* Power(22.13, "var\_m"))} (15 = es el lado del pixel del DEM).

7. Con el ráster de la **pendiente** se generó el ráster del **factor S** con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > **Raster Calculator**] {Con((Tan("slope" \* 0.01745) < 0.09), (10.8 \* Sin("slope" \* 0.01745) + 0.03), (16.8 \* Sin("slope" \* 0.01745) - 0.5))}.
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 > Map Algebra > **Raster Calculator**] {factor\_l \* factor\_s}.

La distribución gráfica del **factor LS** en el **SA** se muestra en la figura siguiente:

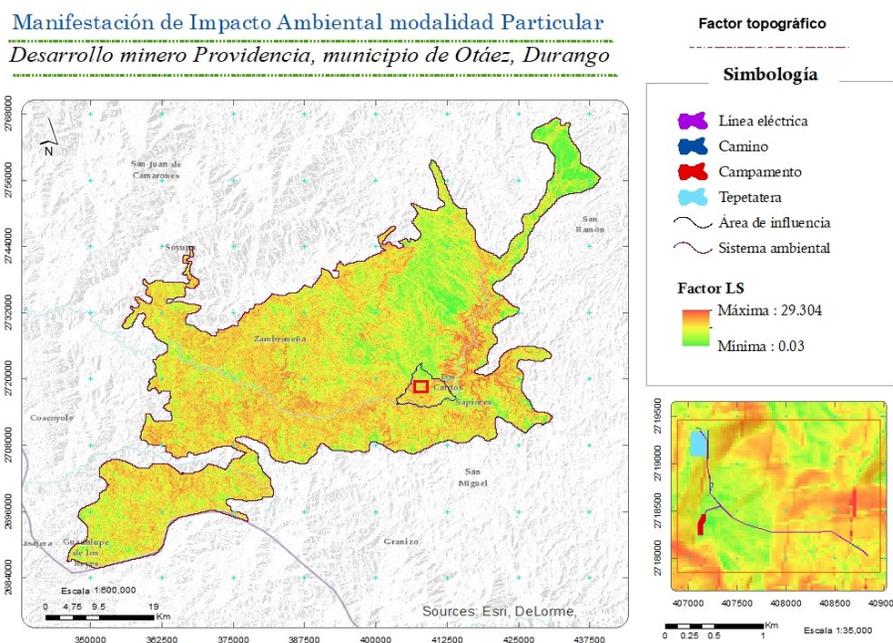


Figura IV.10. Representación del factor LS en el SA

#### IV.2.1.4.3.4 Factor de manejo de cultivo y cobertura del suelo

El factor **manejo de cultivo y cobertura de suelo [C]**, es la relación de pérdidas de un terreno cultivado en condiciones específicas, con respecto a las pérdidas de un suelo desnudo y con barbecho continuo en las mismas condiciones de suelo, pendiente y lluvia (Wischmeier y Smith, 1978). El valor de **factor C** depende de las combinaciones entre cobertura, secuencia de cultivos y prácticas de manejo de un lugar en particular. También depende del estado de crecimiento y desarrollo de la cobertura vegetal en el momento en que actúa el agente erosivo. Figueroa *et al.* (1991) presentan los valores del **factor C** de acuerdo a la cobertura vegetal, y en este trabajo se utilizó dichos valores.

El valor del **factor C** es cada vez menor a medida que haya una mayor cobertura vegetal sobre el terreno, de esta manera los valores fluctúan entre 0.0 y 1.0, considerando a un terreno totalmente protegido con 0.0 y uno totalmente desprotegido con el valor de 1.0 (Becerra, 2005), de esta manera para México se determinaron los valores como se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-23. Valores del factor C

ID	Vegetación y/o uso de suelo	C	ID	Vegetación y/o uso de suelo	C
1	Agricultura de humedad	0.25	28	Mezquital	0.65
2	Agricultura de riego	0.55	29	Palmar inducido	0.75
3	Agricultura de temporal	0.75	30	Palmar natural	0.75
4	Bosque de Ayarín	0.01	31	Pastizal gipsófilo	0.25
5	Bosque de cedro	0.01	32	Pastizal halófilo	0.25
6	Bosque de encino	0.1	33	Pastizal inducido	0.02
7	Bosque de encino-pino	0.01	34	Pastizal natural	0.07
8	Bosque de galería	0.1	35	Popal	0.85
9	Bosque de mesófilo de montaña	0.01	36	Pradera de alta montaña	0.05

ID	Vegetación y/o uso de suelo	C	ID	Vegetación y/o uso de suelo	C
10	Bosque de oyamel	0.01	37	Sabana	0.54
11	Bosque de pino	0.01	38	Sabanoide	0.54
12	Bosque de pino-encino	0.01	39	Selva alta perennifolia	0.45
13	Bosque de táscate	0.01	40	Selva alta subperennifolia	0.45
14	Chaparral	0.65	41	Selva baja caducifolia	0.5
15	Cuerpos de agua	1	42	Selva baja espinosa caducifolia	0.5
16	Manglar	0.1	43	Selva baja espinosa subperennifolia	0.5
17	Matorral crasicaule	0.65	44	Selva mediana caducifolia	0.45
18	Matorral de coníferas	0.2	45	Selva mediana perennifolia	0.45
19	Matorral desértico micrófilo	0.25	46	Selva mediana subcaducifolia	0.45
20	Matorral desértico rosetófilo	0.25	47	Sin Vegetación	1
21	Matorral espinoso tamaupeco	0.45	48	Tular	0.1
22	Matorral rosetófilo costero	0.25	49	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
23	Matorral sarcocaule	0.25	50	Vegetación de dunas costeras	0.85
24	Matorral sarco-crasicaule	0.25	51	Vegetación de galería	0.85
25	Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	52	Vegetación halófila	0.85
26	Matorral submontano	0.35	53	Zona urbana	0.005
27	Matorral subtropical	0.12			

FUENTE: [HTTP://WWW.PTOLOMEO.UNAM.MX:8080/XMLUI/BITSTREAM/HANDLE/132.248.52.100/2831/RAMIREZLEON.PDF?SEQUENCE=1]

La metodología de cálculo para estimar el factor **C** en el **SA** en **ArcGIS** fue la siguiente;

1. Se clasificó el shape de **vegetación y uso de suelo** del **SA** considerando los valores del cuadro anterior.
2. Se generó el ráster del **Factor C** a partir de la clasificación del shape de uso de suelo y vegetación con el campo de los valores de C con la herramienta [Conversion Tools > To Raster > **Fecture to Raster**].

La distribución gráfica del **factor C** en el **SA** se puede observar en la figura siguiente.

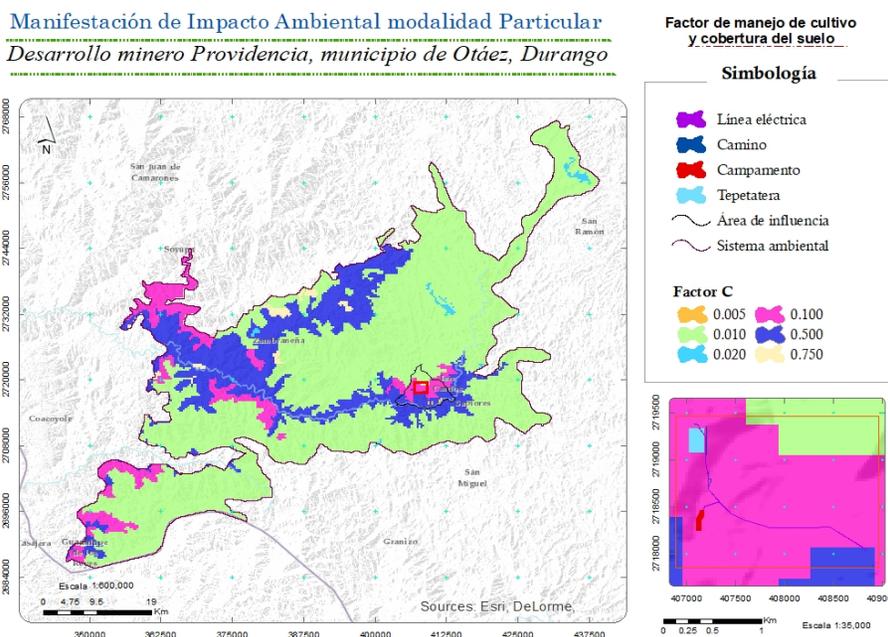


Figura IV.11. Representación del factor C en el SA

#### IV.2.1.4.3.5 Factor de prácticas mecánicas de manejo del suelo

El factor **prácticas mecánicas del suelo [P]**, indica la proporción del suelo perdido en las prácticas mecánicas de manejo del suelo específicas con relación a las pérdidas de suelo en cultivos a lo largo de la pendiente (Wischmeier y

Smith, 1978). Las prácticas más importantes para reducir el escurrimiento de agua y por consecuencia la erosión del suelo es; el surcado en contorno, el cultivo en fajas en contorno y las terrazas. Figueroa *et al.* (1991) presentaron cuadros con el valor de **P** para cada una de estas prácticas de acuerdo con su combinación con las condiciones de pendiente, longitud máxima del surcado, rotación de cultivo, sistema de labranza, número de fajas, ancho de fajas y su longitud máxima, intervalo horizontal de las terrazas. Para el cálculo de la erosión hídrica a nivel **SA**, el valor de **P** se asume como 1.

Cuadro IV-24. Valor de P para las diferentes prácticas y eficiencia (Flores López *et al.*, 2003)

Código de Práctica	Práctica Código de eficiencia	Valor de P				
		Máximo 1	2	3	4	Mínimo 5
1	Surcado al contorno	0.75	0.8	0.85	0.9	
2	Surcos rectos	0.8	0.85	0.9	0.95	
3	Franjas al contorno*	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8
4	Terrazas (2-7 % de pendiente)	0.5				
5	Terrazas (7-13 % de pendiente)	0.6				
6	Terrazas (mayor de 13 %)	0.8				
7	Terrazas de Banco	0.1				
8	Terrazas de Banco en contrapendiente	0.05				
9	Surcado lister	0.5				
10	Ripper	0.6				
11	Terrazas de Zing	0.1				

#### IV.2.1.4.3.6 Estimación de la erosión potencial

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 > Map Algebra > Raster Calculator](#)] de **ArcGIS**. Para estimar la tasa de erosión potencial promedio en el **SA**, ésta se reclasifico con la herramienta [[Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify](#)] considerando la clasificación de la FAO, los resultados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-25. Erosión potencial hídrica en el SA

Grado	Valor	Tasa de erosión (ton·ha <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )		Superficie (ha)	Superficie (%)
		Rango	Promedio		
Nula	1	0 – 8	4	0.0	0.0
Ligera	2	8 – 10	9	0.0	0.0
Moderada	3	10 – 50	30	0.0	0.0
Alta	4	50 – 200	125	5 723.1	2.2
Muy alta	5	> 200	200	250 575.2	97.8
Promedio ponderado			198.33	256 298.3	

Como se puede observar en el cuadro anterior, la mayor superficie del **SA** tiene una susceptibilidad **Muy Alta** a la erosión (97.8%), dado al efecto que tiene el factor **LS** para acelerar la erosión. Entonces, ponderando la superficie con la tasa de erosión promedio utilizando la herramienta [[Spatial Analyst Tools > Zonal > Zonal Geometry as Table](#)] de **ArcGIS**, se estimó un valor de erosión media de **198.33 ton / ha / año**.

#### IV.2.1.4.3.7 Estimación de la erosión actual

La tasa de erosión hídrica actual en el **SA**, es un 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**], en la calculadora ráster [[Spatial Analyst Tools/Map Algebra/Raster Calculator](#)] de **ArcGIS**. Para la estimación del valor promedio en el **SA** se reclasifico de acuerdo a las categorías de

la FAO con la herramienta [*Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify*]. Los resultados de la erosión hídrica actual se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-26. Grado de erosión hídrica actual en el SA

Grado	Valor	Tasa de erosión (ton·ha <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )		Superficie (ha)	Superficie (%)
		Rango	Promedio		
Nula	1	0 – 2	1	2 710.3	1.06
Ligera	2	2 – 10	6	2 861.9	1.12
Moderada	3	10 – 50	30	7 696.0	3.00
Alta	4	50 – 200	125	31 310.3	12.22
Muy alta	5	> 200	200	211 719.8	82.61
<b>Promedio ponderado</b>			<b>181.46</b>	<b>256 298.3</b>	

Los resultados demuestran que el mayor porcentaje de la superficie del SA se clasifica en los rangos de erosión **Muy Alta**. Ponderando la tasa de erosión por la superficie se estimó un promedio de **181.46/ ha /año**.

La distribución gráfica del grado de erosión hídrica actual se puede observar en la figura siguiente.

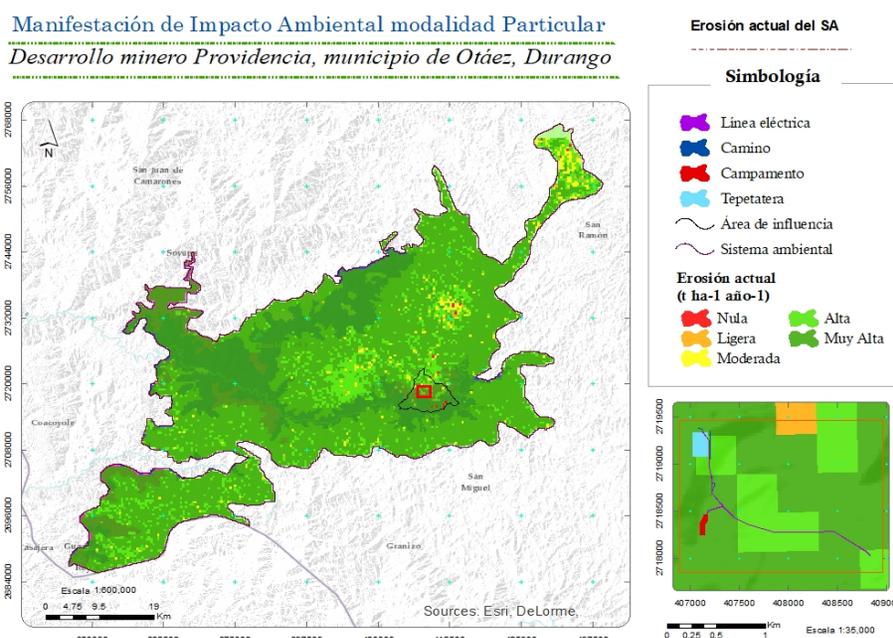


Figura IV.12. Erosión hídrica actual del SA

#### IV.2.1.4.3.8 Erosión hídrica en el sitio de CUSTF

Con la metodología anterior se realizaron los cálculos de la erosión hídrica actual en la superficie sujeta a CUSTF, los resultados y metodología de cálculo se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-27. Erosión total para el sitio con el CUSTF

Erosión hídrica potencial y actual del sitio sujeta a CUSTF					
Parámetro	Variable	Valor	Unidad	Metodología de cálculo	Fuente
Precipitación anual	P	810.8	mm	Calculadora raster	Raster de precipitación
Erosividad de la lluvia Zona X	R	1,849.10	Mj/ha mm/hr	$R = 3.67516 * P - 0.001720 * (P)^2$	Fórmulas establecidas para la república mexicana (Becerra, 1997)
Erosionabilidad del suelo	K	0.04	Adim	Ponderación del valor K por superficie	Valor K, del raster de la MHF
Factor de longitud y pendiente	LS	16.39	Adim	Calculadora raster	Valor LS promedio en el sitio
<b>Erosión potencial</b>	<b>Ep</b>	<b>1176.81</b>	<b>Toneladas /ha/ año</b>	<b><math>Ep = R * K * LS</math></b>	

Factor de protección de la vegetación	C	0.10	Adim	Calculadora raster (tipo de vegetación secundaria arbórea de bosque de encino)	Valor C, del raster de la MHF
Erosión actual	Ea	117.68	Toneladas /ha/ año	Ea = R * K * LS * C	
Superficie de CUSTF	CUSTF	8.50	ha		
Erosión potencial total	EPT	10,002.90	Toneladas/año	Ep * CUSTF	
Erosión actual total	EAT	1,000.29	Toneladas/año	Ea * CUSTF	

En conclusión, actualmente en sitio propuesto a CUSTF tiene una tasa de erosión hídrica natural (actual) de **1 000.29 ton/año** de suelo y con la remoción de la vegetación se pronostica se incremente a **10 002.90 ton/año**.

#### IV.2.1.4.4 Estimación de la erosión eólica

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 último supera las fuerzas de cohesión de las partículas del suelo (Mech y Woodruff, 1967). **La erosión del suelo causada por el viento es un serio problema de degradación en las regiones áridas y semiáridas del mundo** (Lal, 1990), causa la pérdida de la productividad del suelo, problemas de salud por la inhalación de partículas suspendidas, baja visibilidad, entre otros muchos problemas (Saxton et al., 2000; Buschiazzo, 2006).

Las condiciones que favorecen este proceso de pérdida de suelo son: **escasa precipitación, las fuertes oscilaciones de temperatura entre el día y la noche, vientos suficientemente fuertes para provocar el movimiento de las partículas del suelo**, superficies casi uniformes y planas, suelos secos y sueltos y áreas con escasa o nula vegetación (Chepil y Woodruff, 1963). En los ecosistemas secos, la cobertura vegetal es frecuentemente baja y los suelos son secos debido a la baja precipitación y a la gran demanda evapotranspirativa (Loik et al., 2004), como consecuencia, se incrementa el transporte de sedimentos por el aire, aunado a esto, muchos de los ecosistemas secos están experimentando un proceso acelerado de degradación, lo cual afecta la redistribución de sedimentos a través de la erosión eólica (Peters et al., 2006).

**A pesar de la importancia fundamental de la erosión eólica en México, se han desarrollado pocos estudios**, que permitan entender mejor la dinámica del proceso y el grado de afectación en las diferentes zonas del país, en particular en los ecosistemas secos y relacionando la magnitud de afectación con el uso del suelo y la cobertura vegetal<sup>2</sup>.

##### IV.2.1.4.4.1 Erosión eólica en el sitio de CUSTF

Para realizar el cálculo de la erosión laminar eólica (Ee) se aplicó la fórmula siguiente:

$$E_e = IAV * CATEX * CAUSO$$

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.

#### Índice de agresividad del viento [IAV]

En primer lugar, se calculó el índice de agresividad del viento [IAV] mediante la fórmula siguiente:

$$IAV = 160.8252 - 0.7660 (Pc)$$

donde; Pc= período de crecimiento (número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo).

El valor del período de crecimiento [Pc] se estimó por medio de la expresión siguiente:

$$Pc = 0.2408 (P) - 0.0000372 (P)^2 - 33.1019$$

donde; P es la precipitación promedio anual (mm).

<sup>2</sup> Gómez, J.D., Monterroso, A.I., Lechuga G., L.M. 2013. Erosión eólica a nivel regional en México y sus factores determinantes. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco. México.

### Calificación de textura y fase [CATEX]

Para estimar el valor del CATEX 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 siguientes correspondientes a suelos no calcáreos (SUECALC = 0) y suelos calcáreos (SUECALC = 1) respectivamente.

*Cuadro IV-28. 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).

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

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

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

Según la FAO (2018) los suelos calcáreos se encuentran en las zonas áridas y contienen frecuentemente más de 15% de CaCO<sub>3</sub>, que puede presentarse en distintas formas (pulverulento, nódulos, costras, etc.). Los suelos con un alto contenido de CaCO<sub>3</sub> pertenecen al grupo de calcisoles (según WRB) y a otros subgrupos cálcicos relacionados; de acuerdo a la carta de perfiles de suelo escala 1: 250 000 serie II (Continuo nacional), en el **SA** no se encuentran suelos calcáreos, ya que todos los perfiles consultados presentan un porcentaje menor al 15% de CaCO<sub>3</sub> en su composición; además, el tipo de vegetación no corresponde a zonas áridas.

Considerando la superficie a **CUSTF** el valor de **CATEX** corresponde a **0.66**, característica de suelos pedregosos o gravosos, de textura media y no calcáreos.

### Calificación por uso del suelo [CAUSO]

Como parte del procedimiento para determinar la erosión eólica, se calificó el uso de suelo y vegetación en el **SA** a partir de la capa de uso de suelo y vegetación de INEGI serie VI para asignarle su valor de **C** correspondiente a cada tipo y uso [ver valores del **factor C** que pueden ser utilizados para estimar pérdidas de suelo (EUPS)]. Entonces, el valor de **CAUSO** es **0.1** puesto que solo se tiene un tipo de vegetación y uso de suelo que corresponde a vegetación secundaria arbórea de bosque de encino.

Finalmente, la metodología de cálculo para estimar la tasa de erosión eólica en la superficie propuesta a **CUSTF** se resume en el cuadro siguiente.

*Cuadro IV-29. Metodología de cálculo para estimar la tasa de erosión eólica en el sitio a CUSTF*

Variable	Valor	Unidad	Fuente y justificación
<b>Índice de agresividad del viento [IAVIE]</b>	55.36	Adim	Fórmula
Precipitación	<b>810.8</b>	mm	Precipitación media del predio
Período de crecimiento	137.68	Días	Fórmula
<b>Calificación de textura y fase [CATEX]</b>	0.66	Adim	Suelos de textura media y no calcáreos
<b>Calificación por uso del suelo [CAUSO]</b>	0.100		Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino
<b>Tasa de erosión actual</b>	<b>3.650</b>	ton/ha/año	Fórmula
Superficie de CUSTF	8.500	ha	
Erosión total actual	<b>31.02</b>	ton/año	
Tasa de erosión potencial	36.50	ton/ha/año	El valor de CAUSO es 1 (sin vegetación)
Tasa de erosión potencial total	<b>310.23</b>	ton/año	Erosión total del sitio sin vegetación

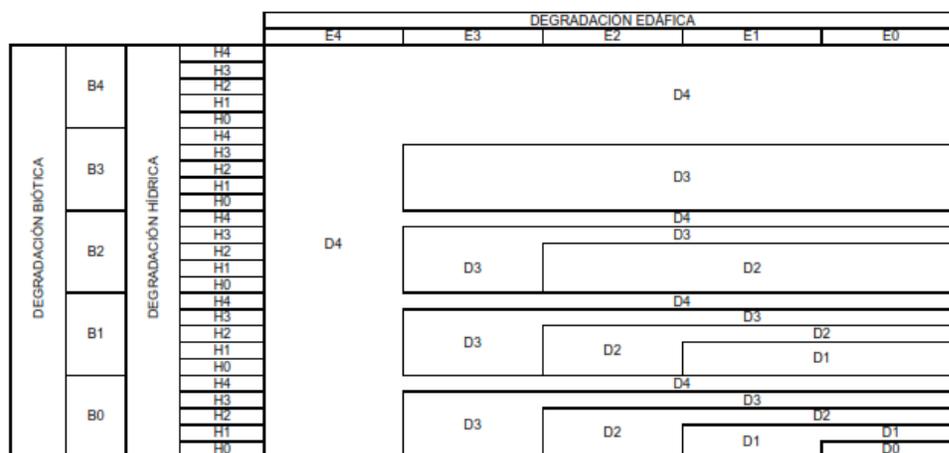
La caracterización del sitio propuesto a CUSTF de acuerdo a la degradación del suelo por efecto de la erosión eólica está definida como **LIGERA** por tener un valor de **3.65 ton / ha/ año** de acuerdo a la clasificación del INE (1988) como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-30. 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.2.1.4.5 Estado de conservación del suelo

La **LBDTD** integró un indicador de degradación de tierras, el cual se obtuvo de combinar las capas temáticas de los indicadores integrados de: a) los recursos bióticos; b) los recursos hídricos y c) los recursos edáficos. Como resultado de la sobreposición de los indicadores mencionados, se obtuvieron unidades cartográficas que contienen la información referente a cada tipo de degradación, y el nivel de degradación dominante se definió por el criterio de factor más limitativo definido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en la Clasificación de Capacidad de uso de las tierras (Klingebiel y Montgomery, 1966). En la figura siguiente se muestra el criterio para definir la clase de degradación de cada una de las unidades cartográficas resultantes de la sobre posición de los tres indicadores señalados. En la parte superior los niveles de degradación asociado al componente edáfico y en la parte lateral izquierda se incluyen los niveles de degradación primero del recurso biótico seguido de los niveles del componente hídrico.



Dónde: Clases de degradación edáfica: E0 nula, E1 ligera, E2 moderada, E3 severa, E4 extrema. Degradación biótica: B0 nula, B1 ligera, B2 moderada, B3 severa, B4 extrema. Degradación hídrica: H0 nula, H1 ligera, H2 moderada, H3 severa, H4 extrema.

Figura IV.13. Esquema de integración de la degradación de los recursos bióticos, edáficos e hídricos

De la capa del grado de degradación del suelo, se hizo un recorte para la zona de estudio; es importante señalar que cada unidad cartográfica conserva la base de datos de los tres indicadores, por lo que se puede conocer a detalle las características de cada factor que se incluyen en la definición de los indicadores integrados bióticos, hídricos y edáficos. En conclusión, para el SA, el 66.7% de la superficie corresponde a la categoría sin degradación, seguida por la degradación de los recursos hídricos y bióticos respectivamente (13.6 y 9.3%). Las categorías se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-31. Grado de degradación en el SA

Clave	Descripción	Superficie (ha)	Superficie (%)
D0	Sin degradación aparente	170 923.8	66.7
D1	Degradación ligera por degradación de los recursos bióticos	23 828.1	9.3
D1	Degradación ligera por degradación de los recursos edáficos	122.1	0.0
D1	Degradación ligera por degradación de los recursos edáficos y bióticos	29.4	0.0
D1	Degradación ligera por degradación de los recursos hídricos	34 926.5	13.6

Clave	Descripción	Superficie (ha)	Superficie (%)
D2	Degradación moderada por degradación de los recursos bióticos	4 516.3	1.8
D2	Degradación moderada por degradación de los recursos edáficos	10 033.3	3.9
D2	Degradación moderada por degradación de los recursos edáficos y bióticos	434.5	0.2
D3	Degradación severa por degradación de los recursos bióticos	7 119.9	2.8
D3	Degradación severa por degradación de los recursos edáficos	769.8	0.3
D3	Degradación severa por degradación de los recursos edáficos y bióticos	1 309.0	0.5
D4	Degradación extrema por degradación de los recursos bióticos	2 055.0	0.8
D4	Degradación extrema por degradación de los recursos edáficos	230.6	0.1
D4	Degradación extrema por degradación de los recursos edáficos y bióticos	0.1	0.0
<b>Total</b>		<b>256 298.3</b>	

Se ha considerado que la conservación del suelo tiene una relación directa con su degradación o deterioro; por lo tanto, si consideramos una escala directamente relacionada al grado de afectación: tendríamos Alta, Moderadamente Alta, Media, Baja y Muy baja, pudiendo establecer que el **nivel de conservación del SA es Alto**, aunque se tiene áreas identificadas con algún grado de deterioro.

#### IV.2.1.5 Hidrología

Las cuencas hidrográficas del país se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas (RH) (las islas se agrupan en la RH No. 38); que a su vez se agrupan en las 13 Regiones Hidrológico - Administrativas (RHA) de acuerdo al Sistema Nacional de Información del Agua (2012). En lo que respecta al estado de Durango, las regiones hidrológicas que influyen en su territorio son: 10 (Sinaloa), 11 (Presidio-San Pedro), 12 (Lerma – Santiago), 24 (Bravo – Conchos), 35 (Mapimi), 36 (Nazas – Aguanaval) y 37 (El Salado). De acuerdo a la clasificación hidrológica del Sistema Nacional del Información del Agua (CONAGUA, 2017), el área de influencia se ubica dentro del contexto hidrológico que se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-32. Ubicación del AI en el sistema hidrológico nacional

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

El sitio se encuentra dentro del sistema hidrológico del AI. En la figura siguiente se muestra la ubicación del SA en el contexto hidrológico y con mayor detalle se muestran en el plano del **Anexo 3.1 a**.

#### Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango

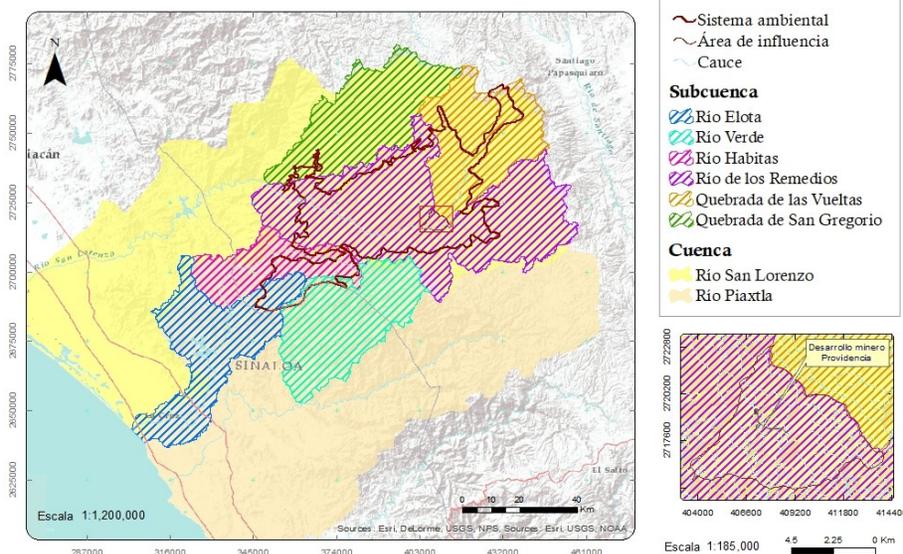


Figura IV.14. Ubicación del SA en el contexto hidrológico

#### IV.2.1.5.1 Superficial

##### IV.2.1.5.1.1 Corrientes superficiales

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 IV-33. 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 Los Amoles	Arroyo Los Cimientos
	Arroyo de la Palma		
Río Elota	Arroyo La Boquilla		
Río de los Remedios	Arroyo Cebadillas	Arroyo Coanas	Arroyo Coapa
	Arroyo Comostita	Arroyo Corpus	Arroyo Cueva La Moscas
	Arroyo de Huajupa	Arroyo de la Cueva	Arroyo de las Trojas
	Arroyo del Rancho	Arroyo del Tecolote	Arroyo El Arrenal Huinor
	Arroyo El Caballo	Arroyo El Chapalote	Arroyo El Chirimoyo
	Arroyo El Muerto	Arroyo El Palmito	Arroyo El Pino
	Arroyo El Potrero	Arroyo El Sacrificio	Arroyo El Salto
	Arroyo El Sobaco	Arroyo El Verano	Arroyo Grande
	Arroyo Hondo	Arroyo La Candelaria	Arroyo La Cupia
	Arroyo La Higuera	Arroyo La Mesa	Arroyo La Presa
	Arroyo La Quebrada	Arroyo La Sidra	Arroyo Las Truchas
	Arroyo Los Algodones	Arroyo Los Arrayanes	Arroyo Los Lobos
	Arroyo Los Otates	Arroyo Los Pinitos	Arroyo Los Tabacotes
	Arroyo Monte Grande	Arroyo Moytos	Arroyo Qunivas
	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 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 desarrollo minero Providencia se cuenta con siete corrientes de tipo intermitente; sin embargo, dentro de la ingeniería de la obra, se contempla la construcción de obras hidráulicas que permitirán desalojar las aguas pluviales.**

##### IV.2.1.5.1.2 Cuerpos de agua

Los cuerpos de agua intermitentes que se encuentran en el SA están compuestos por lagunas y jagüeyes, los cuales en promedio tiene superficies menores de 0.6 ha. **En el AI y sitio del proyecto no se ubican cuerpos de agua.**

**IV.2.1.5.2 Subterránea**

Según las cartas de aguas subterráneas de la CONAGUA, el sitio se localiza en el **acuifero Río San Lorenzo**, y que para la parte alta corresponde a materiales consolidados de posibilidad baja, aunque no se descarta la posibilidad de que en algunas partes se encuentren rocas almacenadoras, donde la mayor parte funciona como zona de recarga de manantiales de agua dulce, **en el sitio no se da uso a las aguas subterráneas**, además no se encuentran pozos perforados para el aprovechamiento del agua, el agua para consumo humano se obtiene de manantiales, en la mayoría de los casos acarreada por gravedad a través de tubería de poliducto y la agricultura que se practica es de temporal.

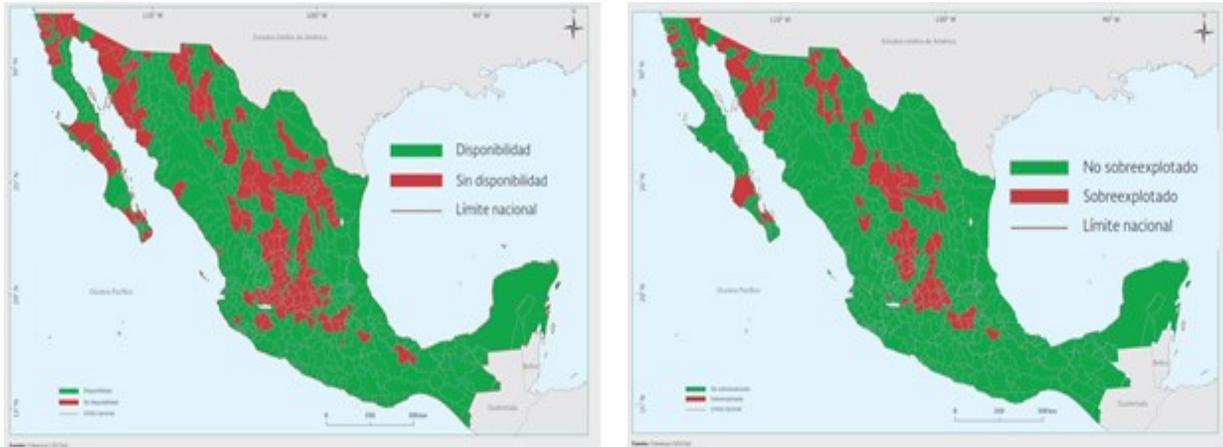


Figura IV.15. Acuíferos con publicación de disponibilidad en el DOF, 2014; Condición de los acuíferos, 2014

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 se encuentra dentro de los límites de los acuíferos Río Elota, Río Piaxtla y Río San Lorenzo, según la publicación de los acuíferos y su disponibilidad del 31 de diciembre de 2020 (DOF), solo el acuífero Río Elota figura entre los acuíferos de condición de déficit. El AI y sitio del proyecto se encuentran dentro del acuífero Río San Lorenzo (que no cuenta con déficit).

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular  
Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango

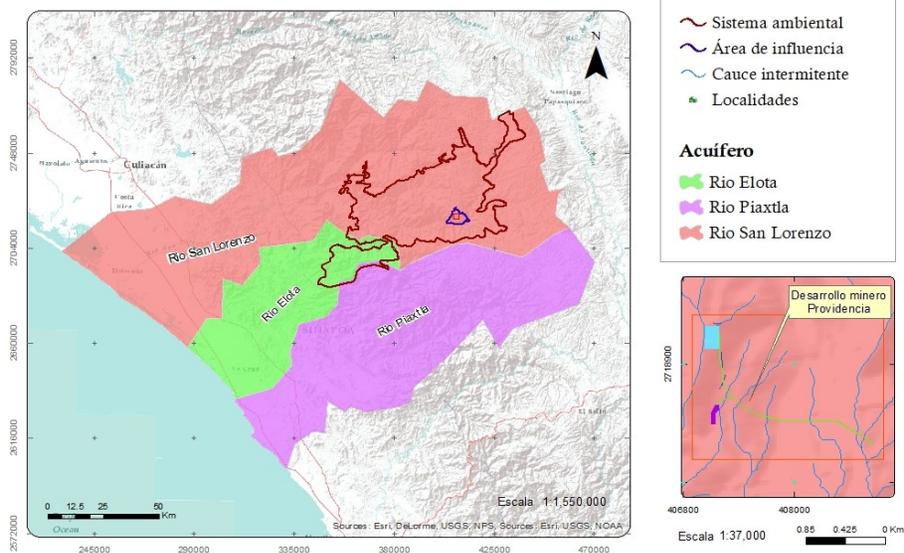


Figura IV.16. Ubicación del SA respecto a la delimitación de los acuíferos

Otro factor importante a 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, por lo que se puede establecer que no existe extracción que afecte directamente la recarga de los mantos acuíferos.

#### IV.2.1.5.3 Calidad del recurso hídrico

Un aumento en la **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)** indica una disminución en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y se expresa en miligramos de **oxígeno** diatómico por litro (mg O<sub>2</sub>/l), indispensable para que se mantenga la vida en los ecosistemas acuáticos. Los valores más altos de DBO<sub>5</sub> se encuentran en zonas altamente pobladas. La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de DBO<sub>5</sub> son: excelente (DBO<sub>5</sub>≤3), buena calidad (DBO<sub>5</sub>>3≤6), aceptable (DBO<sub>5</sub>>6≤30), contaminada (DBO<sub>5</sub>≥30≤120) y fuertemente contaminada (DBO<sub>5</sub>≥120).

En el SA se cuenta con un punto de muestreo de la variable DBO<sub>5</sub> 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 O<sub>2</sub>/l). La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de DQO son: excelente (DQO≤10), buena calidad (DQO>10≤20), aceptable (DQO>20≤40), contaminada (DQO>40≤200) y fuertemente contaminada (DQO>2000).

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 son: excelente (SST ≤25), buena calidad (SST >25≤75), aceptable (SST >75≤150), contaminada (SST >150≤400) y fuertemente contaminada (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:

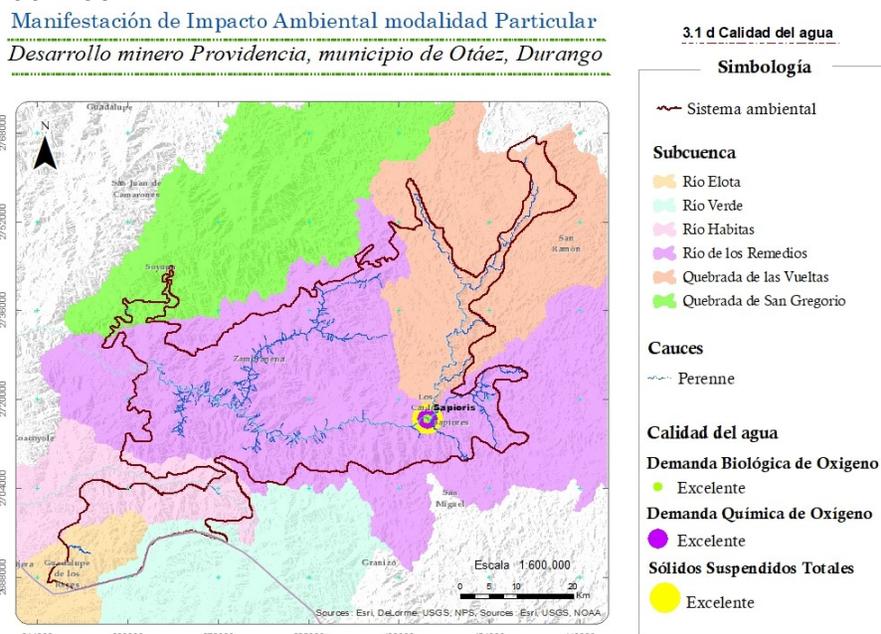


Figura IV.17. Parámetros de calidad del agua del AI y SA

#### IV.2.1.5.4 Uso del Agua

El porcentaje que representa el agua empleada en usos consuntivos respecto al agua renovable es un indicador del grado de presión que se ejerce sobre el recurso hídrico en un país, cuenca o región. Si el porcentaje es mayor al 40%, entonces se ejerce una fuerte presión sobre el recurso. El SA pertenece a la Región III administrativa y por lo tanto es considerada con un alto grado de presión.

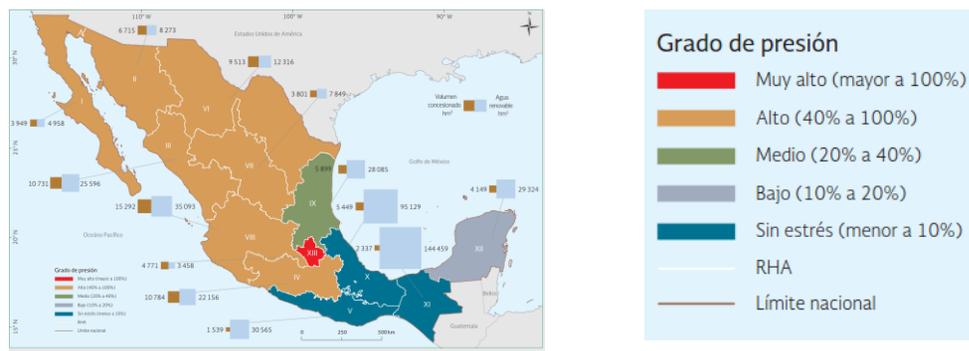


Figura IV.18. Grado de presión por región hidrológico-administrativa, 2014

El uso del agua es para consumo humano y animal, también existen zonas de manantiales y arroyos permanentes, sin embargo, en las partes bajas se aprovecha el agua para la agricultura de riego. No existen obras para el almacenamiento del agua en el SA (presas) a lo largo de su cauce, pues únicamente se realizan diques temporales de retención y desvía para actividades agrícolas. En el plano del Anexo 3.1 se muestra la ubicación SA en el contexto hidrológico.

### IV.2.2 Aspectos bióticos

#### IV.2.2.1 Vegetación

De acuerdo a la clasificación utilizada en la carta de uso de suelo y vegetación serie VI escala 1: 1 000,000 y a la guía para la interpretación de cartografía (INEGI, 2016), en el Sistema Ambiental pueden distinguirse 13 tipos de vegetación, y 2 tipo de agrosistema, además se tiene áreas delimitadas como desprovistas de vegetación.

Cuadro IV-34. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental

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.2.2.1.1 Tipos de vegetación y su descripción**

**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:

*Cuadro IV-35. Tipos de vegetación a nivel AI*

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.2.2.1.2 Comunidades o asociaciones vegetales registradas en el sitio de CUSTF**

Los tipos de vegetación que corresponden a la superficie propuesta para CUSTF, se desglosan en el cuadro siguiente:

*Cuadro IV-36. Superficie sujeta a CUSTF según el tipo de ecosistema*

Clave	Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Superficie (%)
VSA/BQ	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	8.5	100.0
<b>Total</b>		<b>8.5</b>	

#### **IV.2.2.1.3 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. En este caso, las especies de importancia económica se han clasificado en dos categorías: maderables y no maderables.

Las especies maderables que destacan para el aprovechamiento forestal son: *Pinus arizonica*, *P. ayacahuite*, *P. duranguensis*, *P. engelmannii*, *P. herrerae*, *P. leiophylla*, *P. lumholtzii*, *P. oocarpa*, *P. teocote*, *Quercus arizonica*, *Q. castanea*, *Q. coccolobifolia*, *Q. konzattii*, *Q. crassifolia*, *Q. durifolia*, *Q. eduardii*, *Q. laeta*, *Q. rugosa*, *Q. sideroxyla*, *Q. viminea*, *Alnus acuminata*, *Ipomea arborecens*, *Juniperus deppeana*. Además, en los bosques de la región, existen plantas silvestres de uso comestible, medicinal, ornamental y forrajeras.

#### **IV.2.2.1.4 Especies en la NOM - 059**

Las especies identificadas en el sitio fueron cotejadas con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y ninguna presenta algún status de protección especial. Sin embargo, dada a su lento crecimiento las especies del estrato cactáceo y rosetaceo identificadas, tendrán que ser sujetos a rescate y reubicación, en la descripción de las medidas de mitigación se describe los componentes para llevarlo a cabo.

*Cuadro IV-37. Especies de lento crecimiento sujetas a rescate y reubicación*

Estrato	Especie	Total de individuos
Cactáceo	<i>Ferocactus histrix</i>	23
	<i>Mammillaria heyderi</i>	199
	<i>Mammillaria senilis</i>	17.0
	<i>Opuntia rastrera</i>	182
Rosetaceo	<i>Agave durangensis</i>	346
	<i>Agave vilmoriniana</i>	153
	<i>Dasyliion wheeleri</i>	17

#### **IV.2.2.1.5 Análisis de la diversidad de vegetación**

Con la información derivada de los muestreos se realizó un análisis de la diversidad para los estratos de la vegetación con los siguientes índices y parámetros estructurales:

#### IV.2.2.1.5.1 **Densidad**

Está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies dividido por la superficie muestreada.

$$D = n * h/m$$

donde: *D* es igual a la densidad; *n* es igual al número de individuos encontrados; *h* es el número de sitios equivalentes a 1 ha; y *m* el número de sitios muestreados; el resultado es igual a la densidad por ha.

#### IV.2.2.1.5.2 **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.

$$DR = \frac{D_{ij}}{\sum_j^i D_{ij}} * 100$$

donde: *DR* es igual a la densidad relativa; *D<sub>ij</sub>* es igual a la densidad para cada una de las especies del estrato.

#### IV.2.2.1.5.3 **Dominancia relativa**

Se define como el porcentaje de biomasa (área basal o superficie de cobertura) que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. La dominancia de una especie está dada por su biomasa y la abundancia numérica. 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, expresada en porcentaje.

$$DO = \frac{Da_{ij}}{\sum_j^i Da_{ij}} * 100$$

donde: *DO* es la dominancia relativa; *Da* es el área basal para cada una de las especies del estrato.

#### IV.2.2.1.5.4 **Frecuencia**

Permite conocer el número de veces que se repite una especie en un determinado muestreo. En ecología se expresa como la proporción de parcelas en las que está presente al menos un individuo de una especie en particular.

$$Fa = Xn_i$$

donde: *Fa* es la frecuencia; *x* es el número de veces que aparece la especie (*n<sub>i</sub>*) en el estrato

#### **Frecuencia relativa (FR)**

Es la probabilidad promedio de encontrar por lo menos un individuo de una especie particular en el total de las unidades de muestreo.

$$FR = \frac{Fa_{ij}}{\sum_j^i Fa_{ij}} * 100$$

donde: *FR* es la frecuencia relativa; *Fa* es la frecuencia para cada una de las especies del estrato.

#### IV.2.2.1.5.5 **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, que es dominante ecológicamente, 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, la densidad relativa y la dominancia relativa.

$$IVI = DR + Do + FR$$

donde: *IVI* es el índice de valor de importancia; *DR* es la densidad relativa; *Do* es la dominancia relativa y *FR* es la frecuencia

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.

#### IV.2.2.1.5.6 *Índices de diversidad*

La diversidad de la flora fue analizada con el índice de Shannon (**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.

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i * \ln(p_i)$$

*donde; s = número de especies, pi = proporción de individuos de la especie i y ln = es el logaritmo natural*

Otro índice considerado fue el de **Simpson (D)**, el cual se basa en la dominancia (**pi**) o inverso de la equidad de una comunidad. Toma en cuenta las especies con 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. Si expresión es la siguiente.

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2$$

*dónde: pi es la abundancia proporcional de la especie i*

La riqueza de especies (**S**) se evaluó con el número de especies presentes en el sitio, en tanto que la máxima diversidad (**Hmax**) se estimó con el logaritmo natural de **S** y finalmente el valor de equidad (**J**) se estimó con la proporción entre H/Hmax.

Con la información ecológica de los sitios de muestreo se analizó la biodiversidad a nivel sitio donde se realizará el **CUSTF**. Los resultados del índice de valor de importancia ecológica y diversidad se presentan en el cuadro siguiente.

Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango

Cuadro IV-38. Estimación del índice de diversidad e IVI por estrato a nivel sitio

Estrato	Especie	Abundancia (n/ha)	Cobertura (m <sup>2</sup> /ha)	pi	ÍNDICES DE DIVERSIDAD					ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA				
					H	S	Hmax	J	D	Fre(i)	Fre	Den	Dom	IVI
Arbóreo	<i>Arbutus xalapensis</i>	80.0	1.27	0.12	1.90	12	2.48	0.76	0.82	3.3	8.3	11.9	6.8	27.0
Arbóreo	<i>Ipomoea arborescens</i>	5.3	0.27	0.01	1.90	12	2.48	0.76		3.3	8.3	0.8	1.5	10.6
Arbóreo	<i>Juniperus deppeana</i>	17.3	0.31	0.03	1.90	12	2.48	0.76		3.3	8.3	2.6	1.7	12.6
Arbóreo	<i>Pinus douglasiana</i>	28.7	1.53	0.04	1.90	12	2.48	0.76		3.3	8.3	4.3	8.2	20.7
Arbóreo	<i>Pinus lumholtzii</i>	151.3	5.61	0.22	1.90	12	2.48	0.76		3.3	8.3	22.5	29.9	60.7
Arbóreo	<i>Prosopis laevigata</i>	8.0	0.04	0.01	1.90	12	2.48	0.76		3.3	8.3	1.2	0.2	9.7
Arbóreo	<i>Psidium sartorianum</i>	1.3	0.91	0.00	1.90	12	2.48	0.76		3.3	8.3	0.2	4.9	13.4
Arbóreo	<i>Quercus arizonica</i>	89.3	2.50	0.13	1.90	12	2.48	0.76		3.3	8.3	13.3	13.3	34.9
Arbóreo	<i>Quercus coccolobifolia</i>	98.0	1.23	0.15	1.90	12	2.48	0.76		3.3	8.3	14.6	6.5	29.4
Arbóreo	<i>Quercus crassifolia</i>	6.0	0.14	0.01	1.90	12	2.48	0.76		3.3	8.3	0.9	0.7	10.0
Arbóreo	<i>Quercus eduardii</i>	183.3	4.72	0.27	1.90	12	2.48	0.76		3.3	8.3	27.2	25.1	60.7
Arbóreo	<i>Quercus viminea</i>	4.7	0.24	0.01	1.90	12	2.48	0.76		3.3	8.3	0.7	1.3	10.3
Arbustivo	<i>Antigonon leptopus Hook</i>	0.7	0.54	0.02	1.31	6	1.79	0.73	0.66	3.4	16.7	1.8	2.1	20.5
Arbustivo	<i>Bacharis salcifolia</i>	9.0	11.97	0.23	1.31	6	1.79	0.73		3.4	16.7	22.8	45.4	84.9
Arbustivo	<i>Buddleja cordata</i>	0.7	0.11	0.02	1.31	6	1.79	0.73		3.4	16.7	1.8	0.4	18.8
Arbustivo	<i>Ceanothus buxifolius</i>	3.4	1.87	0.09	1.31	6	1.79	0.73		3.4	16.7	8.8	7.1	32.5
Arbustivo	<i>Dodonaea viscosa</i>	20.0	11.70	0.51	1.31	6	1.79	0.73		3.4	16.7	50.9	44.4	111.9
Arbustivo	<i>Vachellia pennatula</i>	5.5	0.17	0.14	1.31	6	1.79	0.73		3.4	16.7	14.0	0.6	31.3
Cactáceo	<i>Ferocactus histrix</i>	3.1	0.03	0.10	1.17	4	1.39	0.84	0.64	7.7	25.0	9.5	1.1	35.6
Cactáceo	<i>Mammillaria heyderi</i>	10.8	0.16	0.33	1.17	4	1.39	0.84		7.7	25.0	33.3	6.0	64.3
Cactáceo	<i>Mammillaria senilis</i>	3.1	0.26	0.10	1.17	4	1.39	0.84		7.7	25.0	9.5	9.9	44.5
Cactáceo	<i>Opuntia rastrera</i>	15.4	2.16	0.48	1.17	4	1.39	0.84		7.7	25.0	47.6	83.0	155.6
Herbáceo	<i>Aristida divaricata</i>	3.4	0.01	0.10	1.34	5	1.61	0.83	0.70	3.4	20.0	10.0	0.6	30.6
Herbáceo	<i>Cosentinia vellea</i>	5.5	0.16	0.16	1.34	5	1.61	0.83		3.4	20.0	16.0	14.2	50.2
Herbáceo	<i>Eragrostis mexicana</i>	11.7	0.24	0.34	1.34	5	1.61	0.83		3.4	20.0	34.0	21.0	75.0
Herbáceo	<i>Fragaria vesca</i>	0.7	0.00	0.02	1.34	5	1.61	0.83		3.4	20.0	2.0	0.2	22.2
Herbáceo	<i>Viguiera dentata</i>	13.1	0.72	0.38	1.34	5	1.61	0.83		3.4	20.0	38.0	64.0	122.0
Rosetaceo	<i>Agave durangensis</i>	21.2	8.85	0.86	0.50	3	1.10	0.46	0.25	5.9	33.3	85.7	85.8	204.9
Rosetaceo	<i>Agave vilmoriniana</i>	1.2	0.15	0.05	0.50	3	1.10	0.46		5.9	33.3	4.8	1.4	39.5
Rosetaceo	<i>Dasyllirion wheeleri</i>	2.4	1.31	0.10	0.50	3	1.10	0.46		5.9	33.3	9.5	12.7	55.6

#### **IV.2.2.2 Fauna**

La información referente al estado actual de la fauna silvestre en los bosques de clima templado frío de la SMO es escasa, por lo que se llevó a cabo un diagnóstico general de las especies presentes en hábitats como son el bosque de pino, bosque de encino, bosque de encino - pino y selva baja caducifolia, por ser los más representativos del SA; además, se incluyó información colectada en campo, así como encuestas testimoniales de los habitantes de la zona y la revisión bibliográfica disponible para región.

En la actualidad en esta zona se presenta una gran variedad de fauna silvestre, la cual no se verá afectada por las actividades propuestas ya que en general la fauna ha sido desplazada de su hábitat por actividades antropogénicas hacia los sitios más alejados de los centros de población.

##### **IV.2.2.2.1 Metodología de muestreo**

La metodología para la caracterización de las especies de fauna silvestre de los 4 grupos filogenéticos (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) se realizó a partir de técnicas directas e indirectas, 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.

###### **IV.2.2.2.1.1 Muestreo de mamíferos**

Para la evaluar los 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 durante los meses de julio y agosto donde se determinaron transeptos para identificar excretas, huellas entre otros, los recorridos fueron 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 mismo los rangos de distribución histórica establecidos por CONABIO (2017), conjuntamente se revisó la NOM-059 para conocer su estatus de conservación, con la información obtenida se realizó el listado de fauna.

###### **IV.2.2.2.1.2 Muestreo de aves**

La metodología consiste en establecer puntos de observación, denominado “Estación de Observación”, permaneciendo de 30 a 45 minutos en el punto definido, la observación se inicia a las 6:30 A.M., debido a que es a partir de este horario donde empieza 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 observaciones en horarios vespertinos (16:00 horas), 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 y en número de individuos de cada especie.

Durante esta observación se utilizaron los siguientes materiales:

- Guía de campo
- Cámara digital
- Libreta de campo
- Binoculares

###### **IV.2.2.2.1.3 Muestreo de anfibios y reptiles**

La metodología que se empleó fue de forma directa, durante el muestreo se buscaron reptiles y anfibios activamente en los hábitats adecuados: se observó debajo de piedras y en zonas de posible hábitat de los mismos. Para cada observación, se anotó en la libreta de campo la especie observada, hora de avistamiento y hábitat ocupado, según la lista de categorías de hábitat, los materiales utilizados son los siguientes:

- Cámara digital
- Libreta de campo
- Guía de campo

El punto de partida de los transectos quedó definido por el tipo de hábitat y tipo de especies, potencialmente presentes. En este caso, dado que los hábitats por sitio de estudio, son relativamente homogéneos, el punto de inicio fue seleccionado arbitrariamente. En cada transecto se anotó el número de individuos de cada especie detectada visual y/o indirectamente.

Del análisis de la fauna existente con respecto al SA y al sitio, se puede establecer que: de la totalidad de la fauna que coexiste en el SA, alrededor de 166 especies de las diferentes clases, a nivel área de influencia solo se registró el 29.5%, mientras que a nivel sitio solo se registró el 4.8% del total. La distribución de las especies en el espacio analizado se muestra en la gráfica siguiente:

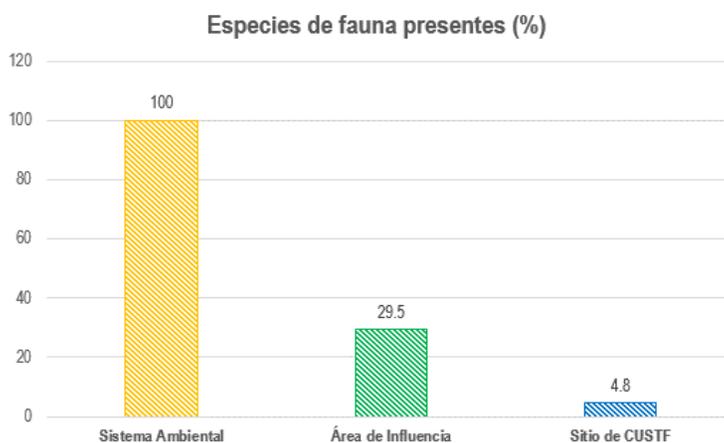


Figura IV.19. Distribución de las especies en el espacio geográfico

#### IV.2.2.2.2 Aves

Las aves son animales vertebrados, con extremidades anteriores modificadas como alas, con el cuerpo recubierto de plumas, poseen un pico córneo sin dientes, se reproducen por medio de huevos.

Cuadro IV-39. Lista de especies de aves reportadas en el SA

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	Registro	
					Área de Influencia	Sitio de CUSTF
1	<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	Cotorra-serrana occidental	P	Endémica		
2	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	P	No endémica		
3	<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	A	No endémica		
4	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguiluilla aura	PR	No endémica	1	
5	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	PR	No endémica		
6	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	PR	No endémica	3	
7	<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote norteño	PR	No endémica	14	
8	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	PR	No endémica	2	
9	<i>Nyctiphrynus mcleodii</i>	Tapacamino prió	PR	Endémica		
10	<i>Streptoprocne semicollaris</i>	Vencejo nuca blanca	PR	Endémica		
11	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona común	SC	No endémica	1	
12	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	SC	No endémica		
13	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis chinito	SC	No endémica		
14	<i>Spiza americana</i>	Arrocero americano	SC	No endémica	6	
15	<i>Attila spadiceus</i>	Atila	SC	No endémica		
16	<i>Atlapetes pileatus</i>	Atlapetes gorra rufa	SC	Endémica	12	
17	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo garganta azul	SC	No endémica	1	
18	<i>Icterus bullockii</i>	Bolsero calandria	SC	Semiendémica		
19	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	SC	No endémica		
20	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	SC	No endémica		

## Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	Registro	
					Área de Influencia	Sitio de CUSTF
21	<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique mexicano	SC	Cuasiendémica		
22	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero americano	SC	No endémica	2	
23	<i>Ptilogonys cinereus</i>	Capulnero gris	SC	Cuasiendémica		
24	<i>Poecile sclateri</i>	Carbonero mexicano	SC	Cuasiendémica		
25	<i>Cardinalis spp</i>	Cardenal rojo	SC	No endémica		
26	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	SC	No endémica		
27	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara crestada	SC	No endémica		
28	<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán real	SC	No endémica		
29	<i>Myioborus pictus</i>	Chipe ala blanca	SC	No endémica		
30	<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo	SC	No endémica		
31	<i>Dendroica occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla	SC	No endémica		
32	<i>Myioborus miniatus</i>	Chipe de montaña	SC	No endémica		
33	<i>Euthlypis lachrymosa</i>	Chipe de roca	SC	No endémica		
34	<i>Ergaticus ruber</i>	Chipe rojo	SC	Endémica		
35	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero	SC	No endémica		
36	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	SC	No endémica		
37	<i>Catherpes mexicanus</i>	Chivirín barranqueño	SC	No endémica	4	
38	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	SC	No endémica		
39	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	SC	No endémica		
40	<i>Sphyrapicus thyroideus</i>	Chupasavia oscuro	SC	No endémica	2	
41	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	SC	No endémica		
42	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	SC	No endémica	2	1
43	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero pico largo	SC	No endémica	3	
44	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	SC	No endémica	6	2
45	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	SC	No endémica		
46	<i>Sturnus vulgaris</i>	Estomino pinto	SC	No endémica		
47	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	SC	No endémica		
48	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	SC	No endémica		
49	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	SC	No endémica		
50	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	SC	No endémica	1	
51	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada	SC	No endémica		
52	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	SC	No endémica		
53	<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	SC	No endémica	1	
54	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	SC	No endémica	9	3
55	<i>Calocitta formosa</i>	Hurraca hermosa	SC	No endémica		
56	<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero dominico	SC	No endémica		
57	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	SC	No endémica		
58	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	SC	No endémica		
59	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	SC	No endémica		
60	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	SC	No endémica		
61	<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca serrana	SC	Endémica		
62	<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	SC	No endémica		
63	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso rufo	SC	Endémica		
64	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	SC	No endémica	4	
65	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	SC	No endémica		
66	<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Mosquero copetón	SC	No endémica		
67	<i>Pachyrhamphus major</i>	Mosquero-cabezón mexicano	SC	No endémica		
68	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	SC	Endémica		
69	<i>Peucedramus taeniatus</i>	Ocotero enmascarado	SC	No endémica		

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	Registro	
					Área de Influencia	Sitio de CUSTF
70	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	SC	No endémica	1	
71	<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma de collar	SC	No endémica	6	
72	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	SC	No endémica		
73	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	SC	No endémica	5	
74	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	SC	No endémica		
75	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	SC	No endémica	1	
76	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas atigrado	SC	No endémica		
77	<i>Loxia curvirostra</i>	Picotuerto rojo	SC	No endémica		
78	<i>Saltator coerulescens</i>	Picurero grisáceo	SC	No endémica		
79	<i>Carpodacus cassinii</i>	Pinzón de Cassin	SC	No endémica		
80	<i>Melospiza kieneri</i>	Rascador nuca rufa	SC	Endémica		
81	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	SC	Cuasiendémica		
82	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	SC	No endémica	1	
83	<i>Psaltirius minimus</i>	Sastrecillo	SC	No endémica		
84	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	SC	No endémica		
85	<i>Sitta pygmaea</i>	Sita enana	SC	No endémica		
86	<i>Piranga erythrocephala</i>	Tángara cabeza roja	SC	Endémica		
87	<i>Caprimulgus vociferus</i>	Tapacamino cuerporruín-norteño	SC	No endémica		
88	<i>Glaucidium gnoma</i>	Tecolote serrano	SC	No endémica		
89	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	SC	Semiendémica		
90	<i>Pipilo chlorurus</i>	Toquí cola verde	SC	No endémica		
91	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	SC	No endémica		
92	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	SC	No endémica		
93	<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	SC	No endémica	17	2
94	<i>Certhia americana</i>	Trepador americano	SC	No endémica		
95	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	SC	No endémica		
96	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos escarchado	SC	Endémica		
97	<i>Trogon mexicanus</i>	Trogón mexicano	SC	No endémica	4	
98	<i>Calocitta colliei</i>	Urraca-hermosa cara negra	SC	Endémica		
99	<i>Cypseloides niger</i>	Vencejo negro	SC	No endémica		
100	<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell	SC	No endémica		
101	<i>Vireo cassinii</i>	Vireo de Cassin	SC	Semiendémica		
102	<i>Vireo hypochryseus</i>	Vireo dorado	SC	Endémica		
103	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	SC	No endémica		
104	<i>Vireo plumbeus</i>	Vireo plumizo	SC	No endémica		
105	<i>Vireo huttoni</i>	Vireo reyezuelo	SC	No endémica		
106	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo	SC	No endémica		
107	<i>Aimophila quinquestrata</i>	Zacatonero cinco rayas	SC	Semiendémica		
108	<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero rojizo	SC	No endémica		
109	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro oreja blanca	SC	No endémica		
110	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	SC	No endémica		
111	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	SC	No endémica	20	3
112	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	SC	No endémica	15	4
113	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola rufa	SC	No endémica		
114	<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal mexicano	SC	Endémica		
115	<i>Catharus aurantirostris</i>	Zorzal pico naranja	SC	No endémica		
116	<i>Atthis heloisa</i>	Zumbador mexicano	SC	Endémica		

*A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial.*

## ELECTROCUCIÓN DE LAS AVES EN LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

Por la naturaleza de la obra se considera oportuno el desarrollo y análisis de la electrocución de las aves en líneas eléctricas, para proponer las medidas de prevención necesarias. La electrocución de aves en líneas eléctricas es resultado del rápido crecimiento de la población humana y su necesidad de energía. La electrocución de aves no sólo afecta a las poblaciones de las especies involucradas, especialmente a las de rapaces y cuervos, sino que tiene a su vez un impacto considerable en la economía local. Al electrocutarse un ave, pueden incendiarse sus plumas y causar un incendio, lo cual destruye el hábitat de muchas especies. Las aves suelen usar las estructuras de las líneas de distribución como sitios para perchar y para anidar, y son lugares ideales para cazar. Las estructuras de las líneas eléctricas atraen a las aves por diversas razones:

- Incrementan el rango de visión y la velocidad de las aves mientras cazan.
- Los postes son buenas plataformas para cazar y perchar, especialmente en lugares donde la vegetación es baja y el terreno es plano.
- La localización de los postes ayuda a las aves a delimitar sus territorios.
- Los postes brindan sombra o sol dependiendo de las necesidades del ave.

La probabilidad de que un ave se electrocute se basa en:

Especie:

- Las aves más grandes son más susceptibles a ser electrocutadas.
- Las aves de hábitats abiertos (por ejemplo, águila real, aguililla cola roja) son más vulnerables que las especies de aves rapaces que habitan bosques.

Edad:

- Las aves jóvenes carecen de la experiencia y control del vuelo que tienen los adultos.
- Las águilas reales jóvenes cazan moviéndose de percha.

Clima:

- Cuando llueve, las aves mojadas son más susceptibles a electrocución.
- Las crucetas perpendiculares al viento permiten a las rapaces remontarse alejándose de las estructuras y de los cables.
- Las crucetas montadas en paralelo a los vientos prevalecientes pueden causar que un ave sea empujada hacia los cables.

Cambio estacional:

- En invierno los postes son valiosos sitios de descanso y espera durante la cacería.
- En primavera los postes proveen sitios de anidación y perchas para vigilar los territorios.
- La abundancia de presas, que varía de estación a estación (en primavera, por ejemplo, se incrementan las poblaciones debido a los nacimientos) en percha, y prefieren utilizar postes de electricidad.

Algunas áreas presentan un mayor riesgo de electrocución de aves. Entre los sitios críticos podemos encontrar:

- Áreas que presentan una gran densidad de presas y, por lo tanto, donde se congregan aves rapaces. Ejemplo de esto son las colonias de Perros Llaneros en el norte de Chihuahua, o de otras Ardillas terrestres en el centro y sur del país.
- Áreas planas sin árboles u otras estructuras donde puedan perchar las aves, situación que se presenta en muchas zonas áridas del desierto Chihuahuense.
- Áreas donde se congregan aves migratorias o áreas agrícolas donde abundan los insectos y roedores.

Considerando lo antes citado y del análisis de la estructura de la vegetación del sitio se puede concluir que las aves electrocutadas con mayor frecuencia, son las aves rapaces y los cuervos. Los sitios de mayor riesgo para las aves son áreas donde no hay árboles y otras estructuras naturales que puedan usar para perchar, cazar o anidar; en el caso del sitio en donde se establecerá la línea eléctrica del desarrollo minero Providencia corresponde el tipo de vegetación secundaria arbórea de bosque de encino; es decir, no son áreas abiertas y existirán las estructuras naturales alrededor de la línea para que las aves se desarrollen.

Aunque, por las características naturales del sitio los riesgos de electrocución de las aves son minimizados por la estructura vegetal (árboles mayores a las estructuras eléctricas); las características de los componentes de la línea también son el principal factor de la incidencia de electrocuciones. En México, la electrocución de aves es diferente de la que ocurre en otras partes del mundo. En los Estados Unidos, la mayoría de los postes son de madera, por lo que un ave se electrocutará sólo si toca dos fases energizadas o una fase y alguna parte metálica que se encuentre conectada a tierra. En Europa, con frecuencia se utilizan postes metálicos, por lo que el riesgo de electrocución es similar al de México, donde la CFE utiliza una variedad de postes de madera, metal y concreto. Pero los primeros se usan poco, por su costo y su limitada disponibilidad, mientras que los de concreto son los más empleados. Estos postes presentan el mayor riesgo para las aves; en su manufactura se utiliza un armazón de varilla que los convierten en una conexión a tierra. Con tan sólo tocar una fase y cualquier parte metálica unida al poste o el poste mismo, un ave puede ser electrocutada. El uso de crucetas metálicas es otra característica que incrementa el riesgo, si un ave se para en la cruceta y toca una fase energizada se electrocuta. En nuestro país, la longitud de las crucetas es de 2 metros, pero para evitar las electrocuciones se sugiere una longitud mínima de 2.5 metros, distancia que ofrece un mayor espacio entre las fases. Entre las estructuras que representan un mayor riesgo se encuentran los **transformadores, los postes terminales y de flexión y todas aquellas que tienen puentes sin aislar. Los postes terminales dobles con doble cruceta se asocian con una mortalidad más alta que cualquier otro tipo de poste de concreto. Al respecto, el sistema es considerado como 3F-5H (Trifásico a 5 hilos), se puede aclarar que se utilizarán postes de madera para las estructuras proyectadas.**

#### IV.2.2.2.3 Anfibios y reptiles

Los *anfibios* son animales vertebrados, ectotérmicos, con respiración branquial durante la fase larvaria y pulmonar al alcanzar su estado adulto, adaptados tanto en el medio acuático como en el terrestre y, los *reptiles* son animales vertebrados, exotérmicos con mandíbulas y pulmones bien desarrollados.

Cuadro IV-40. Lista de especies de anfibios y reptiles reportados en el SA

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	Registro	
					Área de Influencia	Sitio de CUSTF
1	<i>Bufo punctatus</i>	(Sapo)	SC	No endémica	4	
2	<i>Bufo mexicanus</i>	Sapo mexicano	SC	Endémica	1	
3	<i>Barisia imbricata</i>	Escorpión	Pr	Endémica		
4	<i>Conopsis nasus</i>	Culebrita de tierra	SC	Endémica		
5	<i>Pituophis deppei</i>	Alicante	A	Endémica		
6	<i>Hyla eximia</i>	Rana verde	SC	Endémica	1	
7	<i>Pyronosoma orbiculare</i>	Lagartija comuda	A	Endémica		
8	<i>Sceloporus jarrovi</i>	Lagartija	SC	No endémica		
9	<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija	SC	No endémica	3	
10	<i>Urosaurus ornatus</i>	(Lagartija arbórea)	SC	No endémica		
11	<i>Phrynosoma modestum</i>	(Lagartija comuda cola redonda)	SC	No endémica	4	
12	<i>Sceloporus torquetos</i>	Lagartija	SC	Endémica		
13	<i>Eumeces brevirostris</i>	Salamandra cola azul	SC	Endémica		
14	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	A	No endémica	2	
15	<i>Crotalus lepidus</i>	Víbora de Cascabel	Pr	No endémica		
16	<i>Crotalus molossus</i>	Víbora de cascabel	Pr	No endémica	4	
17	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	Pr	Endémica		
18	<i>Crotalus pricei</i>	Cascabelilla	Pr	No endémica	2	

A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial

#### IV.2.2.2.4 Mamíferos

Los mamíferos son todos aquellos animales vertebrados, cuadrúpedos, con pelo y glándulas mamarias y vivíparos.

Cuadro IV-41. Lista de especies de mamíferos reportadas en el AI

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo	Registro	
					Área de Influencia	Sitio de CUSTF
1	<i>Vampirops helleri</i>	Falso vampiro	SC	No endémica		
2	<i>Natalus mexicanus</i>	Natalo mexicano	SC	No endémica		
3	<i>Pipistrellus hesperus</i>	Pipistelos americanos	SC	No endémica		
4	<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago café mayor	SC	No endémica		
5	<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago orejón	SC	No endémica		
6	<i>Antrozous pallidus</i>	Tadarida brasiliensis	SC	No endémica		
7	<i>Myotis auriculus</i>	Miotis orejas largas	SC	No endémica		
8	<i>Myotis californicus</i>	Miotis de california	SC	No endémica		
9	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	SC	No endémica		
10	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	SC	Endémica	4	1
11	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	SC	Endémica	3	0
12	<i>Conepatus mesoleucus</i>	Zorrillo de espalda blanca	SC	No endémica		
13	<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo lisado	SC	No endémica		
14	<i>Nasua narica</i>	Cholugo	SC	No endémica	1	
15	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	SC	No endémica	7	
16	<i>Canis latrans</i>	Coyote	SC	No endémica	7	1
17	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	SC	No endémica	5	
19	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	SC	No endémica	4	
20	<i>Lynx rufus</i>	Gato montes	SC	No endémica	1	
21	<i>Puma concolor</i>	Puma	SC	No endémica	1	
23	<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón coludo	SC	Endémica		
24	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	SC	No endémica	6	
25	<i>Taxidea taxus</i>	Tejón	A	No endémica		
26	<i>Bassariscus astutus consitus</i>	Cacomiztle	SC	No endémica		
27	<i>Nasua narica</i>	Coatí	SC	No endémica	1	
28	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	SC	No endémica	7	
29	<i>Sciurus aberti durangi</i>	Ardilla de Albert	SC	No endémica		
30	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	SC	Endémica		
31	<i>Tamias durangae</i>	Chichimoco	SC	Endémica	4	
32	<i>Pecari tajacu</i>	Pecari de collar	SC	No endémica	1	

A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial; SC = Sin Categoría

#### IV.2.2.2.5 Especies de importancia económica

Según el calendario de épocas hábiles y lista de especies de aves canoras y de ornato para captura con fines de subsistencia para la temporada 2021-2022, emitido por la SEMARNAT, se tiene 11 especies de importancia cinegética a nivel SA y 2 especies a nivel área de influencia y sitio, los detalles del inicio y fin de la temporada, así como los límites máximos permisibles de posesión, se detallan en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-42. Especies de aves incluidas en el CEHACO 2021-2022 de la SEMARNAT

Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Durango	Época hábil de aprovechamiento
Chinito	<i>Bombycilla cedrorum</i>	20	Permitido	01-12-21 / 28-02-22
Urraca Copetona Negra	<i>Calocitta colliei</i>	5	Permitido	01-12-21 / 28-02-22
Cardenal Rojo	<i>Cardinalis cardinalis</i>	15	Permitido	01-10-21 / 28-02-22
Cuervo Grande	<i>Corvus corax</i>	3	Permitido	01-09-21 / 28-02-22
Cenzontle Norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	15	Permitido	01-09-21 / 28-02-22
Tordo	<i>Molothrus ater</i>	10 (5 Machos/ 5 Hembras)	Permitido	01-09-21 / 28-02-22

## Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango

Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Durango	Época hábil de aprovechamiento
Floricano	<i>Ptilonys cinereus</i>	5	Permitido	01-09-21 / 28-02-22
Chatito	<i>Sporophila torqueola</i>	20	Permitido	01-09-21 / 28-02-22
Primavera Huertera	<i>Turdus rufopalliatu</i>	15	Permitido	01-09-21 / 28-02-22
Gorrion Domestico	<i>Passer domesticus</i>	Sin limite	Permitido	Todo el Año
Estornino	<i>Sturnus vulgaris</i>	Sin limite	Permitido	Todo el Año

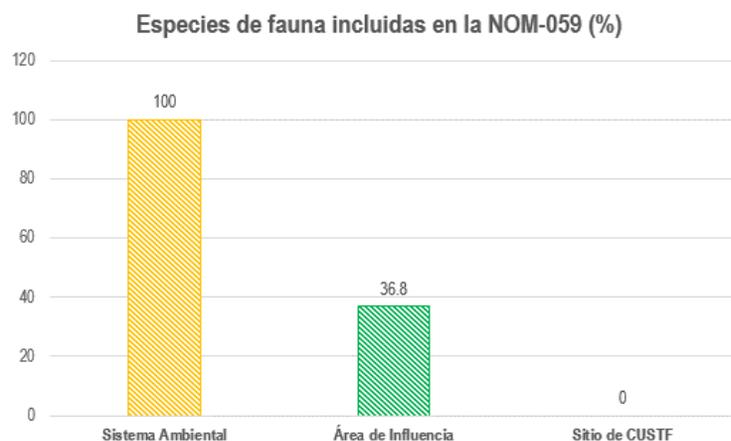
Ahora bien, según el listado y la verificación con la información del calendario de épocas hábiles 2021 -2022, por entidad federativa emitido por la SEMARNAT, se pudieron identificar 9 especies de mamíferos y 6 especies de aves, las cuales se presentan el cuadro siguiente:

**Cuadro IV-43. Especies de fauna de la región cuyo aprovechamiento está regulado por el CEH 2021-2022 de la SEMARNAT**

Nombre común	Nombre científico	Inicia	Termina
Agachona común	<i>Gallinago delicata</i>	tercer viernes octubre 2021	tercer domingo febrero 2022
Guajolote silvestre	<i>Meleagris gallopavo</i>	cuarto viernes marzo 2022	cuarto domingo mayo 2022
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	cuarto viernes noviembre 2021	cuarto domingo enero 2022
Paloma de collar	<i>Patagioenas fasciata</i>	primer viernes noviembre 2021	cuarto domingo enero 2022
Paloma huilota	<i>Zenaida macroura</i>	cuarto viernes noviembre 2021	primer domingo marzo 2022
Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>	tercer viernes septiembre 2021	tercer domingo enero 2022
Conejo castellano	<i>Sylvilagus floridanus</i>	primer viernes octubre 2021	primer domingo febrero 2022
Coyote	<i>Canis latrans</i>	primer viernes octubre 2021	primer domingo marzo 2022
Gato montés	<i>Lynx rufus</i>	cuarto viernes noviembre 2021	tercer domingo enero 2022
Mapache	<i>Procyon lotor</i>	segundo viernes octubre 2021	primer domingo febrero 2022
Pecari de collar	<i>Pecari tajacu</i>	cuarto viernes octubre 2021	tercer domingo marzo 2022
Puma	<i>Puma concolor</i>	cuarto viernes noviembre 2021	tercer domingo enero 2022
Tejón, Coatí	<i>Nasua narica</i>	segundo viernes octubre 2021	primer domingo febrero 2022
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	cuarto viernes noviembre 2021	tercer domingo febrero 2022
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	segundo viernes octubre 2021	segundo domingo diciembre 2022

### IV.2.2.2.6 Especies endémicas y/o en peligro de extinción

Se realizó una comparación del listado exhibido en los cuadros anteriores respecto al listado de la **NOM-059** donde se encontró que algunas especies pertenecen a un status especial; de las especies reportadas en el **SA** (recuento inicial) se identificaron 19 especies de las cuales 10 corresponden a la clase AVES, sin embargo, esto no quiere decir que vayan a ser afectadas, sino únicamente se tiene registro de ellas en la región. Por su parte en el muestreo de fauna que se realizó a nivel **AI**, se identificaron únicamente 7 especies en alguna categoría de riesgo, de las cuales 4 son aves, 3 anfibios; mientras que a nivel **sitio del CUSTF no se encontró ninguna especie en categoría de riesgo**, la comparación de las especies según el espacio se muestra en la gráfica siguiente:



**Figura IV.20. Distribución de las especies en categoría de riesgo en el espacio geográfico**

Como medida de mitigación, en caso de que se detecte la presencia de alguna de estas especies, se tomarán las medidas respectivas para proteger su hábitat y distribución, aplicando el programa de rescate y reubicación de especies en riesgo, el cual será descrito a detalle en los siguientes apartados.

De acuerdo a la revisión bibliográfica para el sitio y con los recorridos de campo se identificaron las especies siguientes: 1 mamífero, 7 réptiles y 9 especie de aves para ser incluidas programa de rescate y reubicación, todas las especies se encuentran incluidas en la [NOM-59](#). Las especies de fauna se presentan en el cuadro siguiente:

*Cuadro IV-44. Especies de fauna consideradas en el PRR*

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
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

*A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial.*

*Nota: se consideran las especies incluidas en la NOM-059, con la probabilidad (baja) de que puedan llegar a encontrarse en el sitio en dónde se desarrollará el proyecto.*

### IV.2.3 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.

Considerando la infraestructura a desarrollar, éste modificará el paisaje de manera puntual, debido al cambio de uso de suelo; sin embargo, el uso propuesto dará oportunidad a que los habitantes de la región mejoren su calidad de vida, y el impacto visual que se tendrá será rápidamente adoptado por los habitantes de la región.

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 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 el **CUSTF** pudiera tener sobre el paisaje. La zona de estudio se dividió en unidades paisajistas de acuerdo al criterio fisiográfico, de cobertura vegetal (tipos de vegetación) y de uso de suelo. Las variables que se evaluaron para cada unidad fueron:

- Calidad visual
- Fragilidad visual
- 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 construcción y operación-mantenimiento de la obra en el sitio evaluado.

El paisaje del sitio está determinado por sus características físicas y bióticas principalmente, el cual, en nuestro caso, es una zona eminentemente forestal, con actividades silvícolas, agrícolas, ganaderas de autoconsumo y mineras. En su microclima se analizaron los aspectos climáticos que influyen en la zona; en su topografía, se consideran sus pendientes máximas y mínimas, esto con el fin que la infraestructura a construir, resultará funcional y costeaable en su etapa de operación; con respecto a su hidrología, se prevé que el desalojo de sus aguas pluviales que inciden en la zona, sea adecuado; ya que el flujo del agua no se verá afectado; en el caso de su geología, al tratarse de rocas ígneas extrusivas, intrusivas y sedimentarias que dieron origen a suelos 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; otro factor en el paisaje son aquellos generados por las actividades del hombre en la región, cuya principal evidencia son: las áreas destinadas a la agricultura y ganadería, así como las brechas de terracerías que han sido abiertas para la comunicación vecinal.

#### a). Calidad visual

Los criterios estéticos incluidos para definir la calidad visual según Álvarez *et al.* (1999) fueron:

- a) El agua es un elemento relevante
- b) Preferencia estética de elementos verdes frente a zonas más secas
- c) Preferencia por formaciones arbóreas frente a las arbustivas
- d) Preferencia por zonas de topografía accidentada frente a las superficies llanas
- e) Diversidad o mosaico paisajístico frente a la monotonía de paisajes homogéneos

Con los criterios anteriores, se puede realizar una valoración cuantitativa la cual estará dada en función de conceptos y percepciones subjetivas, pero que al darle un valor numérico ayudarán a ubicar el paisaje en una valoración a nivel escala; dando un valor mayor (3) a aquel paisaje que cumpla con las expectativas mencionadas anteriormente y un valor menor (1) a aquellos paisajes que no cumplan o no satisfagan el criterio de valoración; derivado de la asignación anterior, tenemos lo siguiente:

*Cuadro IV-45. Valoración de los criterios estéticos del paisaje del sitio*

Criterios estéticos	Valoración numérica	Descripción de la valoración
a	3	Por la presencia de arroyos y cauces (permanente o efimeros) 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	<b>2.5</b>	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:

- i). La fragilidad visual intrínseca, determinada por las características ambientales de la obra que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, tales como: la *altura de la vegetación* y el *relieve de la zona*.
- ii). La fragilidad visual extrínseca, que hace referencia a la mayor o menor susceptibilidad de un territorio a ser observado y depende de la accesibilidad visual a las zonas observadas.

De acuerdo a lo anterior, los criterios aplicados para dar una valoración numérica, 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 los CUSTF.
- 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 preceptos anteriores se pudo realizar una valoración cuantitativa, a partir de la valoración cualitativa, considerándose la fragilidad visual intrínseca y extrínseca, en donde para cada uno de los criterios utilizados se dio un valor numérico, siendo 3 para aquel correspondientes a la más alta valoración y 1 para la menor, dando como resultado lo siguiente:

*Cuadro IV-46. Valoración de la fragilidad del paisaje*

Fragilidad	Criterios	Valoración numérica	Descripción de la valoración
La fragilidad visual intrínseca	Porte o altura vegetal	2	Debido a que se trata de formaciones vegetales de porte alto (vegetación secundaria arbórea de bosque de encino) la fragilidad será menor.
	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	2	Al tratarse de la zona eminentemente rural, dónde las poblaciones más cercanas no rebasan los 200 habitantes, y en términos, puede considerarse un valor medio para este criterio.
	Promedio	<b>2.3</b>	En términos generales la fragilidad puede considerarse como <b>moderadamente ALTA</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 del **AI** 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 geoformas de un cerro a otro no permiten tener una visibilidad alta 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 moderadamente alta**, 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 hidrográfica. Por tanto, el **AI** no implica un impacto importante y/o trascendente en la composición del paisaje, ya que las condiciones naturales presentes no se verán modificadas en importancia significativa 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.

#### **IV.2.4 Medio socioeconómico**

A continuación, se presentan los rasgos más importantes que ayudarán a la caracterización del medio socioeconómico, y posteriormente identificar los impactos y medidas de prevención y mitigación.

##### **IV.2.4.1 Demografía**

#### **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.

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 IV-47. Poblados dentro del área de influencia del proyecto**

	Nombre de la localidad	Los Cardos	San José de Bacis	Promedio/Totales
	Población total	190.00	180.00	185.00
EDUCACIÓN	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
	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
ECONOMÍA	Población Económicamente activa (%)	36.32	33.89	35.10
SALUD	Población sin derechohabiencia (%)	16.84	15.00	15.92
VIVIENDA	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
SERVICIOS	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 lumbrales de confiabilidad estadística; sin embargo, de la información obtenida por el INEGI, se puede 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 desarrollo minero 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 el **desarrollo minero** 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. La Comisión Nacional de los Salarios Mínimos mediante resolución publicada en el DOF del 16 de diciembre de 2020, estableció que a partir del 1 de enero de 2021 se tendrían dos áreas geográficas, el sitio del proyecto la tarifa es de \$141.70 pesos como salario mínimo.

### **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 IV-47, 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-47 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 presta el servicio a toda la región los 365 días del año.

El medio de transporte principal son las camionetas tipo Pick Up y los autobuses rurales que trasladan a los pobladores hasta ciudades cercanas.

## IV.2.5 Diagnóstico ambiental

### IV.2.5.1 Integración del inventario ambiental

A fin de sintetizar la información de utilidad para interpretar el estado actual del **SA**, se integró la información de cada elemento ambiental y sus características más importantes como se muestra en el cuadro siguiente:

*Cuadro IV-48. Descripción del inventario ambiental*

Elemento	Sistema Ambiental
Hidrología	El SA se ubica dentro del límite de la cuenca <b>San Lorenzo y Río Piaxtla</b> pertenecientes a la región hidrológica 10 " <b>Sinaloa</b> ". El SA se encuentra dentro de las subcuencas Río de Los Remedios, Río Elota, Río Verde, Río Habitas, Quebrada de las Vueltas y Quebrada de San Gregorio. El AI y sitio se encuentran dentro de la microcuenca denominada <b>San José de Bacis</b> . El sitio se encuentra en la parte alta de la subcuenca <b>Río de los Remedios</b> , las corrientes del AI son <b>perennes e intermitentes</b> , en el sitio se ubican 7 corrientes intermitentes. La hidrología subterránea del SA corresponde a los acuíferos: Río Elota, Río Piaxtla y Río San Lorenzo, respecto al AI y sitio corresponde al acuífero: <b>Río San Lorenzo</b> , no existen aprovechamientos hidráulicos para el sitio en un perímetro de 500 m.
Fisiografía	El SA se ubica en la provincia fisiográfica <b>Sierra Madre Occidental</b> , en la subprovincia fisiográfica <b>Gran Meseta y Cañones Duranguenses</b> ; además, el sistema de topoformas presenta 2 clases: <b>Sierra</b> (85.7%) y <b>Meseta</b> (14.3%). A nivel AI y sitio la topoforma corresponde a <b>Sierra Alta con Cañones y Superficie de Gran Meseta con Cañadas</b> . Los parámetros representativos que caracterizan el relieve del SA son: <i>i) elevación mínima</i> de 424 msnm; <i>ii) elevación máxima</i> de 2,948 msnm; <i>iii) elevación media</i> de 1,802 msnm, a nivel AI y sitio la altitud media corresponde a <b>1,851 y 2,232</b> msnm respectivamente. La <b>pendiente</b> media del SA, AI y sitio es 55.9%, 59.6% y 31.0% respectivamente. La <b>exposición</b> más abundante del sitio es mayormente hacia el sur, sureste y oeste.
Geología	A nivel SA se identificaron 4 tipos de roca: ígnea intrusiva ácida, caliza, ígnea extrusiva intermedia e ígnea extrusiva ácida; siendo la ígnea extrusiva ácida la más abundante en el SA. En el AI y sitio se encuentra 1 tipo de roca: ígnea extrusiva ácida. El SA cuenta con 5 fallas y 1 fractura con dirección noroeste-sureste, el AI y sitio no cuentan con fallas y fracturas de acuerdo a la cartografía de INEGI. El SA se encuentra dentro de la región potencial de deslizamiento en México denominada Golfo de

	California-Chihuahua-Durango (CENAPRED, 2012). El SA se encuentra en la zona B de sismicidad, aquella donde ocurren sismos de menor frecuencia.
Edafología	A nivel SA se tienen 6 grupos de suelos predominantes: <b>Cambisol, Leptosol, Luvisol, Phaeozem (más abundante), Regosol y Umbrisol</b> . Mientras que a nivel AI se tienen 5 grupos de suelo: <b>Leptosol, Luvisol, Phaeozem y Regosol</b> . Respecto al sitio se tienen 3 tipos de suelo: <b>LVablep+LPlí/2R, LVabso+LPlí/2R, PHlvlen+CMsklen+LVcrsk/2 y RGsklep+UMsklep/2r</b> .
Clima	A nivel SA se cuenta con 11 tipos de clima, en el AI se encuentran 3 tipos de clima y en el sitio se tiene 1 tipo de clima <b>C(w2) templado subhúmedo</b> . 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 34.2°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 registrada fue 8.5 mm durante abril, la máxima es de 201.3 mm en julio.
Vegetación	Los grupos de vegetación se distribuyen en el SA en función de la altitud, temperatura y humedad principalmente. Los bosques templados se distribuyen en la mayoría de la superficie del SA. A nivel sitio el uso que predomina es vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, no se tienen especies con categoría de riesgo en el área del proyecto.
Fauna	La fauna a nivel SA es muy variada, de acuerdo a la recopilación de información nivel SA se identificaron 116 especies de aves, 32 especies de mamíferos y 16 especies de reptiles y 2 especies de anfibios, que potencialmente pueden encontrarse en el AI y sitio. De la fauna identificada 26 especies son de importancia cinegética (CEHACO y CEH) y 17 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de la NOM-059.
Paisaje	A nivel SA es ampliamente variado; sin embargo, en un análisis a nivel AI del sitio, se tiene una composición entre 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, minería y ganadería.

#### IV.2.5.2 Valoración del estado actual

La alteración y/o conservación ambiental implica la definición de 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. La metodología de la valoración del inventario ambiental se lleva a cabo 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 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. Los elementos con unidades menores de 5 son considerados con un grado de conservación bajo, los elementos con unidades mayores a 5 y menores de 10 se consideran con un grado de conservación medio, y los elementos con unidades mayores a 10 y 15 son considerados con un grado de conservación alto

Cuadro IV-49. Valoración de estado actual del inventario ambiental

Elemento	Diversidad			Rareza			Naturalidad			Grado de aislamiento			Calidad			Unidades			Valoración		
	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P
Hidrología	3	1	1	0	0	0	3	2	2	3	2	1	3	3	3	12	8	7	Alta	Media	Media
Fisiografía	2	2	1	0	0	0	3	2	2	3	2	1	3	2	1	11	8	5	Alta	Media	Baja
Geología	3	2	1	0	0	0	3	3	3	3	2	1	3	2	2	12	9	7	Alta	Media	Media
Edafología	3	2	2	2	1	0	3	3	3	2	1	1	2	1	1	12	8	7	Alta	Media	Media
Clima	3	2	1	1	1	1	3	3	3	2	1	1	3	2	2	12	9	8	Alta	Media	Media
Vegetación	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	2	3	2	1	15	10	6	Alta	Media	Media
Fauna	3	2	1	3	2	2	3	2	2	3	2	1	3	2	1	15	10	7	Alta	Media	Media
Paisaje	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	15	10	5	Alta	Media	Baja
Social	3	2	2	0	0	0	2	1	1	2	1	1	1	2	2	8	6	6	Media	Media	Media

#### IV.2.5.3 Síntesis

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

##### Hidrología

**Diversidad:** por la dimensión del SA su sistema de drenaje es mayor y más diversificado; sin embargo, a nivel AI y sitio solo se tiene una microcuenca, que también cuentan con corrientes perennes e intermitentes, por otro lado, a nivel sitio se tienen 7 corrientes superficiales presentes (3,1,1). **Rareza:** en ninguno de los niveles fueron detectados corrientes o cuerpos de agua con algunas características particulares que ameritará considerarlos como raros (0,0,0). **Naturalidad:** a lo largo del SA y AI puede encontrarse algunas obras hidráulicas, como represas, bordos, pozos, etc., a nivel sitio no se tiene infraestructura de tipo hidráulico, pero en ambos niveles nada que afecte la naturalidad de las corrientes (3,2,2). **Grado de aislamiento:** en el SA las corrientes son variadas y se forman corrientes perennes al igual que en el AI (3,2,1). **Calidad:** debe tenerse en cuenta que los centros poblacionales son poco abundantes y dispersos, en general la calidad es buena (3,3,3). Finalmente puede observarse se tiene una mayor calidad del recurso hídrico, a nivel AI y sitio está calidad disminuye hasta un margen medio (12,8,7).

##### Fisiografía

**Diversidad:** dado que en el SA se tiene un sistema de topofomas bastante amplio y variado, y a nivel AI y sitio se comporta de la misma manera, pero con menos extensión (2,2,1). **Rareza:** no se tienen elementos que pudieran considerarse con grado de rareza (0,0,0). **Naturalidad:** a nivel SA y AI la distribución del relieve no se muestra evidencias notables de modificación (3,2,2). Debido al sistema de topofomas (sierras y mesetas) se puede encontrar un cierto **grado de aislamiento** (3,2,1). En términos generales la calidad disminuye del nivel SA a sitio (3,2,1). La valoración final de la calidad de la fisiografía se considera alta para el SA, media en el AI y baja en el sitio (11,8,5).

##### Geología

**Diversidad:** a nivel SA se identificaron 4 tipos de rocas, a nivel AI se presenta 1 tipo de roca (3,2,1). **Rareza:** en términos generales, se da valor de 0, excepto en el sitio en el que se realizará el desarrollo minero (0,0,1). La disposición de la geología corresponde 100% a procesos **naturales** (3,3,3). El **grado de aislamiento** disminuye del nivel SA al sitio (3,2,1). La **calidad** está íntimamente ligada a la conformación de los materiales (3,2,2). En términos generales la calidad de este elemento es alta para el SA y media en el AI y sitio, (12,9,8).

##### Suelo

**Diversidad:** este recurso registra a nivel SA diferentes composiciones, a nivel AI y sitio su composición se ve reducida (3,2,2). Por la complejidad de su formación se ha considerado a nivel SA se consideró con un rango medio de **rareza** el cual (2,1,0). La **naturalidad** en ambos niveles obedece a factores totalmente naturales (3,3,3); así mismo esta misma valoración fue tomada como referencia para el **grado de aislamiento** (2,1,1), y la **calidad** (2,1,1), para finalmente determinar que la calidad del recurso edáfico es alta a nivel SA, medio en el AI y sitio (12,8,7).

##### Clima

La **diversidad** de climas en el SA es amplia ya que cuenta con solo 11 tipos de clima, a nivel AI se presenta 4 tipo de clima y en el sitio 1 tipo (3,2,1). Son climas que no obedecen a las características del sitio (1,1,1). La **naturalidad** de los climas no se ha visto significativamente modificada (3,3,3). Los climas no presentan **grado de aislamiento** pues en general son los climas predominantes de la región (2,1,1). La **calidad** a nivel SA y AI es buena (3,2,2). Su calidad ambiental debe considerarse alta en el SA y media para el AI y sitio (12,9,8).

##### Vegetación

A nivel SA se identificaron 15 tipos de asociaciones vegetales, a nivel AI y sitio se disminuye la diversidad de vegetación (3,2,1). La **rareza** se consideró, son vegetaciones del tipo de clima templado y cálido (3,2,1). Tanto a nivel SA como AI y sitio los ecosistemas han sido modificados por las diferentes actividades humanas, por lo cual la **naturalidad** ha sido evaluada como alta, media y baja (3,2,1). Su **grado de aislamiento** se relaciona con los sistemas de topofomas existentes (3,2,2). La **calidad** de los ecosistemas disminuye del nivel SA al sitio (3,2,1). En terminos generales se puede considerar que la calidad del SA es alta; respecto al AI y sitio es media (15,10,6).

### Fauna silvestre

Los indicadores de fauna fueron valorados sobre la composición de la vegetación, ya que es un elemento directamente ligado, por lo tanto a nivel SA se identificaron 15 tipos de asociaciones vegetales, a nivel AI solo 3, por lo tanto la **diversidad** se catalogo de alta a baja (3,2,1). La **rareza** se consideró, en base a los climas (3,2,2). Tanto a nivel SA como AI los ecosistemas han sido modificados por las diferentes actividades humanas, por lo cual la **naturalidad** disminuye con el nivel SA a sitio (3,2,2). Se considera que su **grado de aislamiento** sea significativo a nivel SA, pero no a nivel AI dado ya que toda la región está intercomunicada por éstos sistemas (3,2,1). La **calidad** de los ecosistemas del SA es considerada como alta en el SA y disminuye a nivel AI y sitio (3,2,1). En terminos generales puede considerar que la calidad del SA es alta, para el AI y sitio es media (15,10,7).

### Medio perceptual (paisaje)

A nivel SA, la **diversidad** de paisajes es más clara y notoria, a nivel AI y sitio se ve reducida (3,2,1); sin embargo, a nivel SA se pueden encontrar algunos elementos considerados como raros, a nivel AI y sitio son más escasos (3,2,1). La naturalidad del paisaje es disminuye conforme nivel en que se analiza (3,2,1). El paisaje se considera con cierto grado de aislamiento, por su conformación (3,2,1). La calidad en términos paisajísticos es mayor a nivel SA, se reduce a nivel AI y sitio (3,2,1). Finalmente podría catalogarse que la calidad del paisaje es alta en el SA, media en el AI y baja en el sitio (15,10,5).

### Social

En este componente la valoración de los criterios fue la siguiente: las poblaciones localizadas en el SA son consideradas como rurales (3,2,2). Las poblaciones cercanas al sitio no se tiene registro de poblaciones de grupos indígenas (0,0,0). Los habitantes de las poblaciones se dedican a actividades forestal, y por su ubicación se encuentran limitados en los servicios más básicos (2,1,1). Las poblaciones no están establecidas en zonas bien definidas y en general no cuentan con accesos a todos los servicios (2,1,1). La calidad de las poblaciones en el SA se considera como media, a nivel AI las oportunidades de empleo son más escasas (1,2,2). En términos generales la calidad del elemento social es considerada como media (8,6,6).

Respecto a la cultura, los habitantes no se verán afectados de manera significativa en sus usos y costumbres, ya que el desarrollo minero Providencia será una 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.

## 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.

Debe tenerse en cuenta que 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 diagnóstico 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.

### Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para evaluar el impacto ambiental se analizó el contexto regional y, considerando las características de la obra, en cuanto a sus dimensiones, ubicación y distribución, se determinó que los impactos generados. De tal forma que la metodología utilizada para evaluar los impactos considera las etapas siguientes: i) **Identificación**, ii) **Valoración** y la iii) **Jerarquización**, como se ilustra en la figura siguiente.

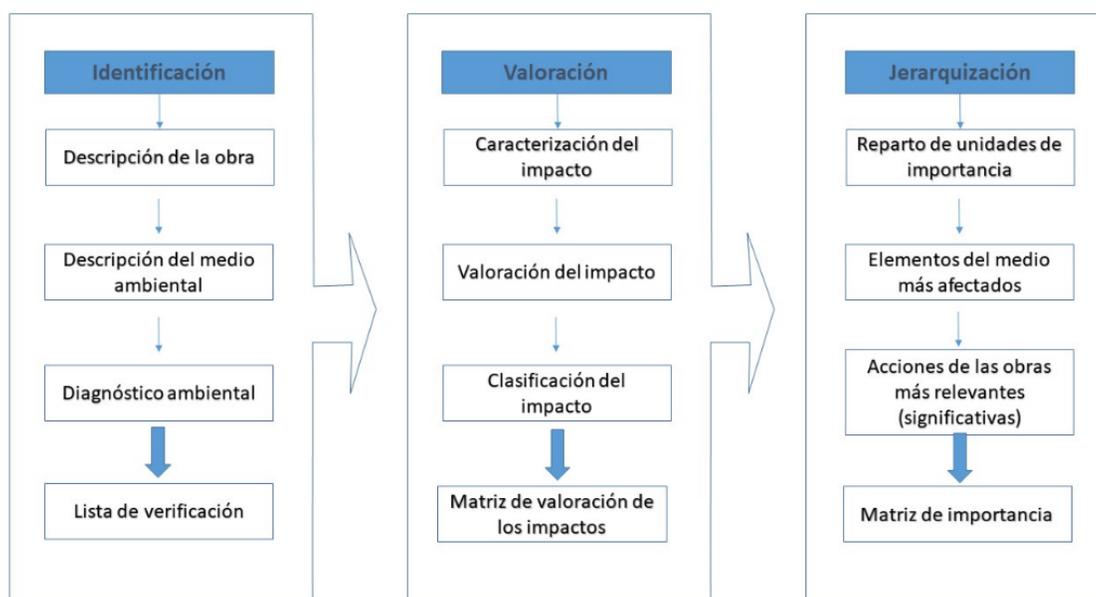


Figura V.1. Descripción gráfica de la metodología a utilizarse para la evaluación de los impactos

## V.1 Lista de verificación

En la **identificación** de los impactos, se ha considerado el proceso analítico siguiente:

- i. Se enlistaron todos los **elementos** identificados en la caracterización del Sistema Ambiental.
- ii. Cada elemento fue dividido en **componentes**, es decir las características más importantes que ayudarán a establecer el primer umbral de calidad ambiental.
- iii. Para cada componente fueron asignados los **atributos** más importantes para establecer puntualmente la afectación o generación de impacto.
- iv. Se establecieron **consideraciones** en relación al funcionamiento o principales factores que intervienen en la modificación o afectación de cada componente.
- v. Para poder realizar la valoración de la afectación o generación de **impacto**, en un primer ejercicio a juicio abierto se seleccionaron todos aquellos impactos con posibilidad de presentarse por las diferentes acciones y actividades a desarrollar. Posteriormente, en un análisis a profundidad considerando las medidas de prevención consideradas para las actividades y obras a desarrollar se analizó la posibilidad del impacto simultáneamente con la aplicación de las medidas preventivas; partiendo del hecho que la naturaleza del Estudio de Impacto Ambiental es la prevención de impactos y que la Promovente estará **condicionada** a cumplir con dichas medidas.
- vi. Se consideró que **no existía afectación o generación de impacto (0)** siempre y cuando se aplicarán las **medidas preventivas (justificación)**; y para aquellos que a pesar de aplicar las medidas preventivas se identificaba que la **afectación (1)** a las consideraciones del atributo, fue necesario establecer y concretar la **definición del impacto**.
- vii. Fue necesario, a manera de comprobación como es que se pudiese dar **seguimiento y cumplimiento** de la generación o no generación de impactos, y definir las principales **etapas** en la vigilancia.
- viii. 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.

En el siguiente cuadro se presenta la **lista de verificación de los impactos** a generarse, cuando hay afectación se usa el valor de 1, en tanto que el valor de 0 se utiliza para indicar que no hay impacto (impacto nulo), se trata de impactos considerados como relevantes y por eso se incluyeron en la valoración el total de impactos.

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

*Cuadro V-1. Lista de verificación de impactos ambientales*

Elemento	Componente	Atributo o variable	Consideración	Afectación / Generación	Impacto	Justificación/Causa	Seguimiento / cumplimiento
Atmósfera	Clima local	Temperatura	No se modifica	0			
Atmósfera	Clima local	Precipitación	No se modifica	0			
Atmósfera	Clima local	Vientos	No se modifica	0		El cambio climático obedece a factores globales	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, maquinaria y equipo a utilizar en las actividades propuestas
Atmósfera	Clima local	Fenómenos meteorológicos	No se modifica	0			
Atmósfera	Clima local	Evapotranspiración potencial	No se modifica	0			
Atmósfera	Clima local	Fenómenos naturales	No se modifica	0			
Atmósfera	Aire (Calidad)	Monóxido de carbono (CO)	Están relacionados a los procesos de combustión; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire	1	Aumento de las concentraciones de CO		
Atmósfera	Aire (Calidad)	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Están relacionados a los procesos de combustión; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire	1	Aumento en las concentraciones de CO <sub>2</sub> mayores a las permitidas	Mecanismo de combustión de los vehículos y maquinaria utilizada	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, maquinaria y equipo a utilizar en las actividades propuestas
Atmósfera	Aire (Calidad)	Óxidos de nitrógeno (NOx)	Están relacionados a los procesos de combustión; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire	1	Aumento de las concentraciones de NOx	Mecanismo de combustión de los vehículos y maquinaria utilizada	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, maquinaria y equipo a utilizar en las actividades propuestas
Atmósfera	Aire (Calidad)	Óxidos de azufre (SOx)	Están relacionados a los procesos de combustión; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire	1	Aumento en las concentraciones de SOx	Mecanismo de combustión de los vehículos y maquinaria utilizada	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, maquinaria y equipo a utilizar en las actividades propuestas
Atmósfera	Aire (Calidad)	Polvos	El polvo es parte de la composición de la atmósfera, se genera de manera natural en un ecosistema, sin embargo puede haber acciones del hombre que aumenten su generación y dinámica	1	Generación del polvo	Desgaste de los caminos de acceso por el rodamiento de los vehículos para transportar equipo, materiales y personal a las áreas de trabajo, el impacto no es medible, por lo que se deberán considerar acciones preventivas, ya que la generación de polvo podrá incrementarse debido a la eliminación de la cobertura vegetal.	Mantenimiento de los caminos de acceso y humectación de los mismos para evitar lo más posible la generación de polvos.
Atmósfera	Aire (Calidad)	Olor	Las diferentes percepciones olfativas en el ambiente depende de la composición del ecosistema y las interacciones con los vientos	0		El sitio se encuentra al aire libre y las actividades programadas no generarán olores diferentes a los existentes	Percepción olfativa de los obreros y pobladores cercanos

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

Elemento	Componente	Atributo o variable	Consideración	Afectación / Generación	Impacto	Justificación/Causa	Seguimiento / cumplimiento
Atmósfera	Aire (Calidad)	Ruido	En la naturaleza de forma general se dan a cabo interacciones que generan ruido, canto de las aves, sonidos de mamíferos, el viento chocando con las hojas de los árboles	1	Generación de ruido y vibraciones	El ruido que se producirá por el tránsito de vehículos que transportarán equipo, materiales y personal al sitio, así como los ruidos propios de las actividades a desarrollar serán ajenos al ecosistema	Las actividades deberán desarrollarse en horarios que no afecten las costumbres de los pobladores cercanos y los trabajadores deberán utilizar equipo de protección auditivo
Fisiografía	Relieve	Elevaciones	Los procesos producidos por los agentes geológicos externos que modifican el relieve son: meteorización, erosión, transporte, sedimentación	0		Las actividades no modificarán significativamente las elevaciones del sitio	Las actividades se deberán realizar conforme a lo descrito en el MIA-P se deberá contar con un supervisor ambiental
Fisiografía	Relieve	Pendiente y exposición		1	Modificación de la pendiente y exposición a nivel puntual	Para realizar el camino de acceso contemplado será necesario realizar nivelación y cortes al terreno, que afectarán a nivel puntual la pendiente y exposición del sitio	Las actividades se deberán realizar conforme a lo descrito en el MIA-P se deberá contar con un supervisor ambiental
Geología	Material superficial	Material geológico superficial	El material geológico superficial del SA se encuentra consolidado	1	Movimiento de material geológico superficial	Las actividades de preparación del sitio incluyen el despalme del área, en cuanto a la construcción del camino se planean realizar cortes, esto implica que el material geológico superficial resultante tenga que ser ubicado en otro sitio	Las actividades se deberán realizar conforme a lo descrito en el MIA-P se deberá contar con un supervisor ambiental
Geología	Material subterráneo	Material geológico subterráneo	El material geológico subterráneo del SA se encuentra consolidado	0		La ejecución de los trabajos planteados serán a nivel superficial	Las actividades se deberán realizar conforme a lo descrito en el MIA-P se deberá contar con un supervisor ambiental
Suelos	Composición física	Erosión	El tipo de erosión con potencial a generarse corresponde a la hídrica	1	Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)	En la preparación del sitio, el suelo puede quedar desprotegido y propiciará el aumentar de la erosión.	Obras de prevención y control de la erosión hídrica. Como llevar a cabo el cambio de uso de suelo fuera de la época de lluvias, retirar la capa de suelo, y la construcción de obras de desvío de aguas pluviales.
Suelos	Composición física	Residuos sólidos	Por la presencia de personas en el sitio es probable la contaminación del suelo	1	Generación de residuos sólidos	Al incrementarse la presencia humana en las diferentes etapas, se generan residuos sólidos	Será necesario la colocación de contenedores para la recolección de residuos sólidos
Suelos	Composición química	Residuos peligrosos	Los residuos peligrosos de no tener un manejo adecuado podrán llegar a contaminar los suelos	0		Las actividades de mantenimiento de maquinaria pueden generar residuos peligrosos pero éstos no se darán en el sitio	El mantenimiento de vehículos y maquinaria se llevará a cabo en talleres que realicen el manejo adecuado de sus residuos; en caso de realizar

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

Elemento	Componente	Atributo o variable	Consideración	Afectación / Generación	Impacto	Justificación/Causa	Seguimiento / cumplimiento
							mantenimiento en el sitio por causas fortuitas, se deberá dar el manejo adecuado a los residuos
Suelos	Composición biótica	Fertilidad	El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos, aire y agua	1	Perdida de la fertilidad del suelo	El despalme del sitio eliminará la capa de materia orgánica superficial	Los residuos y suelo producto del despalme deberán resguardarse con el fin de utilizarse en las actividades de restauración correspondientes
Hidrología	Flujo	Superficial	Los cauces presentes a nivel sitio son de tipo intermitente	1	Modificación del flujo superficial	En el sitio se ubican cauces de tipo intermitente (solo llevan agua en un evento de lluvia) por lo que se vera afectado su flujo natural	Construir obras de desvío de aguas pluviales para que los cauces sigan lo más posible su curso natural
Hidrología	Flujo	Subterráneo	Dado que el sitio se encuentra en la parte alta del acuífero corresponde a zona de captación.	0		Las actividades a realizar serán superficiales, no se plantean perforaciones que afecten el nivel freático no aprovechamiento de las aguas subterráneas	Las actividades se deberán realizar conforme a lo descrito en el MIA-P se deberá contar con un supervisor ambiental
Hidrología	Composición física y química del agua	Calidad del agua	Las características físico-químicas del agua están relacionadas a las descargas de aguas residuales.	0		Las obras y actividades no modifican la calidad del agua no se prevé descargas de aguas residuales a los cuerpos de agua	Se colocarán sanitarios portátiles para evitar la contaminación del cauce por aguas residuales
Hidrología	Cuerpos de agua	Azolve	Los azolves están íntimamente ligados al proceso de erosión, por lo tanto debe considerarse que el control de los azolves en los cuerpos de agua obedece a obras encaminadas al control de la erosión.	1	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	La remoción de la vegetación incrementa el escurrimiento y por lo tanto la erosión hídrica que azolvará las corrientes cercanas	Ejecutar un programa de conservación de suelos
Biota	Vegetación	Diversidad y estructura	A nivel SA existe una amplia variedad de estructuras vegetales, sin embargo a nivel sitio, no existe vegetación	1	Modificación de la cobertura vegetal	Para el desarrollo de las actividades propuestas se deberá realizar CUSTF	No afectar vegetación de las áreas aledañas a las autorizadas, ejecutar programa de rescate y reubicación de flora
Biota	Fauna silvestre	Diversidad y abundancia	Los ecosistemas del SA tienen una amplia variedad de especies y poblaciones de fauna silvestre que tienen un amplio rango de desplazamiento o hábitat	0		El ruido generado permite ahuyentar la fauna silvestre, el sitio se encuentra cerca de poblaciones rurales por lo que la fauna ya ha sido desplazada por actividades antropogénicas	Aplicar el programa de rescate de fauna previo al inicio de actividades y mantenerlo vigente durante la vida útil
Biota	Fauna silvestre	Especies de interés especial	En el SA se identificaron especies con potencial de encontrarse en el sitio con algún estatus de protección según la NOM-059	1	Desplazamiento de especies de fauna	A pesar de que el sitio se encuentra cerca de poblaciones rurales donde se desarrollan actividades antropogénicas, cabe la posibilidad de encontrar algún espécimen	Aplicar el programa de rescate de fauna previo al inicio de actividades y mantenerlo vigente durante la vida útil

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

Elemento	Componente	Atributo o variable	Consideración	Afectación / Generación	Impacto	Justificación/Causa	Seguimiento / cumplimiento
Biota	Fauna silvestre	Especies de interés especial	En el SA se identificaron especies de aves que podrían ser afectadas con la operación de la línea eléctrica	1	Electrocución de aves	La línea eléctrica representa un riesgo para la avifauna, por lo que se requiere realizar la infraestructura de tal manera que se proteja a estas especies.	Las actividades se deberán realizar conforme a lo descrito en el MIA-P se deberá contar con un supervisor ambiental
Paisaje	Percepción	Calidad	Modificación del ecosistema regional	0		Las obras y actividades no modifican las unidades del paisaje (agua, vegetación, relieve, etc.)	La afectación será a nivel sitio, por lo que no habrá repercusión a nivel SA
Paisaje	Percepción	Fragilidad	Modificación de la cobertura y diversidad vegetal	0		Las especies de flora presentes a nivel sitio se encuentran representadas a nivel SA, por lo tanto se considera que no habrá afectación a la diversidad	La afectación será a nivel sitio, por lo que no habrá repercusión a nivel SA
Paisaje	Percepción	Visibilidad	Modificación puntual a nivel paisaje	1	Modificación puntual a nivel paisaje	Aunque la visibilidad es corta y los habitantes locales no podrán apreciar a simple vista los cambios generados en el sitio, pues la vegetación puede asimilar el cambio por su porte alto. Cuando se recorran las inmediaciones la modificación será evidente.	La afectación será a nivel sitio, por lo que no habrá repercusión a nivel SA; se deberá aplicar un programa de abandono del sitio al final de la vida útil de la obra
Social	Empleo	Economía	Las actividades económicas de la región se resumen a las actividades agrícolas y pecuarias	1	Empleos para la región	La actividad puede generar alternativas de empleo, como transporte de material, mantenimiento de maquinaria y equipo, etc.	Incremento en la calidad de vida de los trabajadores y derrama económica regional
Social	Demografía	Población	Arraigo de la población en sus poblados (la migración se reduce con mayores fuentes de empleo)	1	Arraigo de la población	La generación de empleos permitirá disminuir la migración de pobladores	Las personas que se empleen en las actividades serán de las poblaciones locales
Social	Salud	Calidad de vida	Con más y mejores fuentes de empleo se mejora la calidad de vida de las poblaciones rurales	1	Mejoran los servicios básicos de salud, educación y de vivienda	Se mejoran los servicios básicos de salud y de las viviendas de los trabajadores	Los trabajadores contarán con prestaciones de ley y seguro médico

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

*Cuadro V-2. Globalización de los impactos relevantes*

<b>Elemento</b>	<b>Componente</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Impacto ambiental global</b>
Atmósfera	Aire (Calidad)	Aumento de las concentraciones CO	
Atmósfera	Aire (Calidad)	Aumento en las concentraciones de CO2 mayores a las permitidas	Aumento en la concentración de gases de efecto de invernadero
Atmósfera	Aire (Calidad)	Aumento de las concentraciones de NOx	
Atmósfera	Aire (Calidad)	Aumento en las concentraciones de SOx	
Atmósfera	Aire (Calidad)	Generación del polvo	Generación de polvos y ruido
Atmósfera	Aire (Calidad)	Generación de ruido y vibraciones	
Fisiografía	Relieve	Modificación de la pendiente y exposición a nivel puntual	Modificación del relieve local
Geología	Material superficial	Movimiento de material geológico superficial	Movimiento de material geológico superficial
Suelos	Composición física	Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)	Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)
Suelos	Composición física	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos sólidos
Suelos	Composición biótica	Pérdida de la fertilidad del suelo	Pérdida de la fertilidad del suelo
Hidrología	Flujo	Modificación del flujo superficial	Modificación del flujo superficial
Hidrología	Cuerpos de agua	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)
Biota	Vegetación	Modificación de la cobertura vegetal	Modificación de la cobertura vegetal
Biota	Fauna silvestre	Desplazamiento de especies de fauna	Desplazamiento de especies de fauna
Biota	Fauna silvestre	Electrocución de aves	Electrocución de aves
Paisaje	Percepción	Modificación puntual a nivel paisaje	Modificación puntual a nivel paisaje
Social	Empleo	Empleos para la región	
Social	Demografía	Arraigo de la población	Generación de empleos, incremento en las relaciones económicas y mejora en servicios básicos
Social	Salud	Mejoran los servicios básicos de salud, educación y de vivienda	

## V.2 Caracterización y valoración de los impactos

En la caracterización de los impactos se consideró el proceso analítico siguiente:

- i. Se retomaron los impactos relevantes determinados en la **lista de verificación**. Se realizó un primer ejercicio de identificación de los impactos por etapa.
- ii. Posteriormente se filtraron los impactos por etapa para realizar la caracterización separadamente. Se generaron 4 matrices, una para los impactos que se generarán en la etapa de preparación del sitio, una para la etapa de construcción una para la etapa de operación-mantenimiento y una más para la etapa de abandono del sitio.
- iii. Para cada una de las matrices se caracterizaron los impactos en función de los criterios seleccionados y que se describen a detalle más adelante.

*Cuadro V-3. Identificación inicial de los impactos para cada etapa*

Impacto ambiental global	ID	Preparación del sitio	Construcción	Operación - Mantenimiento	Abandono del sitio
Aumento en la concentración de gases de efecto de invernadero	1	X	X	X	X
Generación de polvos y ruido	2	X	X	X	X
Modificación del relieve local	3		X		X
Movimiento de material geológico superficial	4	X	X		
Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)	5	X	X	X	X
Generación de residuos sólidos	6	X	X	X	X
Pérdida de la fertilidad del suelo	7	X			X
Modificación del flujo superficial	8	X	X	X	X
Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	9	X	X	X	X
Modificación de la cobertura vegetal	10	X			X
Desplazamiento de especies de fauna	11	X	X	X	X
Electrocución de aves	12			X	
Modificación puntual a nivel paisaje	13	X	X	X	X
Generación de empleos, incremento en las relaciones económicas y mejora en servicios básicos	14	X	X	X	X

## CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Para cada una de las etapas se caracterizaron los impactos identificados, en dónde fueron tomados en cuenta principalmente los criterios siguientes:

**Naturaleza (+/-).** El signo positivo se aplicará a todos aquellos impactos que supongan algún beneficio sobre los factores del medio considerados. El signo negativo se aplicará sobre aquellos impactos detectados cuyo efecto sea perjudicial para el medio.

**Plazo de manifestación (PM).** Considera el tiempo en el que el impacto se hará presente, considerando una escala de corto, mediano y largo plazo. Es este sentido resulta interesante matizar que no resulta útil el adjudicar diferentes valoraciones a un impacto por el hecho de manifestarse antes o después, por lo que este criterio utilizará las letras CP, MP y LP para corto plazo, medio plazo y largo plazo respectivamente.

**Efecto (E).** Describe la incidencia del impacto en el componente considerándose dos relaciones: directo e indirecto. En función de la relación causa-efecto, se consideran directos todos aquellos impactos que provoquen una incidencia inmediata sobre algún aspecto ambiental. Por el contrario, serán indirectos, aquellos impactos cuyo efecto esté relacionado, además, con otro aspecto ambiental (aplicable a impactos positivos y negativos).

**Acumulación (A).** Esta característica se refiere la acumulación del impacto con otros y al mismo tiempo con la sinergia de éstos. Si afecta únicamente al elemento evaluado es simple, si su efecto es progresivo es acumulativo, y si efecto induce otros impactos es sinérgico (aplicable a impactos positivos y negativos).

**Duración (D).** Dependiendo del tiempo de ejecución para cada acción o actividad de la obra, se menciona el tiempo de permanencia del impacto, considerando un corto, mediano y largo plazo (aplicable a impactos positivos y negativos).

**Reversibilidad (RV).** Se define si el tipo de impacto es reversible o irreversible, estableciendo el grado de perturbación que se presente en algún componente ambiental y según su duración en años. En este caso fue considerado bajo el supuesto que el ecosistema pudiera llegar alcanzar su clímax en alrededor de 25 años (aplicable a impactos negativos). Resulta necesario aclarar en este punto que, por lo general, los impactos de carácter positivo no se adecuan bien a este parámetro, por lo que se aplicará en función de duración (años).

**Recuperabilidad (RC).** Este criterio tiene mucha similitud con el anterior (reversibilidad), si bien en este caso se refiere a la posibilidad de eliminar una alteración mediante la intervención humana y la implementación de medidas preventivas o correctoras. En función de lo que tarda el medio en recuperar las condiciones iniciales, se puede hablar de recuperabilidad inmediata, a corto, medio o largo plazo. Si un impacto es reversible también es recuperable y normalmente se puede acelerar su recuperación mediante la intervención humana, acortando los plazos. En este caso, habrá que considerar los costes de ejecución de las medidas correctoras para determinar su viabilidad (aplicable a impactos negativos). Al igual que en el caso de la reversibilidad, los impactos positivos por lo general no se adecuan a este parámetro, por lo que se aplicará en función de duración (años).

**Periodicidad (PR).** Al tiempo de manifestación del impacto, pudiendo ser; continuo, periódico o discontinuo, en función de su probabilidad (aplicable a impactos positivos y negativos).

**Extensión del impacto (EX).** Considerando parámetros como el porcentaje de superficies o población beneficiada. puntual, cuando afecte a menos del 5% de la superficie total del proyecto; parcial cuando afecte entre un 5 y un 25%, media entre un 26 y un 50%, extensa entre un 51 y un 90%, total entre un 91% y un 100% y prologada cuando el efecto sea superior al 100% de la superficie o se produzca fuera de los límites de ésta (aplicable a impactos positivos y negativos).

**Intensidad del impacto (IT).** Consideración técnica porcentual de afectación al elemento. Resulta precisa la inclusión de un criterio que permita establecer el grado de destrucción/afección o mejora del medio ambiente afectado mediante un parámetro que denominaremos Intensidad del impacto. Dicho parámetro estará referido al área (o la población en el caso de ciertos impactos positivos) considerada para definir la extensión del proyecto, y al impacto concreto que se evalúa (aplicable a impactos positivos y negativos).

Las categorías de la valoración de los impactos se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro V-4. Criterios de la caracterización de los impactos ambientales

ID	Signo	Naturaleza	
-		Impacto negativo	
+		Impacto positivo	
PM	Clave	Plazo de manifestación	Rango
	LP	Largo Plazo	> 5 años
	MP	Mediano Plazo	< 5 años
	CP	Corto Plazo	< 1 años
E	Valor	Efecto	Consideración
	3	Directo	Incidencia inmediata
	1	Indirecto	Incidencia secundaria
A	Valor	Acumulación	Consideración
	10	Sinérgico	Induce más de 5 impactos nuevos
	8	Sinérgico	Induce de 3 a 5 nuevos
	6	Sinérgico	Induce > 2 impactos nuevos
	2	Acumulativo	Incremento progresivo
	1	Simple	Únicamente al elemento
D	Valor	Duración	Rango
	6	Permanente	> 10 años
	3	Temporal	Largo plazo (años)
	2	Temporal	Mediano plazo (meses)
	1	Temporal	Corto plazo (días)
RV	Valor	Reversividad	Rango
	10	Irreversible	> 25 años
	6	Reversible	21 a 25 años
	5	Reversible	16 a 20 años
	4	Reversible	11 a 15 años
	3	Reversible	6 a 10 años
	2	Reversible	1 a 5 años

	1	Reversible	<1 año
RC	Valor	Recuperabilidad	Rango
	7	Irrecuperable	> 25 años
	6	Recuperable	21 a 25 años
	5	Recuperable	16 a 20 años
	4	Recuperable	11 a 15 años
	3	Recuperable	6 a 10 años
	2	Recuperable	1 a 5 años
	1	Recuperable	<1 año
PR	Valor	Periodicidad	Rango
	7	Continuo	Se presenta durante todo el tiempo
	5	Periódico	Se puede identificar una periodicidad
	4	Posible ocurrencia	>10 veces al año
	3	Posible ocurrencia	5-10 veces al año
	2	Posible ocurrencia	1-4 veces al año
	1	Posible ocurrencia	<1 vez al año
EX	Valor	Extensión	Rango
	9	Prolongada	Fuera de los límites delimitados o > 100%
	7	Total	91-100%
	5	Extensa	51-90%
	3	Media	6-50%
	2	Parcial	5-25%
	1	Puntual	<5%
IT	Valor	Intensidad	Rango
	12	Máxima	>91%
	8	Muy alta	76-90%
	6	Alta	51-75%
	4	Media	26-50%
	2	Baja	5-25%
	1	Muy baja	<5%

## VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

La **valoración** de los impactos estará en función de la fórmula siguiente:

$$I = \pm(E + A + D + RV + RC + PR + EX + IT)PM$$

## DICTAMEN

El dictamen final, considera las categorías de impacto ambiental **compatible, moderado, severo y crítico**, cuyas acepciones son las siguientes:

- **Impacto ambiental compatible.** Aquél cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- **Impacto ambiental compatible - moderado.** Aquél cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, pero con tendencia a moderado.

- **Impacto ambiental moderado.** Aquél cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- **Impacto ambiental moderado - severo.** Aquél cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, pero con tendencia a severo.
- **Impacto ambiental severo.** Aquél en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
- **Impacto ambiental severo - crítico.** Aquél en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, con tendencia a crítico.
- **Impacto ambiental crítico.** Aquél cuya magnitud es superior al umbral aceptable, con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, con difícil posibilidad de recuperación, dónde se sugiere la adopción de medidas protectoras, correctoras y/o la valoración de una alternativa más sustentable.

Para la definición la categoría del impacto se utilizó el criterio siguiente:

*Cuadro V-5. Criterios de categorización de los impactos ambientales*

<b>Categoría</b>	<b>RC (años)</b>	<b>Valor</b>
Compatible	< 1	1
Compatible-Moderado	1 a 10	2
Moderado	11 a 20	3
Moderado-Severo	21 a 30	4
Severo	31 a 40	5
Severo-Crítico	40 a 50	6
Crítico	> 50	7

### V.2.1 Preparación del sitio

Para esta etapa se han identificado 12 impactos ambientales y su caracterización es de la manera siguiente:

**1. AUMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE GASES DE EFECTO DE INVERNADERO.** Es un impacto **negativo**, por la emisión de elementos tóxicos a la atmósfera. Su manifestación es a **largo plazo**, aunque, los gases serán generados desde el inicio de las actividades, su impacto será apreciado hasta el largo plazo. Su efecto es **directo**, porque se deriva de la combustión interna de los motores. **Simple**, dado a que las emisiones podrán ser amortiguadas por la vegetación del SA. La duración es **temporal**, ya que, el uso de la maquinaria y los vehículos durante esta etapa será por algunos meses. **Reversible**, considerando que la emisión de los gases no es significativa a nivel local. Es **recuperable**, las medidas de prevención reducen los niveles de emisión de gases y son amortiguados a nivel SA y AI. **Periódico**, ya que el uso de la maquinaria y vehículos para las actividades será por horarios y temporadas. La extensión es **parcial**, puede establecerse que la extensión de los gases será puntual (a nivel sitio). Finalmente, la intensidad es **baja**, siempre y cuando los vehículos y maquinaria sean sometidos a mantenimiento preventivo.

**2. GENERACIÓN DE POLVOS Y RUIDO.** Es un impacto **negativo**, el ruido y polvo perturba la tranquilidad del sitio, y puede generar lesiones en el personal si no se usa la protección auditiva y visual adecuada. Su manifestación es a **corto plazo**, se manifiesta desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, derivado de las diferentes actividades antropogénicas. **Simple**, se manifiesta de manera muy puntual. La duración es **temporal**, durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, solo se generarán polvos y ruido durante las actividades. Es **recuperable**, una vez terminada la etapa, el ruido y generación de polvo cesarán. **Periódico**, obedece a la actividad humana durante la duración de esta etapa. La extensión es **media**, con referencia al AI y sitio. Finalmente, la intensidad es **media**, resultando afectados en un rango muy reducido a las fuentes de emisión.

**3. MOVIMIENTO DE MATERIAL GEOLÓGICO SUPERFICIAL.** Es un impacto **negativo**, que se propiciará por el despalme del área después del CUSTF. Su manifestación es a **corto plazo**, el efecto será evidente desde el inicio de las actividades. Su efecto es **directo**, sobre la geología superficial del sitio. **Acumulativo**, será un impacto sobre este componente y el relieve. La duración es **temporal**, de acuerdo a la duración de la etapa. **Reversible**, depende de los procesos geológicos naturales. Es **recuperable**, se requeriría el mismo tiempo del movimiento de material para llevar el sitio a su estado original. **Periódico**, solo durante la presente etapa y las actividades se desarrollarán en horarios y temporadas específicas. La extensión es **extensa**, se llevará a cabo en el sitio propuesto, sin afectar áreas no autorizadas. Finalmente, la intensidad es **media**, las actividades no afectarán la geología subterránea del sitio.

**4. INCREMENTO EN LOS PROCESOS DE EROSIÓN HÍDRICA (LAMINAR).** Es un impacto **negativo**, la remoción de la vegetación, aumentará los procesos erosivos en el sitio. Su manifestación es a **corto plazo**, está íntimamente ligado a la remoción de la vegetación y podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **indirecto**, la erosión obedece al impacto que se genera por la remoción de la vegetación, por lo tanto es un impacto indirecto. **Acumulativo**, el aporte de sedimentos al sistema hidrológico se considera un impacto acumulativo, derivado del CUSTF. La duración es **temporal**, la erosión más importante es la hídrica la cual obedece a la temporada de lluvias. **Irreversible**, la formación de suelo es un proceso complejo, en el que intervienen numerosos factores y agentes. Es **recuperable**, con las medidas de conservación y protección del suelo se podrán generar las condiciones óptimas para la formación de suelos y su recuperación. **Periódico**, la afectación más importante está relacionada a la temporada de lluvias. La extensión es **extensa**, se prevé una afectación a nivel sitio. Finalmente, la intensidad es **media**, en caso de ocurrir no será significativa en el SA.

**5. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.** Es un impacto **negativo**, por el incremento en la presencia humana se generarán residuos sólidos. Su manifestación es a **corto plazo**, el efecto se manifestará desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, como consecuencia de la presencia del factor humano. **Acumulativo**, si, durante el desarrollo de las actividades no se realiza la disposición adecuada de los residuos. La duración es **temporal**, está relacionada a la duración de las jornadas de trabajo y la etapa. **Irreversible**, está en función del tipo de desecho que se genere, si no se da el manejo adecuado a los residuos sólidos. Es **recuperable**, con un programa de recolección de residuos el impacto se mitiga. **Periódico**, la duración está íntimamente ligada a la presencia humana y la duración de la etapa. La extensión es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel del sitio. Finalmente, la intensidad es **baja**, dependerá del número de trabajadores en el sitio, pero se considera que será mínima.

**6. PÉRDIDA DE LA FERTILIDAD DEL SUELO.** Es un impacto **negativo**, por la remoción de la vegetación y el despalme del sitio. Su manifestación es a **corto plazo**, está íntimamente ligado a la remoción de la vegetación y por el despalme de los sitios a ocuparse. Su efecto es **directo**, ya que el recurso será retirado del área. **Sinérgico**, ya que de él se derivan dos impactos importantes, la erosión e incremento en los azolves a los cuerpos de agua. La duración es **temporal**, se asocia con la duración de la obra. **Irreversible**, la formación de suelo es un proceso complejo, en el que intervienen numerosos factores y agentes. Es **recuperable**, una vez terminada la vida útil el suelo será utilizado en las obras de restauración. **Posible ocurrencia**, se asocia a la remoción de la vegetación. La extensión es **total**, solo será removida la vegetación del área autorizada. Finalmente, la intensidad es **muy baja**, la superficie con respecto al total del predio.

**7. MODIFICACIÓN DEL FLUJO SUPERFICIAL.** Es un impacto **negativo**, al remover la vegetación se verá afectado el flujo de los cauces presentes. Su manifestación es a **corto plazo**, podrá manifestarse desde el inicio de las actividades. Su efecto es **directo**, derivado de las actividades de CUSTF. **Simple**, únicamente sobre el elemento. La duración es **temporal**, está relacionada a la época de lluvias. **Reversible**, el flujo puede llevar a su cauce original sin intervención humana. Es **recuperable**, si se reforestan las áreas dañadas. **Periódico**, durante la época de lluvias ya que los cauces afectados son intermitentes. La extensión es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel del sitio. Finalmente, la intensidad es **baja** con referencia al AI.

**8. INCREMENTO DE AZOLVES PRODUCTO DE PROCESOS DE EROSIÓN (LAMINAR O EN CÁRCAVAS).** Es un impacto **negativo**, podrá generarse por el arrastre de la vegetación en el CUSTF y en la despalme de la capa de suelo fértil. Además, la circulación los vehículos generarán desgaste en los caminos, y estos sedimentos podrán convertirse en azolves. Su manifestación es a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades que lo generen y su intensidad podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **indirecto**, el incremento es producto de la erosión, es

decir es un impacto indirecto. **Simple**, el aporte de sedimentos al sistema hidrológico se considera un impacto acumulativo, pero dadas las dimensiones del proyecto no será significativo. La duración es **temporal**, el impacto se manifiesta sobre todo en la temporada de lluvias. **Reversible**, al finalizar la etapa de preparación la erosión tendrá que ser estabilizada, y por tanto se considera el mismo tiempo para estabilizar la concentración de azolves en los cuerpos de agua. Es **recuperable**, considerando que con las medidas de mitigación y control de la erosión para la etapa de preparación, la condición de los azolves en los cuerpos de agua vuelva a su normalidad en la siguiente temporada de lluvias. **Posible ocurrencia**, la cantidad de azolves está relacionado al comportamiento del volumen de los cuerpos de agua y éste a su vez obedece a la temporada de lluvia y sequías. La extensión es **total**, la extensión se considera a nivel sitio. Finalmente, la intensidad es **baja**, la intensidad está en función del sitio.

**9. MODIFICACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL.** Es un impacto **negativo**, con la remoción de la vegetación, se tendrá una disminución en la cobertura vegetal, la cual afectará en el elemento suelo, principalmente. Su manifestación es a **corto plazo**, desde el inicio de la remoción de la vegetación. Su efecto es **directo**, es la actividad principal de la etapa. **Sinérgico**, puede generar incremento en los procesos de erosión y aumento en los azolves en los cuerpos de agua. La duración es **temporal**, durante la remoción de la vegetación en esta etapa. **Reversible**, está vinculado a la duración de la vida útil, ya que no serán hasta entonces que se aplicarán las medidas de restauración de la vegetación. Es **recuperable**, una vez que finalice la vida útil se aplicarán las medidas de restauración para recuperar la vegetación afectada. **Periódico**, la remoción de la vegetación solo se llevará en la etapa de preparación del sitio, y conforme al programa de trabajo está será periódica, pero solo para las áreas autorizadas. La extensión es **total**, la remoción solo será a la vegetación que se autorice superficie sujeta a CUSTF. Finalmente, la intensidad es **baja**, el impacto será bajo respecto a la superficie afectada con el AI y SA.

**10. DESPLAZAMIENTO DE ESPECIES DE FAUNA.** Es un impacto **negativo**, en el sitio se llevan a cabo actividades antropogénicas que han desplazado la fauna; sin embargo, por las condiciones del SA, puede llegar a encontrarse algún individuo en el AI. Su manifestación es a **corto plazo**, se manifiesta desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, derivado de las diferentes actividades y obras antropogénicas a desarrollar. **Simple**, solo se perturba los individuos de la fauna silvestre local. La duración es **temporal**, es un impacto a corto plazo en esta etapa. **Reversible**, una vez que cesen las actividades, la fauna podrá transitar libremente. Es **recuperable**, con un programa de rescate y reubicación de fauna. **Periódico**, solo durante la presente etapa. La extensión es **parcial**, puntual y con referencia al AI. Finalmente, la intensidad es **media**, con referencia al AI.

**11. MODIFICACIÓN PUNTUAL A NIVEL PAISAJE.** Es un impacto **negativo**, que podrá vislumbrarse a nivel sitio por la remoción de la vegetación. Su manifestación es a **corto plazo**, se manifiesta desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, como consecuencia de la ejecución del CUSTF. **Simple**, se espera que la efectación sea a nivel sitio sin extenderse fuera de los límites del AI y SA. La duración es **temporal**, es un impacto a corto plazo en esta etapa. **Reversible**, debido al tiempo en que la vegetación dominante en el área tarda para poblar naturalmente un sitio. Es **recuperable**, introduciendo especies nativas en el sitio. **Continuo**, durante esta etapa. La extensión es **total**, puntual y con referencia al AI. Finalmente, la intensidad es **alta**, con referencia al AI.

**12. GENERACIÓN DE EMPLEOS, INCREMENTO EN LAS RELACIONES ECONÓMICAS Y MEJORA EN SERVICIOS BÁSICOS.** Es un impacto **positivo**, se van a generar nuevos empleos con las prestaciones que establece la ley laboral, por tanto se incrementarán las relaciones comerciales en la región. Su manifestación es a **corto plazo**, los empleos bien remunerados mejoran la calidad de vida de las comunidades locales. Su efecto es **directo**, sobre los obreros e inversionistas del proyecto. **Sinérgico**, se incrementa la derrama económica regional, que a su vez mejora la calidad de vida local. La duración es **temporal**, solo durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, por la duración de la etapa. Es **recuperable**, si se abandonan las actividades se recupera el estado económico inicial. **Continuo**, en la duración de esta etapa. La extensión es **prolongada**, la derrama económica tendrá alcance a nivel regional. Finalmente, la intensidad es **máxima**, considerando la derrama económica.

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

*Cuadro V-6. Valoración de los impactos en la etapa de preparación del sitio*

Elemento	Componente	ID	Impacto global	N	PM	E	A	D	RV	RC	PR	EX	IT	Valoración	Clasificación del impacto según su RC
Atmósfera	Aire (Calidad)	1	Aumento en la concentración de gases de efecto de invernadero	-	LP	3	1	2	1	1	5	2	2	-17LP	COMPATIBLE
Atmósfera	Aire (Calidad)	2	Generación de polvos y ruido	-	CP	1	1	2	2	1	5	3	4	-19CP	COMPATIBLE
Geología	Material superficial	3	Movimiento de material geológico superficial	-	CP	3	2	3	4	3	5	5	4	-29CP	MODERADO
Suelos	Composición física	4	Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)	-	CP	1	2	2	10	2	5	5	4	-31CP	COMPATIBLE-MODERADO
Suelos	Composición física	5	Generación de residuos sólidos	-	CP	1	2	2	10	1	5	2	2	-25CP	COMPATIBLE
Suelos	Composición biótica	6	Pérdida de la fertilidad del suelo	-	CP	3	6	3	10	4	1	7	1	-35CP	MODERADO-SEVERO
Hidrología	Flujo	7	Modificación del flujo superficial	-	CP	3	1	2	2	2	5	2	2	-19CP	COMPATIBLE-MODERADO
Hidrología	Cuerpos de agua	8	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	-	CP	1	1	2	2	1	1	7	2	-17CP	COMPATIBLE
Biota	Vegetación	9	Modificación de la cobertura vegetal	-	CP	3	6	2	5	4	5	7	2	-34CP	MODERADO-SEVERO
Biota	Fauna silvestre	10	Desplazamiento de especies de fauna	-	CP	1	1	2	2	1	5	2	4	-18CP	COMPATIBLE
Paisaje	Percepción	11	Modificación puntual a nivel paisaje	-	CP	1	1	2	3	2	7	7	6	-29CP	COMPATIBLE-MODERADO
Social	Empleo	12	Generación de empleos, incremento en las relaciones económicas y mejora en servicios básicos	+	CP	3	8	1	1	2	7	9	12	+43CP	COMPATIBLE-MODERADO

## V.2.2 Construcción

Para esta etapa se han identificado 11 impactos ambientales y su caracterización es de la manera siguiente:

**1. AUMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE GASES DE EFECTO DE INVERNADERO.** Es un impacto **negativo**, por la emisión de elementos tóxicos a la atmósfera. Su manifestación es a **largo plazo**, aunque, los gases serán generados desde el inicio de las actividades, su impacto será apreciado hasta el largo plazo. Su efecto es **directo**, porque se deriva de la combustión interna de los motores. **Simple**, dado a que las emisiones podrán ser amortiguadas por la vegetación del SA. La duración es **temporal**, ya que, el uso de la maquinaria y los vehículos durante esta etapa será por algunos años. **Reversible**, considerando que la emisión de los gases no es significativa a nivel local. Es **recuperable**, las medidas de prevención reducen los niveles de emisión de gases y son amortiguados a nivel SA y AI. **Periódico**, ya que el uso de la maquinaria y vehículos para las actividades será por horarios y temporadas. La extensión es **parcial**, puede establecerse que la extensión de los gases será puntual (a nivel sitio). Finalmente, la intensidad es **baja**, siempre y cuando los vehículos y maquinaria sean sometidos a mantenimiento preventivo.

**2. GENERACIÓN DE POLVOS Y RUIDO.** Es un impacto **negativo**, el ruido y polvo perturba la tranquilidad del sitio, y puede generar lesiones en el personal si no se usa la protección auditiva y visual adecuada. Su manifestación es a **corto plazo**, se manifiesta desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, derivado de las diferentes actividades antropogénicas. **Simple**, se manifiesta de manera muy puntual. La duración es **temporal**, durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, solo se generarán polvos y ruido durante las actividades. Es **recuperable**, una vez terminada la etapa, el ruido y generación de polvo cesarán. **Periódico**, obedece a la actividad humana durante la duración de esta etapa. La extensión es **media**, con referencia al AI y sitio. Finalmente, la intensidad es **media**, resultando afectados en un rango muy reducido a las fuentes de emisión.

**3. MODIFICACIÓN DEL RELIEVE LOCAL.** Es un impacto **negativo**, al hacer los cortes en el sitio para desarrollar el camino de acceso planeado. Su manifestación es a **corto plazo**, ya que desde el inicio de construcción del camino serán evidentes las afectaciones a las pendientes y exposiciones del sitio. Su efecto es **indirecto**, por los cortes que se realizarán en el sitio y el impacto se deriva de la modificación de las pendientes y exposiciones. **Acumulativo**, ya que conforme avance la etapa, la pendiente se irá modificando. La duración es **permanente**, la construcción se estima para un periodo de años, pero la obra será de tipo permanente. **Irreversible**, ya que en la etapa de restitución del sitio, las pendientes no volverán a su estado original. Es **recuperable**, en caso de querer reconfigurar el sitio se estima que se necesitará el mismo tiempo de llenado. **Periódico**, durante esta etapa, en la construcción de las obras se pueden identificar tiempos específicos. La extensión es **extensa**, con referencia al AI y sitio. Finalmente, la intensidad es **media**, será a nivel sitio.

**4. MOVIMIENTO DE MATERIAL GEOLÓGICO SUPERFICIAL.** Es un impacto **negativo**, que propiciará la construcción del camino y la excavación de los sitios donde irán las estructuras de soporte de la línea eléctrica. Su manifestación es a **corto plazo**, el efecto será evidente desde el inicio de las actividades. Su efecto es **directo**, sobre la geología superficial del sitio. **Acumulativo**, será un impacto sobre este componente y el relieve. La duración es **temporal**, de acuerdo a la duración de la etapa. **Reversible**, depende de los procesos geológicos naturales. Es **recuperable**, se requeriría el mismo tiempo del movimiento de material para llevar el sitio a su estado original. **Periódico**, solo durante la presente etapa y las actividades se desarrollarán en horarios y temporadas específicas. La extensión es **media**, se llevará a cabo en el sitio propuesto, sin afectar áreas no autorizadas. Finalmente, la intensidad es **baja**, las actividades no afectarán la geología subterránea del sitio.

**5. INCREMENTO EN LOS PROCESOS DE EROSIÓN HÍDRICA (LAMINAR).** Es un impacto **negativo**, mientras se realiza la construcción de la infraestructura, los suelos que estén desnudos pueden presentar erosión, sobre todo en la época de lluvia. Su manifestación es a **corto plazo**, está íntimamente ligado a la remoción de la vegetación y podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **indirecto**, la erosión obedece al impacto que se genera por la remoción de la vegetación, y en esta etapa estará desprovisto de su cubierta natural, por lo tanto es un impacto indirecto. **Acumulativo**, el aporte de sedimentos al sistema hidrológico se considera un impacto acumulativo, derivado de la falta de cubierta vegetal en el sitio. La duración es **temporal**, la erosión más importante es la hídrica la cual obedece a la temporada de lluvias. **Irreversible**, la formación de suelo es un proceso complejo, en el que intervienen numerosos factores y agentes. Es **recuperable**, con las medidas de conservación y protección del suelo se podrán

generar las condiciones óptimas para la formación de suelos y su recuperación. **Periódico**, la afectación más importante está relacionada a la temporada de lluvias. La extensión es **extensa**, se prevé una afectación a nivel sitio. Finalmente, la intensidad es **media**, en caso de ocurrir no será significativa en el SA.

**6. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.** Es un impacto **negativo**, por el incremento en la presencia humana se generarán residuos sólidos. Su manifestación es a **corto plazo**, el efecto se manifestará desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, como consecuencia de la presencia del factor humano. **Acumulativo**, si, durante el desarrollo de las actividades no se realiza la disposición adecuada de los residuos. La duración es **temporal**, está relacionada a la duración de las jornadas de trabajo y la etapa. **Irreversible**, está en función del tipo de desecho que se genere, si no se da el manejo adecuado a los residuos sólidos. Es **recuperable**, con un programa de recolección de residuos el impacto se mitiga. **Periódico**, la duración está íntimamente ligada a la presencia humana y la duración de la etapa. La extensión es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel del sitio. Finalmente, la intensidad es **baja**, dependerá del número de trabajadores en el sitio, pero se considera que será mínima.

**7. MODIFICACIÓN DEL FLUJO SUPERFICIAL.** Es un impacto **negativo**, durante la construcción de la infraestructura, deberán elaborarse las estructuras de desvío que permitan el libre flujo de los cauces intermitentes. Su manifestación es a **corto plazo**, podrá manifestarse desde el inicio de las actividades. Su efecto es **directo**, derivado de la construcción de obras antropogénicas ajenas al lugar. **Simple**, únicamente sobre el elemento. La duración es **temporal**, está relacionada a la época de lluvias. **Reversible**, el flujo puede llevar a su cauce original sin intervención humana. Es **recuperable**, si se reforestan las áreas dañadas. **Periódico**, durante la época de lluvias ya que los cauces afectados son intermitentes. La extensión es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel del sitio. Finalmente, la intensidad es **baja**, con referencia al AI.

**8. INCREMENTO DE AZOLVES PRODUCTO DE PROCESOS DE EROSIÓN (LAMINAR O EN CÁRCAVAS).** Es un impacto **negativo**, podrá generarse por la circulación los vehículos generarán desgaste en los caminos, y estos sedimentos podrán convertirse en azolves. Su manifestación es a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades que lo generen y su intensidad podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **indirecto**, el incremento es producto de la erosión, es decir es un impacto indirecto. **Simple**, el aporte de sedimentos al sistema hidrológico se considera un impacto acumulativo, pero dadas las dimensiones del proyecto no será significativo. La duración es **temporal**, el impacto se manifiesta sobre todo en la temporada de lluvias. **Reversible**, al finalizar la etapa de construcción, la erosión tendrá que ser estabilizada, y por tanto se considera el mismo tiempo para estabilizar la concentración de azolves en los cuerpos de agua. Es **recuperable**, considerando que con las medidas de mitigación y control de la erosión para la etapa de construcción, la condición de los azolves en los cuerpos de agua vuelva a su normalidad en la siguiente temporada de lluvias. **Posible ocurrencia**, la cantidad de azolves está relacionado al comportamiento del volumen de los cuerpos de agua y éste a su vez obedece a la temporada de lluvia y sequías. La extensión es **total**, la extensión se considera a nivel sitio. Finalmente, la intensidad es **baja**, la intensidad está en función del sitio.

**9. DESPLAZAMIENTO DE ESPECIES DE FAUNA.** Es un impacto **negativo**, en el sitio se llevan a cabo actividades antropogénicas que han desplazado la fauna; sin embargo, por las condiciones del SA, puede llegar a encontrarse algún individuo en el AI. Su manifestación es a **corto plazo**, se manifiesta desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, derivado de las diferentes actividades y obras antropogénicas a desarrollar. **Simple**, solo se perturba los individuos de la fauna silvestre local. La duración es **temporal**, es un impacto a corto plazo en esta etapa. **Reversible**, una vez que cesen las actividades, la fauna podrá transitar libremente. Es **recuperable**, con un programa de rescate y reubicación de fauna. **Periódico**, solo durante la presente etapa. La extensión es **parcial**, puntual y con referencia al AI. Finalmente, la intensidad es **media**, con referencia al AI.

**10. MODIFICACIÓN PUNTUAL A NIVEL PAISAJE.** Es un impacto **negativo**, que podrá vislumbrarse a nivel sitio por la construcción de infraestructura. Su manifestación es a **corto plazo**, se manifiesta desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, como consecuencia de construcción del campamento, camino, línea eléctrica y tepetatera. **Simple**, se espere que la efectación sea a nivel sitio sin extenderse fuera de los límites del AI y SA. La duración es **temporal**, es un impacto a corto plazo en esta etapa. **Reversible**, debido al tiempo en que la vegetación dominante en el área tarda para poblar naturalmente un sitio. Es **recuperable**, introduciendo especies nativas en el sitio.

**Continuo**, durante esta etapa. La extensión es **total**, puntual y con referencia al AI. Finalmente, la intensidad es **alta**, con referencia al AI.

**11. GENERACIÓN DE EMPLEOS, INCREMENTO EN LAS RELACIONES ECONÓMICAS Y MEJORA EN SERVICIOS BÁSICOS.** Es un impacto **positivo**, se van a generar nuevos empleos con las prestaciones que establece la ley laboral, por tanto se incrementarán las relaciones comerciales en la región. Su manifestación es a **corto plazo**, los empleos bien remunerados mejoran la calidad de vida de las comunidades locales. Su efecto es **directo**, sobre los obreros e inversionistas del proyecto. **Sinérgico**, se incrementa la derrama económica regional, que a su vez mejora la calidad de vida local. La duración es **temporal**, solo durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, por la duración de la etapa. Es **recuperable**, si se abandonan las actividades se recupera el estado económico inicial. **Continuo**, en la duración de esta etapa. La extensión es **prolongada**, la derrama económica tendrá alcance a nivel regional. Finalmente, la intensidad es **máxima**, considerando la derrama económica.

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

*Cuadro V-7. Valoración de los impactos en la etapa de construcción*

Elemento	Componente	ID	Impacto ambiental	N	PM	E	A	D	RV	RC	PR	EX	IT	Valoración	Clasificación del impacto según su RC
Atmósfera	Aire (Calidad)	1	Aumento en la concentración de gases de efecto de invernadero	-	LP	3	1	3	1	1	5	2	2	-18LP	COMPATIBLE
Atmósfera	Aire (Calidad)	2	Generación de polvos y ruido	-	CP	1	1	3	2	1	5	3	4	-20CP	COMPATIBLE
Fisiografía	Relieve	3	Modificación del relieve local	-	CP	1	2	6	10	3	5	5	4	-36CP	MODERADO
Geología	Material superficial	4	Movimiento de material geológico superficial	-	CP	3	2	3	4	3	5	3	2	-25CP	MODERADO
Suelos	Composición física	5	Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)	-	CP	1	2	3	10	2	5	5	4	-32CP	COMPATIBLE-MODERADO
Suelos	Composición física	6	Generación de residuos sólidos	-	CP	1	2	3	10	1	5	2	2	-26CP	COMPATIBLE
Hidrología	Flujo	7	Modificación del flujo superficial	-	CP	3	1	2	2	3	5	2	2	-20CP	MODERADO
Hidrología	Cuerpos de agua	8	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	-	CP	1	1	2	2	1	1	7	2	-17CP	COMPATIBLE
Biota	Fauna silvestre	9	Desplazamiento de especies de fauna	-	CP	1	1	3	2	1	5	2	4	-19CP	COMPATIBLE
Paisaje	Percepción	10	Modificación puntual a nivel paisaje	-	CP	1	1	3	3	2	7	7	6	-30CP	COMPATIBLE-MODERADO
Social	Empleo	11	Generación de empleos, incremento en las relaciones económicas y mejora en servicios básicos	+	CP	3	8	3	1	2	7	9	12	+45CP	COMPATIBLE-MODERADO

### V.2.3 Operación y mantenimiento

Para esta etapa se han identificado **10** impactos ambientales y su caracterización es de la manera siguiente:

**1. AUMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE GASES DE EFECTO DE INVERNADERO.** Es un impacto **negativo** por la emisión de elementos tóxicos a la atmósfera. Su manifestación es a **largo plazo**, aunque, los gases serán generados desde el inicio de las actividades, su impacto será apreciado hasta el largo plazo. Su efecto es **directo**, porque se deriva de la combustión interna de los motores. **Simple**, dado a que las emisiones podrán ser amortiguadas por la vegetación del SA. La duración es **permanente**, ya que, el uso de la maquinaria y los vehículos será indispensable durante esta etapa. **Reversible**, considerando que la emisión de los gases no es significativa a nivel local. Es **recuperable**, las medidas de prevención reducen los niveles de emisión de gases y son amortiguados a nivel SA y AI. **Continuo**, ya que el uso de la maquinaria y vehículos para las actividades será por horarios y temporadas; sin embargo ocurrirá durante toda la etapa. La extensión es **parcial**, puede establecerse que la extensión de los gases será puntual (sitio). Finalmente, la intensidad es **muy baja**, siempre y cuando los vehículos y maquinaria sean sometidos a mantenimiento preventivo.

**2. GENERACIÓN DE POLVOS Y RUIDO.** Es un impacto **negativo** el ruido y polvo perturba la tranquilidad del sitio, y puede generar lesiones en el personal si no se utiliza la protección auditiva y visual adecuada. Su manifestación es a **corto plazo**, porque se manifiesta desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, derivado de las diferentes actividades antropogénicas. **Simple**, se manifiesta de manera muy puntual. La duración es **permanente**, durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, ya que al cesar las actividades, la generación de polvo y ruido se detendrán. Es **recuperable**, en los componentes ambientales que se verán afectados. **Continuo**, debido a que las actividades se realizarán por horarios y temporadas específicas. La extensión es **media**, con referencia al AI y sitio. Finalmente, la intensidad es **media**, resultando afectados en un rango muy reducido a las fuentes de emisión.

**3. INCREMENTO EN LOS PROCESOS DE EROSIÓN HÍDRICA (LAMINAR).** Es un impacto **negativo** la ausencia de cubierta vegetal en la tepetatera y camino seguirá propiciando erosión durante la etapa operativa del desarrollo minero. Su manifestación es a **corto plazo**, está íntimamente ligado a la ausencia de la vegetación y podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **indirecto**, la erosión obedece al impacto que se genera por la remoción de la vegetación, y en esta etapa estará desprovisto de su cubierta natural, por lo tanto es un impacto indirecto. **Acumulativo**, el aporte de sedimentos al sistema hidrológico se considera un impacto acumulativo, derivado de la falta de cubierta vegetal en el sitio. La duración es **permanente**, la erosión más importante es la hídrica la cual obedece a la temporada de lluvias. **Irreversible**, la formación de suelo es un proceso complejo, en el que intervienen numerosos factores y agentes. Es **recuperable**, con las medidas de conservación y protección del suelo se podrán generar las condiciones óptimas para la formación de suelos y su recuperación. **Periódico**, la afectación más importante está relacionada a la temporada de lluvias. La extensión es **extensa**, se prevé una afectación a nivel sitio. Finalmente, la intensidad es **media**, en caso de ocurrir no será significativa en el SA.

**4. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.** Es un impacto **negativo** por el incremento en la presencia humana se generarán residuos sólidos. Su manifestación es a **corto plazo**, se manifiesta desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, como consecuencia de la presencia del factor humano. **Acumulativo**, si, durante el desarrollo de las actividades no se realiza la disposición adecuada de los residuos. La duración es **permanente**, está relacionada a la duración de las jornadas de trabajo y la etapa. **Irreversible**, está en función del tipo de desecho que se genere, si no se da el manejo adecuado a los residuos sólidos. Es **recuperable**, con un programa de recolección de residuos el impacto se mitiga. **Continuo**, la duración está íntimamente ligada a la presencia humana y está será por horarios y temporadas específicas. La extensión es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel del sitio. Finalmente, la intensidad es **muy baja**, dependerá del número de trabajadores en el sitio.

**5. MODIFICACIÓN DEL FLUJO SUPERFICIAL.** Es un impacto **negativo** la infraestructura que se operará en esta etapa obstaculizará el flujo natural de las corrientes intermitentes, aunque se realizarán obras de desvío para no obstaculizar el libre flujo de las mismas. Su manifestación es a **corto plazo**, podrá manifestarse desde el inicio de las actividades. Su efecto es **directo**, derivado de la construcción de obras antropogénicas ajenas al lugar. **Simple**, únicamente sobre el elemento. La duración es **permanente**, está relacionada a la extracción de materiales y época de lluvias. **Reversible**, el flujo se puede llevar a su cauce original con intervención humana. Es **recuperable**, el flujo del

cauce regresará a su sitio en la temporada de lluvias. **Periódico**, solo se presentará en la época de lluvias. La extensión es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel del sitio. Finalmente, la intensidad es **baja**, con referencia al AI.

**6. INCREMENTO DE AZOLVES PRODUCTO DE PROCESOS DE EROSIÓN (LAMINAR O EN CÁRCAVAS).** Es un impacto **negativo** podrá generarse por la circulación los vehículos generarán desgaste en los caminos, y estos sedimentos podrán convertirse en azolves. Su manifestación es a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades que lo generen y su intensidad podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **indirecto**, el incremento es producto de la erosión, es decir es un impacto indirecto. **Simple**, el aporte de sedimentos al sistema hidrológico se considera un impacto acumulativo, pero dadas las dimensiones del proyecto no será significativo. La duración es **permanente**, el impacto se manifiesta sobre todo en la temporada de lluvias. **Reversible**, al finalizar la etapa de construcción, la erosión tendrá que ser estabilizada, y por tanto se considera el mismo tiempo para estabilizar la concentración de azolves en los cuerpos de agua. Es **recuperable**, considerando que con las medidas de mitigación y control de la erosión para la etapa de construcción, la condición de los azolves en los cuerpos de agua vuelva a su normalidad en la siguiente temporada de lluvias. **Periódico**, la cantidad de azolves está relacionado al comportamiento del volumen de los cuerpos de agua y éste a su vez obedece a la temporada de lluvia y sequías. La extensión es **total**, la extensión se considera a nivel sitio. Finalmente, la intensidad es **baja**, la intensidad está en función del sitio.

**7. DESPLAZAMIENTO DE ESPECIES DE FAUNA.** Es un impacto **negativo** en el sitio se llevan a cabo actividades antropogénicas que han desplazado la fauna; sin embargo, por las condiciones del SA, puede llegar a encontrarse algún individuo en el AI. Su manifestación es a **corto plazo**, se manifiesta desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, derivado de las diferentes actividades y obras antropogénicas a desarrollar. **Simple**, solo se perturba los individuos de la fauna silvestre local. La duración es **permanente**, es un impacto a corto plazo en esta etapa. **Reversible**, una vez que cesen las actividades, la fauna podrá transitar libremente. Es **recuperable**, con un programa de rescate y reubicación de fauna. **Continuo**, solo durante la presente etapa. La extensión es **parcial**, puntual y con referencia al AI. Finalmente, la intensidad es **media**, con referencia al AI.

**8. ELECTROCUCIÓN DE AVES.** Es un impacto **negativo** que podría presentarse con la etapa operativa de la línea eléctrica. Su manifestación es a **corto plazo**, podría manifestarse desde el inicio de las actividades. Su efecto es **directo**, por la conexión de la línea eléctrica. **Acumulativo**, solo se perturba los individuos de la fauna silvestre local. La duración es **permanente**, es un impacto a corto plazo en esta etapa. **Reversible**, una vez que cesen las actividades, la fauna podrá transitar libremente. Es **recuperable**, con un programa de rescate y reubicación de fauna. **Continuo**, solo durante la presente etapa. La extensión es **media**, puntual y con referencia al AI. Finalmente, la intensidad es **media**, con referencia al AI.

**9. MODIFICACIÓN PUNTUAL A NIVEL PAISAJE.** Es un impacto **negativo** que podrá vislumbrarse a nivel sitio por la infraestructura que estará presente. Su manifestación es a **corto plazo**, se manifiesta desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, como consecuencia la instalación del campamento, camino, línea eléctrica y tepetatera. **Simple**, se espera que la efectación sea a nivel sitio sin extenderse fuera de los límites del AI y SA. La duración es **permanente**, es un impacto a corto plazo en esta etapa. **Reversible**, debido al tiempo en que la vegetación dominante en el área tarda para poblar naturalmente un sitio. Es **recuperable**, introduciendo especies nativas en el sitio. **Continuo**, durante esta etapa. La extensión es **total**, puntual y con referencia al AI. Finalmente, la intensidad es **alta**, con referencia al AI.

**10. GENERACIÓN DE EMPLEOS, INCREMENTO EN LAS RELACIONES ECONÓMICAS Y MEJORA EN SERVICIOS BÁSICOS.** Es un impacto **positivo** se van a generar nuevos empleos con las prestaciones que establece la ley laboral, por tanto se incrementarán las relaciones comerciales en la región. Su manifestación es a **corto plazo**, los empleos bien remunerados mejoran la calidad de vida de las comunidades locales. Su efecto es **directo**, sobre los obreros e inversionistas del proyecto. **Sinérgico**, se incrementa la derrama económica regional, que a su vez mejora la calidad de vida local. La duración es **permanente**, solo durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, por la duración de la etapa. Es **recuperable**, si se abandonan las actividades se recupera el estado económico inicial. **Continuo**, en la duración de esta etapa. La extensión es **prolongada**, la derrama económica tendrá alcance a nivel regional. Finalmente, la intensidad es **máxima**, considerando la derrama económica.

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

*Cuadro V-8. Valoración de los impactos en la etapa de operación y mantenimiento*

Elemento	Componente	ID	Impacto global	N	PM	E	A	D	RV	RC	PR	EX	IT	Valoración	Clasificación del impacto según su RC
Atmósfera	Aire (Calidad)	1	Aumento en la concentración de gases de efecto de invernadero	-	LP	3	1	6	1	1	7	2	1	-22LP	COMPATIBLE
Atmósfera	Aire (Calidad)	2	Generación de polvos y ruido	-	CP	1	1	6	1	1	7	3	4	-24CP	COMPATIBLE
Suelos	Composición física	3	Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)	-	CP	1	2	6	10	2	5	5	4	-35CP	COMPATIBLE-MODERADO
Suelo	Composición física	4	Generación de residuos sólidos	-	CP	1	2	6	10	1	7	2	1	-30CP	COMPATIBLE
Hidrología	Flujo	5	Modificación del flujo superficial	-	CP	3	1	6	1	1	5	2	2	-21CP	COMPATIBLE
Hidrología	Cuerpos de agua	6	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	-	CP	1	1	6	2	1	5	7	2	-25CP	COMPATIBLE
Biota	Fauna silvestre	7	Desplazamiento de especies de fauna	-	CP	1	1	6	2	1	7	2	4	-24CP	COMPATIBLE
Biota	Fauna silvestre	8	Electrocución de aves	-	CP	3	2	6	3	2	7	3	4	-30CP	COMPATIBLE-MODERADO
Paisaje	Percepción	9	Modificación puntual a nivel paisaje	-	CP	1	1	6	3	2	7	7	6	-33CP	COMPATIBLE-MODERADO
Social	Empleo	10	Generación de empleos, incremento en las relaciones económicas y mejora en servicios básicos	+	CP	3	8	6	1	2	7	9	12	+48CP	COMPATIBLE-MODERADO

#### V.2.4 Abandono del sitio

Para esta etapa se han identificado 12 impactos ambientales y su caracterización es de la manera siguiente:

**1. AUMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE GASES DE EFECTO DE INVERNADERO.** Es un impacto **negativo** por la emisión de elementos tóxicos a la atmósfera. Su manifestación es a **largo plazo**, aunque, los gases serán generados desde el inicio de las actividades, su impacto será apreciado hasta el largo plazo. Su efecto es **directo**, porque se deriva de la combustión interna de los motores. **Simple**, dado a que las emisiones podrán ser amortiguadas por la vegetación del SA. La duración es **temporal**, ya que, el uso de la maquinaria y los vehículos durante esta etapa será por algunos meses. **Reversible**, considerando que la emisión de los gases no es significativa a nivel local. Es **recuperable**, las medidas de prevención reducen los niveles de emisión de gases y son amortiguados a nivel SA y AI. **Periódico**, ya que el uso de la maquinaria y vehículos para las actividades será por horarios y temporadas. La extensión es **parcial**, puede establecerse que la extensión de los gases será puntual (a nivel sitio). Finalmente, la intensidad es **baja**, siempre y cuando los vehículos y maquinaria sean sometidos a mantenimiento preventivo.

**2. GENERACIÓN DE POLVOS Y RUIDO.** Es un impacto **negativo**, el ruido y polvo perturba la tranquilidad del sitio, y puede generar lesiones en el personal si no se usa la protección auditiva y visual adecuada. Su manifestación es a **corto plazo**, se manifiesta desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, derivado de las diferentes actividades antropogénicas. **Simple**, se manifiesta de manera muy puntual. La duración es **temporal**, durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, solo se generarán polvos y ruido durante las actividades. Es **recuperable**, una vez terminada la etapa, el ruido y generación de polvo cesarán. **Periódico**, obedece a la actividad humana durante la duración de esta etapa. La extensión es **media**, con referencia al AI y sitio. Finalmente, la intensidad es **media**, resultando afectados en un rango muy reducido a las fuentes de emisión.

**3. MODIFICACIÓN DEL RELIEVE LOCAL.** Es un impacto **positivo** en esta etapa, se reconfigurarán las áreas afectadas y tratarán de llevarse lo más posible a su estado original. Su manifestación es a **corto plazo**, ya que desde el inicio de la etapa serán evidente el efecto a las pendientes y exposiciones del sitio. Su efecto es **directo**, por la suavización de taludes en el sitio. **Acumulativo**, ya que conforme avance la etapa, la pendiente se irá modificando. La duración es **temporal**, las actividades durarán algunos meses. **Irreversible**, ya que, en la etapa de restitución del sitio, las pendientes volverán a su estado original. Es **recuperable**, en caso de querer reconfigurar el sitio. **Periódico**, durante esta etapa se pueden identificar tiempos específicos. La extensión es **extensa**, con referencia al AI y sitio. Finalmente, la intensidad es **media**, será a nivel sitio.

**4. INCREMENTO EN LOS PROCESOS DE EROSIÓN HÍDRICA (LAMINAR).** Es un impacto **negativo** durante la etapa de abandono del sitio podría presentarse erosión en la temporada de lluvias. Su manifestación es a **corto plazo**, está íntimamente ligado a la ausencia de la vegetación y podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **indirecto**, la erosión obedece al impacto que se genera por la falta de la vegetación, por lo tanto, es un impacto indirecto. **Acumulativo**, el aporte de sedimentos al sistema hidrológico se considera un impacto acumulativo. La duración es **temporal**, la erosión más importante es la hídrica la cual obedece a la temporada de lluvias. **Irreversible**, la formación de suelo es un proceso complejo, en el que intervienen numerosos factores y agentes. Es **recuperable**, con las medidas de conservación y protección del suelo se podrán generar las condiciones óptimas para la formación de suelos y su recuperación. **Periódico**, la afectación más importante está relacionada a la temporada de lluvias. La extensión es **extensa**, se prevé una afectación a nivel sitio. Finalmente, la intensidad es **media**, en caso de ocurrir no será significativa en el SA.

**5. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.** Es un impacto **negativo** por el incremento en la presencia humana se generarán residuos sólidos. Su manifestación es a **corto plazo**, el efecto se manifestará desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, como consecuencia de la presencia del factor humano. **Acumulativo**, si, durante el desarrollo de las actividades no se realiza la disposición adecuada de los residuos. La duración es **temporal**, está relacionada a la duración de las jornadas de trabajo y la etapa. **Irreversible**, está en función del tipo de desecho que se genere, si no se da el manejo adecuado a los residuos sólidos. Es **recuperable**, con un programa de recolección de residuos el impacto se mitiga. **Periódico**, la duración está íntimamente ligada a la presencia humana y la duración de la etapa. La extensión es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel del sitio. Finalmente, la intensidad es **baja**, dependerá del número de trabajadores en el sitio, pero se considera que será mínima.

**6. PÉRDIDA DE LA FERTILIDAD DEL SUELO.** Es un impacto **positivo** durante la etapa de abandono del sitio se esparcirá suelo fértil en las áreas para propiciar el establecimiento de vegetación. Su manifestación es a **corto plazo**, el efecto se manifestará desde el inicio de las actividades. Su efecto es **directo**, ya que el recurso será ubicado del área. **Sinérgico**, al establecerse vegetación se evitará la erosión e incremento en los azolves a los cuerpos de agua. La duración es **temporal**, se asocia con la duración de la obra. **Irreversible**, la formación de suelo es un proceso complejo, en el que intervienen numerosos factores y agentes. Es **recuperable**, una vez terminada la vida útil el suelo será utilizado en las obras de restauración. **Posible ocurrencia**, se asocia al depósito de suelo fértil en el área. La extensión es **total**, se realizarán las actividades en todo el sitio. Finalmente, la intensidad es **muy baja**, la superficie con respecto al total del predio.

**7. MODIFICACIÓN DEL FLUJO SUPERFICIAL.** Es un impacto **positivo** con el retiro de la infraestructura y el establecimiento de vegetación, el flujo de las corrientes seguirá su cauce natural. Su manifestación es a **corto plazo**, podrá manifestarse desde el inicio de las actividades. Su efecto es **directo**, derivado de las actividades de rehabilitación. **Simple**, únicamente sobre el elemento. La duración es **permanente**, será permanente. **Reversible**, el flujo puede llevar a su cauce original sin intervención humana. Es **recuperable**, si se reforestan las áreas dañadas. **Periódico**, posterior al abandono, los cauces podrán recuperar su curso original. La extensión es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel del sitio. Finalmente, la intensidad es **baja**, con referencia al AI.

**8. INCREMENTO DE AZOLVES PRODUCTO DE PROCESOS DE EROSIÓN (LAMINAR O EN CÁRCAVAS).** Es un impacto **negativo** será generado principalmente tráfico de los vehículos en el sitio, también será generado al retirar toda la infraestructura de la obra. Su manifestación es a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades que lo generen y su intensidad podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **indirecto**, el incremento es producto de la erosión, es decir es un impacto indirecto. **Simple**, el aporte de sedimentos al sistema hidrológico se considera un impacto acumulativo, pero dadas las dimensiones del proyecto no será significativo. La duración es **temporal**, el impacto se manifiesta sobre todo en la temporada de lluvias. **Reversible**, al finalizar la etapa de abandono la erosión tendrá que ser estabilizada, y por tanto se considera el mismo tiempo para estabilizar la concentración de azolves en los cuerpos de agua. Es **recuperable**, considerando que, con las medidas de mitigación y control de la erosión para la etapa de abandono, la condición de los azolves en los cuerpos de agua vuelva a su normalidad en la siguiente temporada de lluvias. **Posible ocurrencia**, la cantidad de azolves está relacionado al comportamiento del volumen de los cuerpos de agua y éste a su vez obedece a la temporada de lluvia y sequías. La extensión es **total**, la extensión se considera a nivel sitio. Finalmente, la intensidad es **baja**, la intensidad está en función del sitio.

**9. MODIFICACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL.** Es un impacto **positivo** se realizará la reforestación de las áreas afectadas para propiciar la recuperación de la cobertura vegetal. Su manifestación es a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades. Su efecto es **directo**, es la actividad principal de la etapa. **Sinérgico**, puede reducir los procesos de erosión y los azolves en los cuerpos de agua. La duración es **permanente**, una vez que las plantas se arraigen, la duración de la reforestación será permanente. **Reversible**, está vinculado a la duración de la vida útil. Es **recuperable**, se aplicarán las medidas de restauración para recuperar la vegetación afectada. **Periódico**, solo para las áreas autorizadas. La extensión es **total**, en las áreas afectadas. Finalmente, la intensidad es **baja**, el impacto será bajo respecto a la superficie afectada con el AI y SA.

**10. DESPLAZAMIENTO DE ESPECIES DE FAUNA.** Es un impacto **negativo** en el sitio se llevan a cabo actividades antropogénicas que han desplazado la fauna; sin embargo, por las condiciones del SA, puede llegar a encontrarse algún individuo en el AI. Su manifestación es a **corto plazo**, se manifiesta desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, derivado de las diferentes actividades y obras antropogénicas a desarrollar. **Simple**, solo se perturba los individuos de la fauna silvestre local. La duración es **temporal**, es un impacto a corto plazo en esta etapa. **Reversible**, una vez que cesen las actividades, la fauna podrá transitar libremente. Es **recuperable**, con un programa de rescate y reubicación de fauna. **Periódico**, solo durante la presente etapa. La extensión es **parcial**, puntual y con referencia al AI. Finalmente, la intensidad es **media**, con referencia al AI.

**11. MODIFICACIÓN PUNTUAL A NIVEL PAISAJE.** Es un impacto **positivo** que podrá vislumbrarse a nivel sitio por la recuperación de la vegetación. Su manifestación es a **corto plazo**, se manifiesta desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, como consecuencia de la ejecución del programa de abandono del sitio. **Simple**, se espere que la efectación sea a nivel sitio sin extenderse fuera de los límites del AI y SA. La duración es **permanente**, es un

impacto a corto plazo en esta etapa. **Reversible**, debido al tiempo en que la vegetación dominante en el área tarda para poblar naturalmente un sitio. Es **recuperable**, introduciendo especies nativas en el sitio. **Continuo**, durante esta etapa. La extensión es **total**, puntual y con referencia al AI. Finalmente, la intensidad es **alta**, con referencia al AI.

**12. GENERACIÓN DE EMPLEOS, INCREMENTO EN LAS RELACIONES ECONÓMICAS Y MEJORA EN SERVICIOS BÁSICOS.** Es un impacto **positivo** se van a generar nuevos empleos con las prestaciones que establece la ley laboral, por tanto, se incrementarán las relaciones comerciales en la región. Su manifestación es a **corto plazo**, los empleos bien remunerados mejoran la calidad de vida de las comunidades locales. Su efecto es **directo**, sobre los obreros e inversionistas del proyecto. **Sinérgico**, se incrementa la derrama económica regional, que a su vez mejora la calidad de vida local. La duración es **temporal**, solo durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, por la duración de la etapa. Es **recuperable**, si se abandonan las actividades se recupera el estado económico inicial. **Continuo**, en la duración de esta etapa. La extensión es **prolongada**, la derrama económica tendrá alcance a nivel regional. Finalmente, la intensidad es **máxima**, considerando la derrama económica.

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

*Cuadro V-9. Valoración de los impactos en la etapa de abandono del sitio*

Elemento	Componente	ID	Impacto global	N	PM	E	A	D	RV	RC	PR	EX	IT	Valoración	Clasificación del impacto según su RC
Atmósfera	Aire (Calidad)	1	Aumento en la concentración de gases de efecto de invernadero	-	LP	3	1	3	1	1	5	2	2	-18LP	COMPATIBLE
Atmósfera	Aire (Calidad)	2	Generación de polvos y ruido	-	CP	1	1	2	2	1	5	3	4	-19CP	COMPATIBLE
Fisiografía	Relieve	3	Modificación del relieve local	+	CP	3	2	2	10	3	5	5	4	+34CP	MODERADO
Suelos	Composición física	4	Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)	-	CP	1	2	2	10	2	5	5	4	-31CP	COMPATIBLE-MODERADO
Suelos	Composición física	5	Generación de residuos sólidos	-	CP	1	2	2	10	1	5	2	2	-25CP	COMPATIBLE
Suelos	Composición biótica	6	Pérdida de la fertilidad del suelo	+	CP	3	6	2	10	4	1	7	1	+34CP	MODERADO-SEVERO
Hidrología	Flujo	7	Modificación del flujo superficial	+	CP	3	1	6	2	2	5	2	2	+23CP	COMPATIBLE-MODERADO
Hidrología	Cuerpos de agua	8	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	-	CP	1	1	2	2	1	1	7	2	-17CP	COMPATIBLE
Biota	Vegetación	9	Modificación de la cobertura vegetal	+	CP	3	6	6	5	4	5	7	2	+38CP	MODERADO-SEVERO
Biota	Fauna silvestre	10	Desplazamiento de especies de fauna	-	CP	1	1	2	2	1	5	2	4	-18CP	COMPATIBLE
Paisaje	Percepción	11	Modificación puntual a nivel paisaje	+	CP	1	1	6	3	2	7	7	6	+33CP	COMPATIBLE-MODERADO
Social	Empleo	12	Generación de empleos, incremento en las relaciones económicas y mejora en servicios básicos	+	CP	3	8	3	1	2	7	9	12	+45CP	COMPATIBLE-MODERADO

### V.3 Jerarquización de los impactos

Para realizar una evaluación completa y poder estimar qué impactos tienen un mayor efecto sobre la calidad ambiental, es necesario llevar a cabo una ponderación de la importancia de los elementos del medio en cuanto a su mayor o menor contribución a la calidad general del medio ambiente. Para ello se debe atribuir a cada elemento del medio un índice ponderal, expresado en Unidades de Importancia (**UI**), de forma que el valor asignado a cada elemento resulta de la distribución de 100 unidades asignadas al total de elementos ambientales.

Se elaborará una matriz de importancia utilizando los impactos de la **matriz de identificación** y los totales de la **matriz de valoración de impactos**; en este punto si se procede a la suma absoluta de los valores por filas o por columnas, dichos valores no serán comparables entre sí, pero serán útiles en el caso de comparar varias alternativas sobre un elemento concreto, **de forma que valores absolutos mayores, supondrán mayores afectaciones**. El objetivo de la realización de una matriz de importancia es poder determinar qué acciones son las más impactantes y qué elementos del medio se verán más afectados y esto se conseguirá si incluimos las UI asignadas.

Cada valor introducido en la matriz será multiplicado por su UI correspondiente y dividido por el total de las UI (es decir 100). La sumatoria de todos los valores por filas y por columnas dará como resultado la importancia relativa. En este caso los valores obtenidos serán comparables unos con otros, por lo que los valores más altos, supondrá mayores afecciones. De esta forma será posible determinar el orden de los impactos más impactantes y las acciones más agresivas con el medio ambiente.

Con estos datos se **podrá determinar el impacto global** categorizado en; **compatible, moderado, severo o crítico**, según las definiciones de dichos conceptos en un contexto global y teniendo en cuenta especialmente aquellos impactos caracterizados como severos o críticos, cuyos valores de importancia sean relevantes **de forma absoluta y sobre todo en forma relativa**.

Para establecer la jerarquización de los impactos, se realizó una **concentración** de la valoración de los impactos por etapa (importancia), para posteriormente realizar un **reparto de las unidades de importancia**; de manera individual fueron analizados los elementos más relevantes o adversos respecto a la unidad de importancia, asimismo las diferentes etapas fueron analizadas entre sí. El proceso metodológico fue el siguiente:

1. La asignación de las unidades de importancia se dio bajo el supuesto de que todos los elementos del medio tienen la misma importancia dentro del ecosistema, por lo tanto, en una primera aproximación se dividió el total de elementos entre 100, una vez que se obtuvo el factor, se dividió considerando el total de impactos para cada elemento, esa asignación provisional posteriormente fue modificada según los criterios del grupo técnico que la evaluó. Es decir que la asignación de UI está en función de la suma absoluta de todos los impactos (%).

$$UI_{general} = \sum \frac{100}{Elementos}$$

$$UI_{provisional} = \sum \frac{UI_{General}}{Impactos\ del\ elemento}$$

UI = modificación discrecional basada en la UI profesional

2. Obtener la **suma absoluta** de cada impacto para todas las etapas ( $I_{impactos}$ ).

$$\sum |I_i|; i = \text{es el impacto para todas la etapas}$$

3. Obtener la **suma absoluta** de los impactos de cada etapa ( $I_{etapas}$ ).

$$\sum |I_j|; j = \text{son los impactos para cada una de las etapas}$$

4. Obtener la suma absoluta de **todos los impactos** ( $I_{total}$ ).

$$I_{total} = \sum |I|_{ij} = \sum |I|_{ji}$$

5. Jerarquizar (JI) los elementos más impactados, al realizar una suma relativa por impacto a través de la fórmula:

$$JI_i = \sum \frac{I_i * UI}{100}$$

6. Jerarquizar (JI) las etapas en las que se presentan más impactos, al realizar una suma relativa por impacto a través de la fórmula:

$$JI_j = \sum \frac{I_j * UI}{100}$$

La metodología de cálculo para la jerarquización de los impactos se resume en el cuadro siguiente:

Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango

Cuadro V-10. Jerarquización de los impactos

Elemento	Componente	ID	Impacto	Unidades de Importancia (UI)	Preparación del sitio	Construcción	Operación - mantenimiento	Abandono del sitio	Suma absoluta (i)	Suma relativa (ji)
Atmósfera	Aire (Calidad)	1	Aumento en la concentración de gases de efecto de invernadero	5.0	-17	-18	-22	-18	75	3.75
Atmósfera	Aire (Calidad)	2	Generación de polvos y ruido	5.0	-19	-20	-24	-19	82	4.1
Fisiografía	Relieve	3	Modificación del relieve local	8.0	0	-36	0	34	70	5.6
Geología	Material superficial	4	Movimiento de material geológico superficial	6.0	-29	-25	0	0	54	3.24
Suelos	Composición física	5	Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)	5.0	-31	-32	-35	-31	129	6.45
Suelos	Composición física	6	Generación de residuos sólidos	3.0	-25	-26	-30	-25	106	3.18
Suelos	Composición biótica	7	Pérdida de la fertilidad del suelo	7.0	-35	0	0	34	69	4.83
Hidrología	Flujo	8	Modificación del flujo superficial	6.0	-19	-20	-21	23	83	4.98
Hidrología	Cuerpos de agua	9	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	7.0	-17	-17	-25	-17	76	5.32
Biota	Vegetación	10	Modificación de la cobertura vegetal	10.0	-34	0	0	38	72	7.2
Biota	Fauna silvestre	11	Desplazamiento de especies de fauna	8.0	-18	-19	-24	-18	79	6.32
Biota	Fauna silvestre	12	Electrocución de aves	6.0	0	0	-30	0	30	1.8
Paisaje	Percepción	13	Modificación puntual a nivel paisaje	14.0	-29	-30	-33	33	125	17.5
Social	Empleo	14	Generación de empleos, incremento en las relaciones económicas y mejora en servicios básicos	10.0	43	45	48	45	181	18.1
<b>Suma absoluta (j)</b>				100.0	316	288	292	335	1231	<b>92.37</b>
					<b>Suma relativa (ji)</b>	23.82	21.27	21.10	26.18	<b>92.37</b>

Del análisis de los impactos por elemento, **biota**, seguido de **suelos**, **paisaje** e **hidrología** serán los elementos más afectados de manera negativa, respecto al elemento **social**, este será afectado de manera positiva en todas las etapas contempladas. Por último, el sistema geológico, la fisiografía y la atmósfera serán los elementos menos afectados en el análisis realizado.

El proceso de jerarquización por elemento ambiental se resume en la figura siguiente.



Figura V.2. Jerarquización de los impactos ambientales por elemento

En el análisis de los impactos ambientales por etapa se puede observar que para las etapas de preparación y abandono del sitio se presentan la mayor cantidad de impactos, seguido de la etapa de construcción y finalmente la etapa de operación mantenimiento.

El proceso de jerarquización de los impactos ambientales por etapa se resume en la figura siguiente.

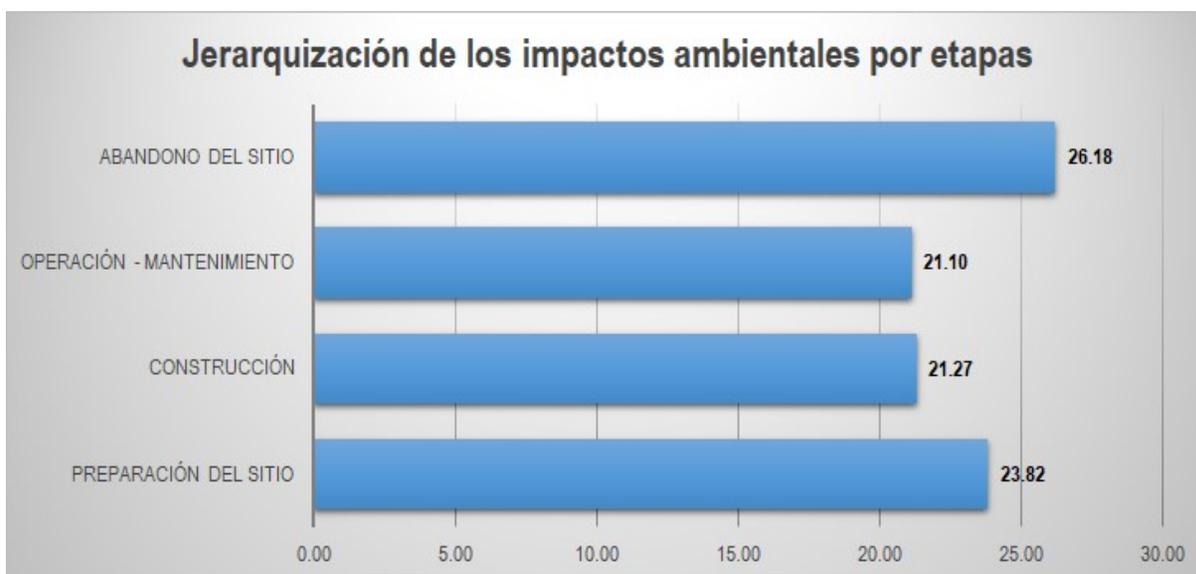


Figura V.3. Jerarquización de los impactos ambientales por elemento

El dictamen de la valoración de los impactos ambientales por etapa se resume en el cuadro siguiente.

*Cuadro V-11. Dictamen de la valoración de los impactos ambientales por etapa*

Etapa	Categoría del impacto	Cantidad de impactos	Porcentaje de impactos
Preparación del sitio	Compatible	5	11.1
	Compatible-Moderado	4	8.9
	Moderado	1	2.2
	Moderado-Severo	2	4.4
Construcción	Compatible	5	11.1
	Compatible-Moderado	3	6.7
	Moderado	3	6.7
Operación y mantenimiento	Compatible	6	13.3
	Compatible-Moderado	4	8.9
Abandono del sitio	Compatible	5	11.1
	Compatible-Moderado	4	8.9
	Moderado	1	2.2
	Moderado-Severo	2	4.4
<b>Total</b>		<b>45</b>	<b>100.0</b>

La etapa de preparación del sitio, tiene 12 impactos, de los cuales 5 de carácter compatible, 4 de carácter compatible – moderado y 1 de carácter moderado.

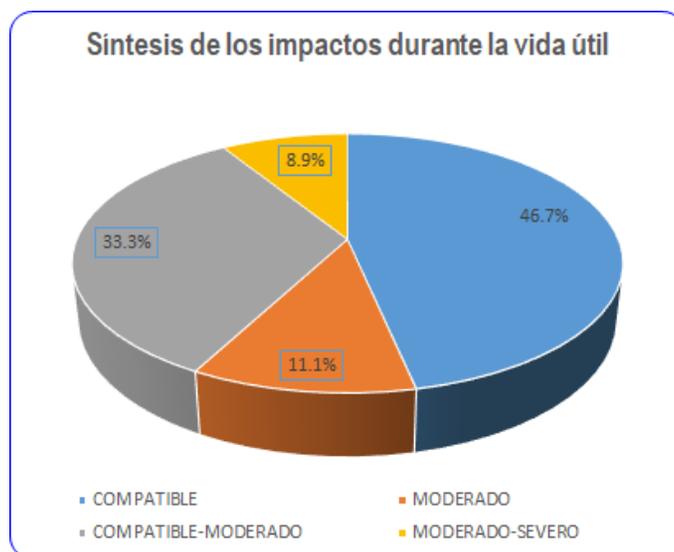
La etapa de construcción se tienen 11 impactos, de los cuales 5 son de carácter compatible, 3 de carácter compatible – moderado y 1 de carácter moderado.

En la etapa de operación y mantenimiento, se tienen 10 impactos; 6 de carácter compatible y compatible - moderado.

Finalmente, en la etapa de abandono del sitio se tienen 12 impactos, de los cuales 5 son de carácter compatible, 4 de carácter compatible-moderado, 1 impacto de carácter moderado y 1 impacto de carácter moderado – severo.

En general, son 45 la suma de los impactos de todas las etapas, los impactos de categoría **moderado** y **moderado-severo** representan un **porcentaje bajo** en las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio. Por su parte los **porcentajes más altos** en las diferentes etapas los representan los impactos ambientales de categoría **compatibles**.

Finalmente, la valoración global de todos los impactos ambientales del análisis realizado se resume en la gráfica siguiente.



*Figura V.4. Distribución de los impactos ambientales por categoría*

Por su parte, la jerarquización de los impactos ambientales por etapa se resume en la gráfica siguiente.

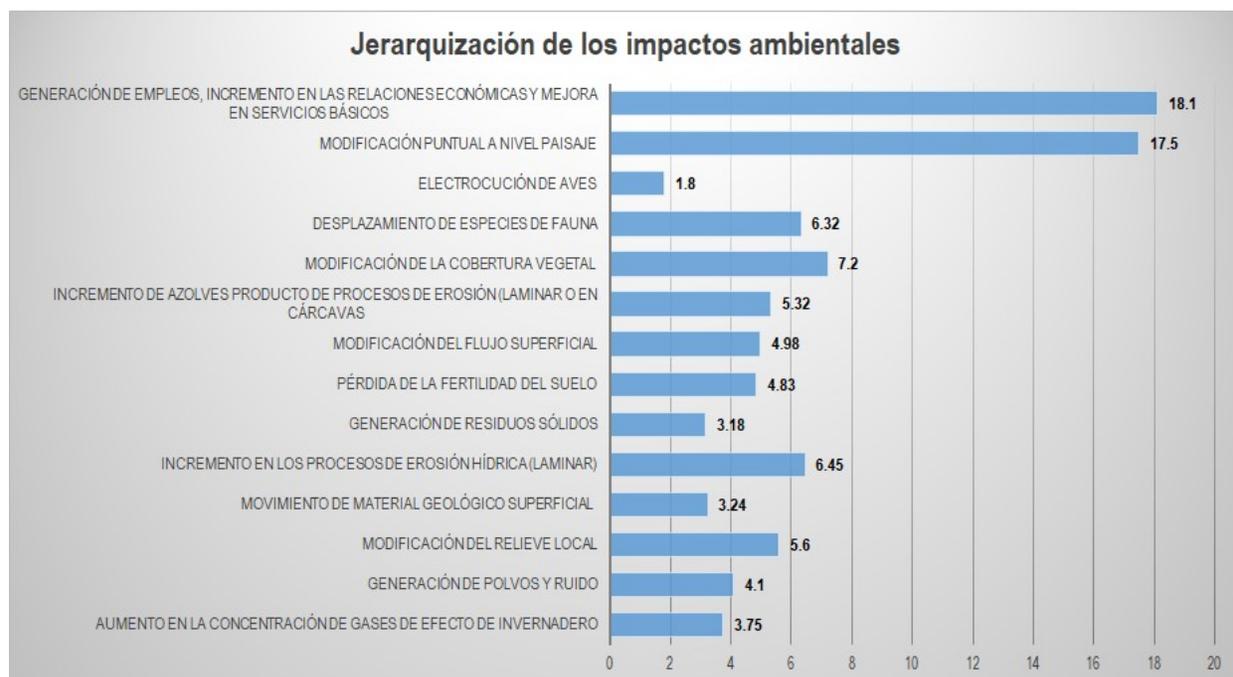


Figura V.5. Jerarquización de los impactos ambientales

Del análisis de la jerarquización de los impactos, se puede concluir lo siguiente:

1. **Aumento en la concentración de gases de efecto de invernadero.** Se contempla como un **impacto negativo** y de carácter **compatible** en las 4 etapas que contempla el proyecto, se relaciona con el tránsito de vehículos para transportar materiales y equipo, así como trasladar al personal hasta el frente de trabajo y sus lugares de hospedaje, aunque no se considera significativo ya que la vegetación del AI y SA pueden ayudar a capturar dichas emisiones.
2. **Generación de polvos y ruido.** Se contempla como un **impacto negativo** y de carácter **compatible** en todas las etapas que se contemplan, por lo que se deben aplicar medidas de mitigación para minimizar la generación de polvos, sobretodo en la época de estiaje, buscar en todo momento la protección del personal y establecer horarios de trabajo en los que no se moleste a las poblaciones cercanas por la emisión de ruido de ser el caso.
3. **Modificación del relieve local.** Se considera como un **impacto negativo** y de carácter **moderado** en la etapa de construcción, ya que la nivelación de las áreas y corte de terreno para construir el camino afectará las pendientes y exposiciones naturales del sitio, este **impacto** se convertirá en **positivo** y de carácter **moderado** en la etapa de abandono del sitio; pues se incorporará material a las áreas y se estabilizarán los taludes de manera que se lleve al sitio lo más posible a su estado original.
4. **Movimiento de material geológico superficial.** Se contempla como un **impacto negativo** y de carácter **moderado** en las etapas de preparación del sitio y construcción, se relaciona con el despalme y nivelación del sitio, así como a los cortes que se realizarán al terreno para establecer el camino de acceso contemplado.
5. **Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar).** Se contempla como un **impacto negativo** y de carácter **compatible-moderado** en las 4 etapas contempladas, está relacionado con la remoción de la vegetación que dejará expuesto al suelo a los efectos de la temporada de lluvias, se deberá aplicar un programa de conservación de suelo en el área.
6. **Generación de residuos sólidos.** Se contempla como un **impacto negativo** y de carácter **compatible** en todas las etapas que se contemplan, está relacionado con la presencia de trabajadores en el área y los residuos corresponden principalmente a aquellos que serán generados por restos alimenticios.

7. **Pérdida de la fertilidad del suelo.** Se contempla como un **impacto negativo** y de carácter **moderado-severo** en la etapa de preparación del sitio ya que el despalme del sitio después de la remoción de la vegetación eliminará la materia orgánica y suelo fértil del área, disminuyendo la fertilidad del mismo; este **impacto** se convertirá en **positivo** y de carácter **moderado-severo** en la etapa de abandono del sitio, debido a que se reincorporará suelo fértil en el sitio como parte de las actividades de restauración.
8. **Modificación del flujo superficial.** Se contempla como un **impacto negativo** y de carácter **compatible-moderado** en la etapa de preparación del sitio, ya que la remoción de la vegetación afectará el flujo natural que tiene los cauces intermitentes del área; en tanto el **impacto** es **negativo** y de carácter **moderado** en la etapa de construcción debido a que será necesaria la construcción de obras de desvío de aguas pluviales que modificarán el flujo natural de las corrientes presentes, respecto a la etapa de operación y mantenimiento el **impacto** se vuelve **negativo** y de carácter **compatible**, ya que las obras a operar no serán naturales en el sitio; por lo tanto se modificará el flujo del agua a nivel superficial, finalmente el **impacto** es **positivo** y de carácter **compatible-moderado** en la etapa de abandono del sitio; ya que la infraestructura será retirada y se reforestarán las áreas, por lo que se prevee que el flujo de aguas pluviales se estabilice a su estado original.
9. **Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas).** Será un **impacto negativo** y de carácter **compatible** en todas las etapas contempladas, se relaciona con la remoción de la vegetación en el área que habrá de incrementar los procesos erosivos por efecto del agua o aire, por tal motivo será necesario aplicar un programa de conservación de suelos.
10. **Modificación de la cobertura vegetal.** Será un **impacto negativo** y de carácter **moderado-severo** en la etapa de preparación del sitio ya que está relacionado con la remoción de la vegetación, sin embargo, este **impacto** se volverá **positivo** y de carácter **moderado-severo** en la etapa de abandono del sitio ya que al final de la vida útil se realizará la restauración de las áreas afectadas, se incluirá la reforestación del área dentro de dichas actividades.
11. **Desplazamiento de especies de fauna.** Se considera como un **impacto negativo** y **compatible** en las 4 etapas que contempla el proyecto, dado que está íntimamente relacionado con las actividades humanas en el área del proyecto.
12. **Electrocución de aves.** Será un **impacto negativo** de carácter **compatible-moderado** en la etapa de operación y mantenimiento de la línea eléctrica; está relacionado a la conexión de la línea en el sitio, se deberá realizar el ahuyentamiento de fauna durante esta etapa para disminuir el riesgo de afectación a la avifauna especialmente.
13. **Modificación puntual a nivel paisaje.** Se considera un impacto de carácter **compatible-moderado** en todas las etapas contempladas; sin embargo, será un **impacto negativo** durante las etapas de preparación del sitio por la remoción de la vegetación en el sitio, construcción por la instalación de infraestructura y operación – mantenimiento por el mantenimiento de la infraestructura y presencia humana, finalmente en la etapa de abandono del sitio se considera que el **impacto** se convertirá a **positivo** ya que la infraestructura será retirada y se restaurará el área lo más posible a su estado original.
14. **Generación de empleos, incremento en las relaciones económicas y mejora en servicios básicos.** Será un **impacto positivo** y **compatible-moderado** que se presentará en las 4 etapas que contempla el proyecto, ya que, al contar con fuentes de ingresos fijos, se reduce la migración de habitantes de las localidades cercanas en busca de empleo y permite una derrama económica local y regional.

De manera general se concluye que en las 4 etapas que contempla el desarrollo del proyecto, la mayoría de los impactos son compatibles.

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

Del análisis del capítulo anterior, la mayoría de los impactos ambientales son **compatibles** (recuperación es inmediata tras el cese de la actividad) y, los principales efectos negativos son puntuales y se localizan principalmente sobre los componentes **biota y suelo**.

### VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

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 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 para cada elemento ambiental**

#### **VI.1.2.1 Atmósfera**

1. Se evitará en lo posible la emisión de contaminantes mediante el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.
2. Se prohibirá el uso del fuego en la remoción de la vegetación para evitar la contaminación por humos y riesgos de incendios forestales.
3. Humectar los suelos sueltos en las brechas y sitios de mayor tránsito de vehículos para mitigar la generación de polvos al ambiente.
4. Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.
5. Respetar las normas ecológicas para la protección del aire.

#### **VI.1.2.2 Geología**

6. Estabilizar el material resultante de la excavación para la instalación de las estructuras, estabilizar taludes para disminuir la concentración de agua y los problemas de erosión por arrastre de suelo (en todos los sitios).

#### **VI.1.2.3 Suelo**

7. Se evitará en lo posible el arrastre del suelo para evitar la formación de canales y puedan convertirse en cárcavas.
8. Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos, así como para disminuir la frecuencia de su mantenimiento y mejorar el confort del conductor.
9. Mantener en buenas condiciones obras de drenaje (cunetas) en las áreas que así lo requieran.
10. Se acomodará y picará los productos forestales maderables resultado de la remoción de la vegetación en áreas aledañas, en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación y disminuir la erosión hídrica.
11. Los residuos sólidos de tipo doméstico que se generen durante las diferentes etapas que contempla el proyecto, deberán manejarse por separado de acuerdo a sus características y depositarse en contenedores metálicos o de plástico, con tapa de cierre hermético, indicando su contenido; su disposición será de acuerdo a lo que señale la autoridad ambiental competente y normas aplicables.
12. Para evitar la contaminación con hidrocarburos en el suelo, el mantenimiento de la maquinaria y equipo se dará en talleres autorizados
13. Implementar un programa de control de la erosión.
14. Respetar las normas ecológicas para la protección del suelo.

#### **VI.1.2.4 Agua**

15. Se prohíbe el vertido de los residuos peligrosos como aceites, estopas impregnadas, etc., en los cuerpos de agua.
16. Para reducir la producción de sedimentos, realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvias.
17. En la remoción de la vegetación, establecer pocos carriles de arrime para evitar el arrastre masivo sobre una mayor área de suelo y evitar la formación de canalillos.
18. Restringir el movimiento de vehículos fuera de las áreas autorizadas.

19. Conservar la vegetación distribuida en las inmediaciones de los cuerpos de agua, respetando la zona de transición (ecotono) entre los sistemas acuáticos y las comunidades vegetales adyacentes.

#### **VI.1.2.5 Fisiografía**

20. Las pendientes deberán ser adecuadas para permitir el tránsito de los camiones volteos.

#### **VI.1.2.6 Paisaje**

21. Colectar y transportar fuera del sitio, todos los materiales de desecho tales como: madera, plástico, cartones, pedazos de metal, recortes de cables conductores, vidrios, mezclas, etc., así como el material no degradable generado durante las diferentes etapas y enviarlos a los centros de acopio autorizados.

22. Realizar las actividades por etapas para que la obra se integre de manera paulatina al paisaje

#### **VI.1.2.7 Vegetación**

23. Realizar la remoción de la vegetación utilizando la técnica de derribo direccional para evitar dañar a los árboles aledaños
24. Prohibir la remoción de la vegetación fuera del área propuesta (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados).
25. Prohibir el uso del fuego para prevenir los riesgos de incendios forestales.
26. Implementar un programa de reforestación.
27. Implementar un programa de rescate y reubicación de flora.
28. Respetar las normas ecológicas para la protección de la flora.

#### **VI.1.2.8 Fauna**

29. Prohibir la cacería ilegal durante en las diferentes etapas de la obra.
30. Elaborar y colocar tableros alusivos a la prohibición de la caza ilegal y sobre el cuidado del medio ambiente, así como del manejo adecuado de los residuos sólidos generados.
31. Evitar el vertimiento de residuos en el suelo, que pudieran ser ingeridos por la fauna local
32. Permitir el ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad para garantizar su sobrevivencia.
33. Favorecer el establecimiento de madrigueras mediante el acomodo de desperdicios y la permanencia de troncos secos.
34. Implementar un programa de rescate y reubicación de fauna
35. Queda prohibida la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas.
36. Respetar las normas ecológicas para la protección de la fauna.

#### **VI.1.2.9 Social**

37. En la contratación del personal se deberá dar preferencia a los obreros de las localidades cercanas.

#### **VI.1.3 Programas de atención prioritaria**

Con base en la evaluación ambiental realizada en este estudio se considera que en las etapas se presentan impactos ambientales **COMPATIBLES** (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**, como es la **modificación de la cobertura vegetal e incremento a los procesos erosivos** se tienen considerados los programas siguientes:

### VI.1.3.1 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 actividades a desarrollar, sin embargo, se deberá tener cuidado por la incidencia directa de los organismos con la obra durante las etapas de construcción y operación- mantenimiento, 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 en general, sin embargo se tendrá especial cuidado en aquellas especies que se encuentren en el listado de la [NOM – 059](#).

#### VI.1.3.1.1 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](#) 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.1.3.1.2 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.1.3.1.3 Descripción de las especies de fauna

Cómo se indicó en el apartado IV.2.2.2, para identificar la fauna en primera instancia se revisaron registros de la fauna a nivel SA, y se complementó con la información del levantamiento de campo; con lo que se pudo identificar 166 especies de la fauna, de las cuales 19 tienen alguna categoría de riesgo. De acuerdo a la revisión bibliográfica del sitio y a los recorridos de campo se identificaron las siguientes especies: 1 mamífero, 7 réptiles y 9 especie de aves para ser incluidas programa de rescate y reubicación, todas las especies se encuentran incluidas en la [NOM-59](#).

Las especies de fauna se presentan en el cuadro siguiente:

*Cuadro VI-1. Especies de fauna consideradas en el PRR*

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

Número	Nombre científico	Nombre común	Grupo	Categoría	Endemismo
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

A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial.

Nota: se consideran las especies incluidas en la NOM-059, con la probabilidad (baja) de que puedan llegar a encontrarse en el sitio en dónde se desarrollará el proyecto.

A continuación, se hace un abreviado descripción de las características físicas más importantes, alimentación, distribución y estado de conservación de cada una de las especies identificadas:

### A. Aves

La determinación de la avifauna a incluirse en el programa de rescate obedece, al cotejo del listado de especie registradas para la **AICA No 74 San Juan de Camarones**, con posibilidad de distribuirse en la región, ya que al compartir ecosistemas y ubicación geográfica similar la posibilidad de llegar a encontrarse en la zona es alta. A continuación, se describen las generalidades a nivel especie.

**Cuadro VI-2. Descripción de las especies de aves incluidas en el PRR**

No.	Nombre científico	Descripción
1	<i>Accipiter cooperii</i>	Halcón mediano de cabeza grande. Tienen una longitud de 37-49 cm, los machos pesan entre 235-300 gr, las hembras 413-598 gr; la envergadura es de 9-99 cm; con la cola larga y ligeramente redondeada, lo que les ayuda a maniobrar en espacios reducidos; alas cortas y redondeadas. Iris anaranjados a rojos; cere y patas amarillas a anaranjado pálido; corona y nuca negras, frente blancuzca, partes superiores azul grisáceo (hembra café grisáceo), coberturas superiores del ala gris oscuro, primarias barradas con blanco, blanco en la parte del cuello con rayas oscuras, el resto de las partes bajas barrado irregular fuerte y marcas crecientes de café rojizo, el barrado en los flancos es más irregular; cola con tres bandas negras y punta blanca, la plumas debajo del ala barradas de gris y blanco. Se alimenta principalmente de vertebrados y alrededor del 80% de su dieta la proporcionan aves, también come pequeños mamíferos, anfibios e insectos. Habita en bosques tropicales caducifolios, bosques riparios y en bosques de coníferas.
2	<i>Aquila chrysaetos</i>	El águila real o águila caudal al igual que en la mayoría de las aves de presa, las hembras son mayores que los machos, pudiendo llegar al metro de longitud desde el pico a la cola y los 2,3 metros de envergadura alar, y un peso de entre 4 y 6,75 kg, mientras que el macho, de un tamaño menor, alcanza entre 1,8 y 2 metros de envergadura alar y un peso de entre 2,9 y 4,5 kg, su alimentación principal ratones, conejos, liebres, marmotas, zorros, serpientes, e incluso crías e individuos viejos o enfermos de cabras salvajes, ciervos, jabalíes y rebecos y aves voladoras y terrestres. Ya que por su amplia distribución de varios países, es apta para habitar cualquier ecosistema
3	<i>Ara militaris</i>	Presenta la ausencia de plumas en la región del rostro, o bien puede presentar bandas de pequeñas plumas. La especie presenta algunas plumas a manera de 5 a 6 bandas de color rojo carmesí y la piel del rostro es de color rosado claro. Es un ave grande, mide entre 675 y 750 mm. Presenta color verde, tono mate en la nuca, cuello y corona. Las plumas de cobertura y secundarias de las alas presentan un color verde olivo oscuro; frente y mejillas color rojo carmesí, la rabadilla y coberteras de la cola presentan color azul turquesa. El pico es negro mate y el iris es color amarillo, patas y dedos color gris oscuro. La dieta consiste en varios tipos de frutas, vainas, semillas y nuevos brotes de hojas y flores.
4	<i>Buteo albonotatus</i>	En ambos sexos el plumaje es casi todo negro excepto las últimas plumas debajo de las alas, tiene unas cortas patas amarillas y un pico amarillo con la punta negra; los ejemplares jóvenes poseen un color más claro. Se alimenta de pichones de aves, pequeños mamíferos y pequeños reptiles. Habita en montes, sabanas arbustivas, campos abiertos y cerca de ríos y lagunas. Nidifica en los árboles altos, donde construye una plataforma fabricada con palos y juncos. La hembra coloca 2 huevos blancos.
5	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Miden 35.5-38 cm de largo y pesan de 205 a 244gr. Presentan una cresta de color rojo prominente. Sexo y edades diferentes. El macho tiene los ojos amarillentos y el pico corneo pálido. La cabeza y la cresta rojas; el cuello, pecho y dorso de color negro. Presenta una línea blanca que recorre cada lado del cuello y termina sobre las escapularares en forma de "V". Las hembras presentan tienen la frente, corona y garganta de color. El carpintero pico plata habita en los bosques densos de tierras bajas, en estribaciones de montaña usualmente en bosques mixtos de coníferas, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque tropical deciduo (grupo chionogaster). También en bordes perennifolios de bosque tropical de tierras bajas.

No.	Nombre científico	Descripción
6	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón grande con una longitud total de 375 a 525 mm y envergadura de 96 a 119 cm, de constitución gruesa con un peso de 550 a 1550 gr, a las largas y puntiagudas con base ancha, cola más bien corta y angosta. En reposo, el extremo de las alas casi alcanza la punta de la cola. El iris es café oscuro, la órbita del ojo está desnuda, el pico es azul plumizo y la punta negra. Los sexos son similares, las edades difieren. El adulto tiene cere, anillo orbital y patas color amarillo brillante. Garganta y partes inferiores de color blanco. La parte baja del pecho y el resto de las partes inferiores con manchas y barras negruzcas. Cola negra con la punta blanca, la parte exterior de la cola con 6 barras color gris pálido, la parte interna con 3-5 barras blanquizas. Habita muchos biomas terrestres, no parece tener preferencia por alguno. Su dieta está compuesta principalmente de aves, desde pequeñas con un peso no menor a 10 gr (por ejemplo, los colibríes ( <i>Selasphorus</i> , <i>Archilochus spp.</i> White et al. 2002), hasta grandes patos y garzas (2 Kg.) (Iñigo 2000). Se sabe de al menos 300 especies que le sirven como alimento en el hemisferio norte, se puede especializar local o regionalmente en ciertos grupos de aves, estos son principalmente palomas (Columbiformes).
7	<i>Nyctiphrynus mcleodii</i>	Ave de 20-21 cm de longitud y de 24-37g (macho 31-37, hembra 24-35) con coloración críptica y plumas eréctiles en la región post-ocular. Los ojos son café oscuro y el pico claro con la punta negra, patas rosa-pardo pálido o grisáceas, con vibras muy largas alrededor del pico y curvadas hacia adentro; sin dimorfismo sexual. Las partes superiores son gris pardo, las cobertoras del ala y las escapulares con manchas castañas, las cobertoras del ala también tienen manchas blancas y las primarias tienen barras café oscuro y pardas. La cola es café grisáceo opaco, las rectrices exteriores manchadas de la punta con blanco. La garganta y partes inferiores color café y gris arena con el abdomen jaspeado en blanco. Su hábitat comprende zonas boscosas abiertas y en laderas rocosas con bosques de encinos y pino-encinos, usualmente en terrenos montañosos áridos y semiáridos; también en áreas con árboles dispersos bordes de bosques, cañadas arboladas y laderas con encinos por debajo de bosques mesófilos. Ocasionalmente se encuentran en los bordes de caminos tranquilos y en campos de vegetación alta con árboles dispersos.
8	<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	Cotorra de tamaño mediano, promedia 38 cm de largo. Ambos sexos presentan coloración similar. Su coloración es vistosa, verde brillante en el cuerpo, un poco más claro y amarillento en los pómulos y plumas cobertoras del oído. Posee una amplia franja roja en la región superciliar y la frente. La región donde se flexionan las alas tiene una coloración roja en los adultos. Las plumas cobertoras inferiores de las alas forman una enorme banda amarilla. El adulto presenta pico negro y patas con una tonalidad grisácea. La cotorra ocurre en localidades variadas como cimas de montañas con bosques abiertos de pino o pino-encino, hasta en rodales puros de oyamel que se encuentran bajo grandes riscos. Los nidos se presentan casi exclusivamente a elevaciones superiores a 2,000 m, y comúnmente arriba de 2,400m.
9	<i>Streptoprocne semicollaris</i>	El vencejo nuca blanca, para ser un vencejo es grande, mide de 20.5 a 25 cm de largo, siendo un 20% más grande que su pariente más común el white-collared swift. Pesa entre 115 a 225 gr, siendo su peso promedio 175 gr. Los adultos son de color negro-marrón, con una coloración azul brillante en el dorso, y poseen una medialuna blanca en la nuca. Su cola es bastante cuadrada, aunque en vuelo puede tomar una forma trapezoidal. Se lo encuentra en la zona central y occidental de México, existiendo un registro en la frontera con Guatemala. Esta especie mora principalmente en zonas de terrenos elevados, prefiriendo las paredes de acantilados, cañadones profundos de ríos y salientes rocosas elevadas. Sus hábitats principales son los bosques de pino y roble, bosques tropicales caducifolios y zonas arbustivas de segunda generación. Por lo general habita en alturas entre los 1500 a 3000 m y raramente a nivel del mar.

## B. Réptiles

Los réptiles son vertebrados con piel escamosa, seca, queratinizada y gruesa. La piel es mudada periódicamente. Algunas son netamente terrestres y otros pueden estar constantemente en el agua. Su respiración es únicamente vía pulmonar (Burnie, 2003).

Cuadro VI-3. Descripción de las especies de réptiles incluidos en el PRR

No.	Nombre científico	Descripción
1	<i>Barisia imbricata</i>	Especie endémica de México. Es una lagartija de tamaño moderadamente grande que se caracteriza de las demás especies del género por presentar el siguiente conjunto de características de escamación y coloración: tres o cuatro superciliares; elemento cantoloreo no dividido o dividido en dos de manera horizontal; de 34 a 45 hileras transversales de dorsales; supranasal fusionada con la postnasal superior; de 8 a 10 hileras de nucales; una sola occipital; coloración dorsal en los adultos con una evidente variación sexual y geográfica, generalmente los machos adultos con un color dorsal que varía de café parduzco a verde olivo inmaculado, mientras que las hembras adultas varía de verde olivo inmaculado a café parduzco con un patrón de bandas verticales oscuras. Esta especie parece tolerar bien las alteraciones hechas a su hábitat original ya que se le suele encontrar debajo de cortezas de árboles y troncos tirados en zonas de cultivo.

No.	Nombre científico	Descripción
2	<i>Pituophis deppii</i>	Físicamente es una serpiente constrictora de cuerpo macizo, en la parte ventral tiene una coloración amarilla con manchas oscuras pequeñas esparcidas irregularmente a los lados, que contrasta con las manchas semicirculares a lo largo del cuerpo que van del castaño oscuro al negro. Aunque existen variedades de otros colores, que pueden ser algo más rojizas o más pálidas casi llegando al blanco. Su longitud varía según la subespecie.
3	<i>Thamnophis eques</i>	El color de la cabeza es gris-verdoso a gris oscuro, en la sutura de las parietales hay dos puntos amarillos; en la parte posterior de las parietales hay una mancha en forma de corazón, dividida por el surgimiento de la línea vertebral que abarca de una a cuatro escamas de amplitud a este nivel; las comisuras de las escamas infralabiales están marcadas de negro y el resto de las escamas es gris a claro o amarillo. A lo largo del cuerpo se presentan dos hileras de manchas negras que pueden ser circulares o en algunos casos, rectangulares, separadas verticalmente por una coloración crema-verdoso o amarillo-verdoso; la línea vertebral corre hacia toda la región dorsal del cuerpo, incluyendo la zona caudal, y abarca dos escamas de ancho, pero en la región media y posterior, esta franja incluye una escama completa y la mitad de las escamas adyacentes. Consumen peces, anfibios e invertebrados.
4	<i>Crotalus lepidus</i>	Las serpientes de cascabel ( <i>Crotalus</i> ) son un género de la subfamilia de las víboras de foseta dentro de la familia de los vipéridos. Son serpientes venenosas y endémicas del continente americano, desde el sureste de Canadá al norte de Argentina La serpiente de cascabel es reconocida como la serpiente más venenosa de Norteamérica. Algunas especies pueden alcanzar hasta 2.5 metros de largo, y los 4 kg de peso. Según la especie exacta, tienen un cuerpo delgado y compacto. Su cabeza es más bien plana y se distingue claramente del cuello. El centro del cuerpo está rodeado de escamas que están colocadas en 21 - 29 filas. El color de fondo de esta familia va de amarillento a verdoso, rojizo a pardo e incluso negro. Una fila de manchas oscuras de forma romboédrica pasa por la espalda y los laterales. El cascabel lo forman unos estuches córneos en el extremo de la cola que en caso de peligro les permiten emitir un sonido de aviso de que es peligrosa.
5	<i>Crotalus molossus</i>	
6	<i>Crotalus basiliscus</i>	
7	<i>Crotalus pricei</i>	

### C. Mamíferos

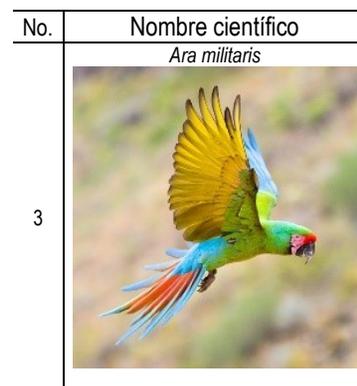
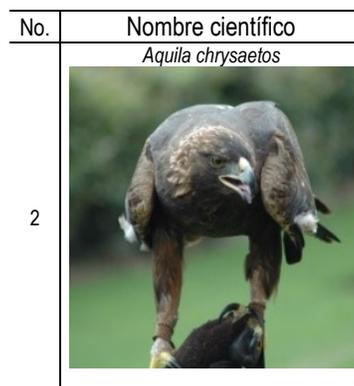
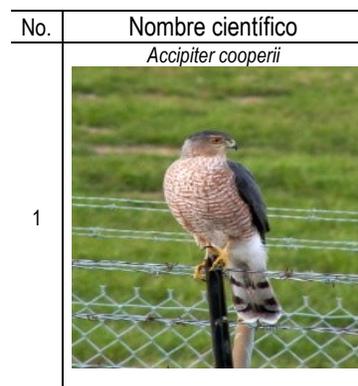
Los mamíferos (*Mammalia*) son una clase de vertebrados amniotas homeotermos (de sangre caliente) que poseen glándulas mamarias productoras de leche con las que alimentan a las crías. La mayoría son vivíparos (con la notable excepción de los monotremas: ornitorrinco y equidnas).

Cuadro VI-4. Descripción de las especies de mamíferos incluidas en el PRR

No.	Nombre científico	Descripción
1	<i>Taxidea taxus</i> (Tejón)	Mide en la cabeza y el cuerpo de 42 a 72 cm, a esta medida se le suma la cola que es de 10 a 15 cm. El peso de los adultos es de 4 a 12 Kilogramos. El Tejón Norteamericano demuestra ser más activo durante la noche, aunque por el día también se le ve. Sus presas más comunes son las tuzas, las ardillas de tierra, los topos, las marmotas, los perritos de la pradera o los topillos, entre otros.

### Características físicas las especies

Con la finalidad de ser más específicos en la identificación de las especies y tener un panorama general para la capacitación del personal, se ha generado un compendio de las imágenes más representativas de las especies en categoría de riesgo, que se muestran a continuación:



Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango

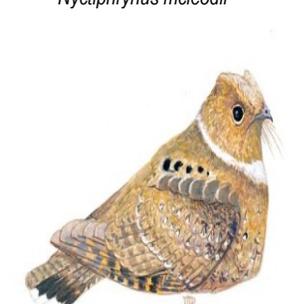
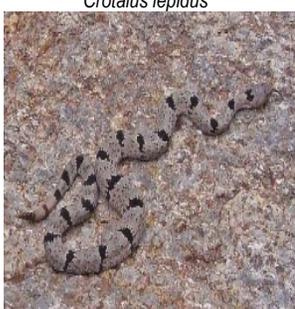
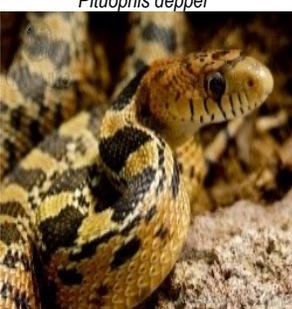
<p>No. 4</p> <p>Nombre científico <i>Barisia imbricata</i></p> 	<p>No. 9</p> <p>Nombre científico <i>Crotalus molossus</i></p> 	<p>No. 14</p> <p>Nombre científico <i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i></p> 
<p>No. 5</p> <p>Nombre científico <i>Buteo albonotatus</i></p> 	<p>No. 10</p> <p>Nombre científico <i>Crotalus pricei</i></p> 	<p>No. 15</p> <p>Nombre científico <i>Streptoprocne semicollaris</i></p> 
<p>No. 6</p> <p>Nombre científico <i>Campephilus guatemalensis</i></p> 	<p>No. 11</p> <p>Nombre científico <i>Falco peregrinus</i></p> 	<p>No. 16</p> <p>Nombre científico <i>Taxidea taxus</i></p> 
<p>No. 7</p> <p>Nombre científico <i>Crotalus basiliscus</i></p> 	<p>No. 12</p> <p>Nombre científico <i>Nyctiphrynus mcleodii</i></p> 	<p>No. 17</p> <p>Nombre científico <i>Thamnophis eques</i></p> 
<p>No. 8</p> <p>Nombre científico <i>Crotalus lepidus</i></p> 	<p>No. 13</p> <p>Nombre científico <i>Pituophis deppei</i></p> 	

Figura VI.1 Representación gráfica de los individuos sujetos a rescate

#### **VI.1.3.1.4 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.1.3.1.4.1 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 animales, a pesar de todos los esfuerzos desarrollados para su rescate, por lo que es de suma importancia mantener la capacitación del personal aún en la etapa de operación y mantenimiento.

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 status en la [NOM – 059](#)
- Actividades de ahuyentamiento
- 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.1.3.1.4.2 Ahuyentamiento de la 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 de ahuyentamiento, 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.1.3.1.4.3 Identificación**

Una vez que se haya efectuado el ahuyentamiento será necesario conocer si existen individuos a rescatar, por lo que se realizará 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 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.1.3.1.4.4 *Métodos para el manejo de las especies*

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

#### VI.1.3.1.4.4.1 **Anfibios**

En caso de llegar a encontrar algún individuo y evaluar que pudiese llegar a ser afectado se podrán aplicar las siguientes actividades:

- 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.1.3.1.4.4.2 **Aves**

Las aves son muy sensibles a los sonidos, por lo que se puede esperar que el ahuyentamiento a través de la generación del ruido sea exitoso; sin embargo, los casos en los que las aves no responderán a este estímulo se centra principalmente en nidos y polluelos, por lo que en su caso deberá aplicarse las siguientes actividades:

##### **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 trazo 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 la misma).
- 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 (iodóforo), 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 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 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 iodóforo 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 a 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 a 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.1.3.1.4.4.3 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.1.3.1.4.4.4 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.1.3.1.4.5 Cronograma

Se realizarán recorridos, conforme el avance de la obra, estos recorridos tendrán la finalidad verificar la presencia y/o ausencia de los organismos. La calendarización de las actividades para la localización y en su caso rescate de especies se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro VI-5. Cronograma de Actividades.

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.1.3.1.4.6 Seguimiento y evaluación

Para poder dar seguimiento a las actividades programadas debe tener registro de los casos de rescate, y evidencia de los mismos.

**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.1.3.2 Programa de conservación de suelos

La erosión del suelo es definida como un proceso de desagregación, transporte y deposición de materiales del suelo por agentes erosivos (Ellison, 1947). Los agentes erosivos dinámicos, en el caso de la erosión hídrica son la lluvia y el escurrimiento superficial o las inundaciones. La lluvia tiene efecto a través del impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo, y por el propio humedecimiento del suelo, que provocan desagregación de las partículas primarias; provoca también transporte de partículas por aspersion y proporciona energía al agua de la escorrentía superficial (Ellison, 1947). Como consecuencia de la desagregación se produce un sello superficial que disminuye sustancialmente la capacidad de infiltración del suelo (Duley, 1987; Ellison, 1947). En el momento en que la precipitación pasa a ser mayor que la tasa de infiltración de agua en el suelo, se produce la retención y detención superficial del agua y, posteriormente, el escurrimiento superficial del agua que no infiltra (Meyer, 1976). Considerando a la escorrentía superficial como el principal agente de transporte.

Este programa estará encaminado a realizar acciones en aquellas áreas que puedan tener problemas de erosión 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.

Con la metodología descrita en el Apartado IV.2.1.4 se realizaron los cálculos de la erosión actual en la superficie sujeta a CUSTF. Los resultados de la degradación hídrica y eólica se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro VI-6. Erosión total para el sitio con el CUSTF

Temporalidad	Erosión (ton/año)	
	Hídrica	Eólica
Actual (Sin CUSTF)	1,000.29	31.02
Potencial (Con CUSTF)	10,002.90	310.23

### VI.1.3.2.1 Pronóstico de la pérdida de suelo con el CUSTF incluyendo las medidas de mitigación

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.1.3.2.1.1 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 con aprovechamiento forestal favorece principalmente al suelo evitando la erosión e incrementando la infiltración del agua; además, está comprobado que participa en el buen crecimiento de los árboles incrementando la materia orgánica y por tanto la fertilidad del suelo. Esta actividad también reduce los riesgos de incendios y plagas. El acomodo de material vegetal no lleva un diseño técnico preciso, consiste más bien en formar cordones o fajas de material siguiendo las curvas del nivel del terreno; esto es, colocar barreras de material muerto perpendiculares a la pendiente del terreno para que propicien la disminución de la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que intercepten los posibles materiales y azolves que se erosionen ladera arriba.

La localización geográfica del sitio donde se establecerán los acordonamientos corresponde son las áreas aledañas al sitio donde se realizará la obra. En el supuesto que el material vegetal no sea lo suficiente para cumplir la meta estas barreras se construirán con piedras del sitio.

El cálculo del volumen de azolve a retener con la construcción de este tipo de obras es el siguiente:

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

Cuadro VI-7. Modelo de cubicación de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto

Largo	Dimensiones (m)		Factor de espacio	Volumen (m <sup>3</sup> )
	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;

$$IV = \left(2 + \frac{32.5}{3}\right) * 0.305 = 3.91 \text{ m}$$

- Posteriormente se estima el intervalo horizontal (IH).

$$IH = \left(\frac{IV}{P}\right) * 100 = 12.04 \text{ m}$$

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

$$Vol = \left[\left(\frac{IH * H}{2}\right) * L\right] * FE = 1.2 \text{ m}^3$$

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

- 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.

$$Vol = 0.9487 * 1.4 = 1.69 \text{ ton}$$

La meta es lograr **4,800.53 metros** de acordonamiento de material vegetal muerto para retener parte de la erosión potencial total, que multiplicando dicho valor por las toneladas de erosión que retiene cada metro lineal (**1.69 ton**) equivale a **8112.90 ton/año** de azolve que se retendrá con dicha obra. La erosión restante se mitigará con presas de piedra acomodada.

#### VI.1.3.2.1.2 Presas de control de 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:

- Se realiza un modelo de cubicación de una presa de piedras acomodada con las dimensiones (ancho, alto y largo) de las cárcavas medidas en campo (cuadro siguiente):

Cuadro VI-8. 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		
5	1	1.5	7.5	2.2	1.3	2.5	7.15	14.65

Nota: El resultado es solo el volumen de una presa como tal y no el volumen que puede llegar a retener

- Se estima el espaciamento entre presas de acuerdo con la altura efectiva y la pendiente de la cárcava. La fórmula para estimar el espaciamento entre presas es la siguiente:

$$E = \frac{H}{P} = \frac{1.5}{P25} * 100 = 6.0 \text{ m} =$$

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

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

$$V = \frac{E * H}{2} * Largo = \frac{6 * 1.5}{2} * 5 = 22.50 \text{ m}^3$$

- 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 **1.4 g/cm<sup>3</sup>** (cuadro siguiente).

Cuadro VI-9. Clases texturales del suelo y densidad aparente en (gramos/ cm<sup>3</sup>)

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 1.5 m y una pendiente de 25% el volumen de suelo a retener es de **31.5 toneladas**.

Finalmente, se divide la erosión total a retener entre el volumen de la presa hipotética (31.5 ton), como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro VI-10. Metodología de cálculo para estimar el número de presas a considerar para retener la erosión potencial total

Variable	Valor	Unidad
Altura	1.5	m
Largo	5	m
Pendiente	25	%
Espaciamiento	6	m
Volumen	22.5	m <sup>3</sup>
Densidad	1.4	gr/cm <sup>3</sup>
Volumen	31.5	Toneladas
Erosión total	10,002.9	Toneladas
Número de presas	60	Cantidad
Metros cúbicos de presas	879	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 (**1890.0 ton/año**) se requiere de la construcción de **60 presas** que tendrán un volumen de 1,350 m<sup>3</sup> de piedra.

#### VI.1.3.2.1.3 Resultados esperados del programa

Con la ejecución de las obras propuestas en el programa de conservación de suelos se espera un balance cero ya que de acuerdo a los cálculos realizados se logrará retener el 100% de la erosión hídrica potencial generada por efecto del **CUSTF**. En el cuadro siguiente se resumen las obras de conservación de suelo a realizar y la cantidad de erosión que retendrán.

Cuadro VI-11. Resultados esperados de la ejecución del programa de conservación de suelos

Cantidad / Obra	Cantidad de erosión que retendrán (ton)
<b>Erosión hídrica potencial</b>	<b>10,002.90</b>
60 presas de piedra acomodada	1890.00
4800.53 m acordonamiento de material vegetal muerto	8112.90
<b>Diferencia</b>	<b>0.000</b>

#### VI.1.3.2.1.4 Ubicación de las obras

El acomodo del material vegetal muerto, se realizará en áreas aledañas al sitio del proyecto, en donde será necesario aplicar mucho cuidado la técnica.

Cuadro VI-12. Coordenadas de las áreas prioritarias para establecer el acomodo de material vegetal muerto

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	406896	2717851
2	406896	2719459
3	408965	2719459
4	408965	2717851

En el caso de las presas de control de azolves, se presentan las coordenadas donde se ubicará de manera puntual cada una de ellas.

*Cuadro VI-13. Coordenadas donde se ubicarán las presas de piedra acomodada*

Presa	Coordenada UTM		Presa	Coordenada UTM	
	X	Y		X	Y
1	408849	2718248	31	407483	2718571
2	408846	2718243	32	407487	2718575
3	408843	2718237	33	407491	2718580
4	408841	2718232	34	407494	2718585
5	408838	2718227	35	407496	2718591
6	407701	2718170	36	407662	2718713
7	407703	2718164	37	407666	2718717
8	407704	2718159	38	407670	2718722
9	407705	2718153	39	407674	2718726
10	407707	2718147	40	407679	2718730
11	407708	2718141	41	407282	2718608
12	407709	2718135	42	407278	2718603
13	407711	2718129	43	407275	2718598
14	407713	2718124	44	407273	2718592
15	407716	2718118	45	407270	2718587
16	407363	2718428	46	407199	2718327
17	407368	2718431	47	407201	2718322
18	407372	2718435	48	407203	2718316
19	407376	2718439	49	407205	2718311
20	407380	2718444	50	407206	2718305
21	407384	2718449	51	407207	2718299
22	407387	2718454	52	407207	2718293
23	407391	2718458	53	407208	2718287
24	407394	2718463	54	407208	2718281
25	407398	2718468	55	407208	2718275
26	407458	2718555	56	407208	2718269
27	407463	2718558	57	407208	2718263
28	407468	2718561	58	407206	2718257
29	407473	2718564	59	407205	2718251
30	407478	2718568	60	407205	2718245

### **VI.1.3.3 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 **8.5 ha** de especies nativas del género

*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.1.3.3.1 *Objetivos*

##### General

- Compensar la afectación de la cobertura arbórea por el CUSTF.
- Realizar la reforestación de **8.5 hectáreas** 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.

##### Específicos

- Restablecer las condiciones de cubierta vegetal en terrenos degradados.
- Garantizar la permanencia y regeneración de las áreas forestales y evitar la erosión.
- Cumplir con las actividades de compensación por el CUSTF.

#### VI.1.3.3.2 *Meta*

Realizar una reforestación en **8.5 hectáreas** de las especies *Pinus douglasiana*, *P. arizonica*, *P. chihuana*, *P. teocote* y *P. leiophylla*.

Se espera que con la reforestación el efecto negativo del CUSTF hacia la biodiversidad se reduzca, así mismo mitigar la erosión que pudiera presentarse y con ello aumentar la infiltración.

#### VI.1.3.3.3 *Metodología*

##### VI.1.3.3.3.1 *Selección de la especie*

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 siguientes especies para llevar a cabo la reforestación de tal forma que se garantice su sobrevivencia.

- *Pinus douglasiana*,
- *P. arizonica*,
- *P. chihuana*,
- *P. teocote* y
- *P. leiophylla*

##### VI.1.3.3.3.2 *Densidad de plantación*

La densidad en el número de plantas está en función de los siguientes aspectos: i) objetivos de la plantación, ii) características físicas del sitio, iii) especies a utilizar y, iv) los costos de la plantación. El número de plantas a utilizar para este programa se presenta a continuación.

*Cuadro VI-14. Número de plantas a reforestar*

Especie	Número de individuos
<i>Pinus douglasiana</i>	2500
<i>Pinus arizonica</i>	2500
<i>Pinus chihuana</i>	2500
<i>Pinus teocote</i>	744
<i>Pinus leiophylla</i>	1200
<b>Total</b>	<b>9444</b>

#### VI.1.3.3.3.3 *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 siguientes características (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.1.3.3.3.4 *Diseño de la plantación*

La densidad en el número de plantas está en función de los siguientes aspectos:

- i) objetivos de la plantación,
- ii) características físicas del sitio,
- iii) especies a utilizar y,
- iv) los costos de la plantación.

El número de plantas a utilizar para este programa se determinó en base al manual de prácticas de reforestación (CONAFOR, 2010), tomando en cuenta el tipo de ecosistema y el número promedio de plantas que se sugieren por hectárea, como se muestra a continuación.

*Cuadro VI-15. Número de plantas a reforestar*

Predio	Superficie (ha)	Densidad (ha)	Número de plantas
Ejido Los Cardos y Anexos	8.5	1,111	9,444
<b>Total</b>			<b>9,444</b>

#### VI.1.3.3.3.5 *Época de 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 siguientes condiciones: 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.1.3.3.3.6 *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 siguientes recomendaciones:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si está es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Quitar el tubete o bolsa de la planta sin dañar la raíz.

3. Antes de colocar el árbol en la cepa, agregar tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mayor disposición de nutrientes. Adicionalmente se pueden agregar algunos gramos de fertilizante granulado de liberación prolongada como es el caso del *MULTICOTE (4) 11-2-4*.
4. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta de tal forma que permita la aireación y drenaje en el suelo.
5. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta a estrés físico por el traslado.
6. Es necesario hacer un cajete alrededor de la planta para detener la erosión por escorrentía, capturar agua de lluvia o de riego para favorecer el desarrollo de la planta e incrementar la posibilidad de sobrevivencia de está.

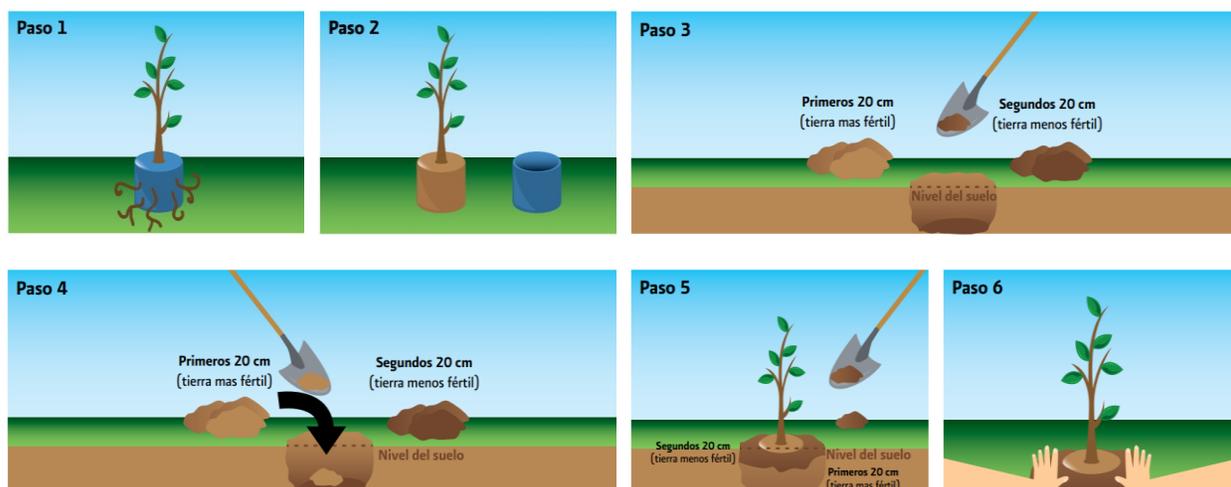


Figura VI.2. Sistema de cepa común a utilizar en la reforestación (CONAFOR, 2010)

Se deben considerar las siguientes acciones para asegurar que la reforestación se realice con éxito:

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.1.3.3.4 Lugares de acopio

La planta necesaria para ejecutar la reforestación será adquirida en los viveros de la región.

#### VI.1.3.3.5 Selección del sitio

Para determinar el sitio donde se establecerá la reforestación fue de suma importancia tener presente el objetivo de la misma; que, en este caso, es beneficiar alguna zona que amerite la reforestación. La superficie propuesta para reforestación es de **8.5 hectáreas** repartada en 14 polígonos, las coordenadas geográficas donde se realizarán las actividades de reforestación se presentan en el cuadro siguiente:

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

*Cuadro VI-16. Coordenadas geográficas UTM del polígono propuesto para la reforestación*

Polígono	Vértice	Coordenadas UTM		Polígono	Vértice	Coordenadas UTM	
		X	Y			X	Y
1	1	407215	2720070	9	1	408535	2721251
1	2	407281	2720070	9	2	408550	2721296
1	3	407348	2720008	9	3	408590	2721294
1	4	407299	2719950	9	4	408619	2721251
1	5	407239	2719954	9	5	408608	2721223
1	6	407247	2720008	9	6	408629	2721194
2	1	407202	2720056	9	7	408609	2721191
2	2	407221	2720021	9	8	408575	2721232
2	3	407223	2719994	10	1	403569	2721303
2	4	407216	2719971	10	2	403626	2721496
2	5	407171	2720004	10	3	403645	2721512
2	6	407179	2720031	10	4	403674	2721469
3	1	405010	2720175	10	5	403661	2721411
3	2	405030	2720133	10	6	403639	2721387
3	3	405007	2720119	10	7	403641	2721334
3	4	405056	2720064	10	8	403607	2721295
3	5	405043	2720049	11	1	403571	2721390
3	6	404966	2720115	11	2	403530	2721454
3	7	404983	2720145	11	3	403573	2721523
4	1	406203	2720192	11	4	403596	2721459
4	2	406245	2720129	12	1	403864	2720530
4	3	406226	2720111	12	2	403909	2720568
4	4	406192	2720146	12	3	403952	2720563
5	1	406214	2720067	12	4	403979	2720518
5	2	406259	2720052	12	5	403964	2720491
5	3	406246	2720021	12	6	403980	2720461
5	4	406205	2720034	12	7	403948	2720437
6	1	404238	2719582	12	8	403908	2720491
6	2	404224	2719518	13	1	403957	2720430
6	3	404179	2719547	13	2	403993	2720438
6	4	404179	2719591	13	3	404026	2720412
6	5	404210	2719599	13	4	404007	2720390
6	6	404230	2719594	13	5	403968	2720398
7	1	403972	2719604	13	6	403922	2720345
7	2	403950	2719616	13	7	403974	2720320
7	3	403935	2719635	13	8	403966	2720287
7	4	403949	2719663	13	9	403918	2720296
7	5	403984	2719669	13	10	403876	2720316
7	6	404003	2719657	13	11	403835	2720353
8	1	408336	2721305	13	12	403851	2720370
8	2	408379	2721391	13	13	403880	2720362
8	3	408451	2721381	13	14	403926	2720381
8	4	408477	2721342	14	1	402250	2721951
8	5	408516	2721382	14	2	402313	2721938
8	6	408535	2721375	14	3	402305	2721922
8	7	408542	2721328	14	4	402316	2721863
8	8	408522	2721266	14	5	402236	2721841
8	9	408417	2721315	14	6	402241	2721926
8	10	408380	2721296				

**VI.1.3.3.6 Indicadores de evaluación**

Evidencia fotográfica, informes anuales y planos georreferenciados.

**VI.1.3.3.7 Mantenimiento y monitoreo de la sobrevivencia de los individuos reubicados**

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 a 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.1.3.3.8 Programa de actividades**

El programa de actividades para realizar la reforestación es el siguiente.

Cuadro VI-17. 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.1.3.3.9 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 años de operación del camino. 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 vigoridad, sanidad, y respuesta al medio.

**VI.1.3.3.10 Sobrevivencia mínima esperada y acciones emergentes**

La sobrevivencia mínima que se espera es del 85%; es decir, de las 1,111 plantas/ha que se plantarán, deberán sobrevivir mínimo 944 plantas/ha. 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.1.3.3.11 Informe de avances y resultados**

Los informes que serán presentados a la SEMARNAT a consecuencia de la realización de la reforestación se llevarán a cabo de la siguiente manera.

- Un informe, una vez realizada la plantación.
- Un informe anual correspondiente a la evaluación sobre el porcentaje de sobrevivencia durante **5 años** consecutivos.

**VI.1.4 Actividades de mitigación, restauración y compensación por etapa**

Las principales medidas de mitigación, prevención y restauración para los diferentes componentes ambientales de acuerdo a las diferentes etapas son las siguientes.

**Cuadro VI-18. Actividades de mitigación, prevención y restauración en las diferentes etapas**

Componente	Clave medida	Medida	Preparación del sitio	Construcción	Operación-Mantenimiento	Abandono del sitio	Etapas en que se requiere y su duración
Atmósfera	1	Se evitará en lo posible la emisión de contaminantes mediante el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Atmósfera	2	Se prohibirá el uso del fuego en la remoción de la vegetación para evitar la contaminación por humos y riesgos de incendios forestales	A				Preparación del sitio
Atmósfera	3	Humectar los suelos sueltos en las brechas y sitios de mayor tránsito de vehículos para mitigar la generación de polvos al ambiente	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Atmósfera	4	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Atmósfera	5	Respetar las normas ecológicas para la protección del aire	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Geología	6	Estabilizar el material resultante de la excavación para la instalación de las estructuras, estabilizar taludes para disminuir la concentración de agua y los problemas de erosión por arrastre de suelo (en todos los sitios)	A				Preparación del sitio
Suelo	7	Se evitará en lo posible el arrastre del suelo para evitar la formación de canales y puedan convertirse en cárcavas	A				Preparación del sitio
Suelo	8	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos, así como disminuir la frecuencia de su mantenimiento y mejorar el confort del conductor	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Suelo	9	Mantener en buenas condiciones las obras de drenaje (cunetas) en las áreas que así lo requieran	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Suelo	10	Se acomodará y picará los productos forestales maderables resultado de la remoción de la vegetación en áreas aledañas, en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación y disminuir la erosión hídrica	A				Preparación del sitio

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

<b>Componente</b>	<b>Clave medida</b>	<b>Medida</b>	<b>Preparación del sitio</b>	<b>Construcción</b>	<b>Operación-Mantenimiento</b>	<b>Abandono del sitio</b>	<b>Etapas en que se requiere y su duración</b>
Suelo	11	Los residuos sólidos de tipo doméstico que se generen durante las diferentes etapas que contempla el proyecto, deberán manejarse por separado de acuerdo a sus características y depositarse en contenedores metálicos o de plástico, con tapa de cierre hermético, indicando su contenido; su disposición será de acuerdo a lo que señale la autoridad ambiental competente y normas aplicables	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Suelo	12	Para evitar la contaminación con hidrocarburos en el suelo, el mantenimiento de la maquinaria y equipo se dará en talleres autorizados	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Suelo	13	Implementar un programa de control de la erosión					
Suelo	14	Respetar las normas ecológicas para la protección del suelo	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Agua	15	Se prohíbe el vertido de residuos peligrosos como aceites, estopas impregnadas u otros materiales en los cuerpos de agua	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Agua	16	Para reducir la producción de sedimentos, realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvias	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Agua	17	En la remoción de la vegetación, establecer pocos carriles de arrime para evitar el arrastre masivo sobre una mayor área de suelo y evitar formación de canalillos	A				Preparación del sitio
Agua	18	Restringir el movimiento de vehículos fuera de las áreas autorizadas	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Agua	19	Conservar la vegetación distribuida en las inmediaciones de los cuerpos de agua, respetando la zona de transición (ecotono) entre los ecosistemas acuáticos y las comunidades vegetales adyacentes	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Fisiografía	20	Suavizar las pendientes para permitir el tránsito de los vehículos	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Paisaje	21	Colectar y transportar fuera del sitio, todos los materiales de desecho como madera, plástico, cartones entre otros y enviarlos a los centros de acopio autorizados	A	B	C	D	Durante toda la vida útil

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

<b>Componente</b>	<b>Clave medida</b>	<b>Medida</b>	<b>Preparación del sitio</b>	<b>Construcción</b>	<b>Operación-Mantenimiento</b>	<b>Abandono del sitio</b>	<b>Etapa en que se requiere y su duración</b>
Paisaje	22	Realizar las actividades por etapas para que la obra se integre de manera paulatina al paisaje	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Vegetación	23	Realizar la remoción de la vegetación utilizando la técnica de derribo direccional para evitar dañar a los árboles aledaños	A				Preparación del sitio
Vegetación	24	Prohibir la remoción de la vegetación fuera del área propuesta (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados)	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Vegetación	25	Prohibir el uso de fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Vegetación	26	Implementar un programa de reforestación	A				Preparación del sitio
Vegetación	27	Implementar un programa de rescate y reubicación de flora	A				Preparación del sitio
Vegetación	28	Respetar las normas ecológicas para la protección de la flora	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Fauna	29	Prohibir la cacería ilegal durante la vida útil del proyecto	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Fauna	30	Elaborar y colocar tableros alusivos a la prohibición de la caza ilegal y sobre el cuidado del medio ambiente, así como del manejo adecuado de los residuos sólidos generados	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Fauna	31	Evitar el vertimiento de residuos en el suelo, que pudieran ser ingeridos por la fauna local	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Fauna	32	Permitir el ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad para garantizar su supervivencia	A				Preparación del sitio
Fauna	33	Favorecer el establecimiento de madrigueras mediante el acomodo de desperdicios y la permanencia de troncos secos	A				Preparación del sitio
Fauna	34	Implementar un programa de rescate y reubicación de fauna	A	B	C	D	Durante toda la vida útil

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

<b>Componente</b>	<b>Clave medida</b>	<b>Medida</b>	<b>Preparación del sitio</b>	<b>Construcción</b>	<b>Operación-Mantenimiento</b>	<b>Abandono del sitio</b>	<b>Etapas en que se requiere y su duración</b>
Fauna	35	Queda prohibida la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Fauna	36	Respetar las normas ecológicas para la protección de la fauna	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Social	37	En la contratación del personal se deberá dar preferencia a los obreros de las localidades cercanas	A	B	C	D	Durante toda la vida útil

### **VI.1.5 Actividades de mitigación como consecuencia del abandono del sitio (abandono definitivo)**

Como se ha mencionado en el planteamiento del programa de trabajo, la etapa de abandono definitivo del sitio se llevará a cabo al final de su vida útil, sin embargo, han de plantearse actividades para el abandono definitivo.

- Obras de retención de suelo
- Aplicación de suelo orgánico
- Una vez completadas las actividades anteriores en el lugar, es necesario restituir en manera de lo posible, el paisaje teniendo en cuenta el entorno circundante para lograr su integración (reforestación con especies típicas del tipo de vegetación prevalecientes en el sitio antes del CUSTF)
- Se ejercerá un control sobre la basura generada, para su disposición en el relleno sanitario más cercano al sitio
- En las actividades de restauración mediante la reforestación, se utilizarán únicamente individuos de especies locales

### **VI.1.6 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 el **suelo y biota (vegetación)**. 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 **aire** y el **paisaje** el cual será compensado a través de la reforestación de áreas adyacentes al sitio del CUSTF.

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 existe un **alto grado de marginación**, sin embargo, cuenta con una enorme cantidad de recursos que pueden ser aprovechados para disminuir la pobreza extrema.

### **VI.1.7 Medidas dirigidas a los impactos ambientales**

#### **VI.1.7.1 Impactos residuales**

En gran medida el cumplimiento de los programas de protección ambiental depende de las medidas de prevención, mitigación y restauración propuestas a los impactos relevantes; sin embargo, a pesar de ello, en mucho de los casos los impactos tienen una residualidad que es muy difícil de mitigar.

Los impactos residuales identificados en el análisis ambiental son:

- a. Generación de gases tipo invernadero
- b. Afectación a la fauna (desplazamiento)

El proceso de evaluación de impacto ambiental significa, en definitiva, que se mantiene una relación permanente con la acción humana a emprender, desde su fase de diseño hasta la etapa de abandono del sitio. Desde el momento en que inicia (etapa de preparación del sitio) y sobre todo durante la operación y su abandono definitivo, debe vigilarse permanentemente el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas. La idea es mantener una vinculación con la acción para conocer su relación con el medio ambiente.

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 certidumbre, especificando la dimensión del impacto reducido. Las principales medidas identificadas para estos impactos residuales son:

- Mantenimiento preventivo a los vehículos y maquinaria utilizada en las diferentes etapas

- Utilizar sólo la maquinaria necesaria y retirarla de inmediato una vez que termine la obra
- Colocación de letreros alusivos a la protección de fauna

Se puede considerar que los impactos generados por las actividades a desarrollar en su mayoría son moderados, puntuales, de corta duración y mitigables.

#### **VI.1.7.2 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 presente es la ganadería extensiva, ya que pobladores cercanos realizan el manejo y explotación de ganado vacuno principalmente, con fines de producción para su aprovechamiento, cuyos impactos ambientales son el pastoreo o consumo excesivo (explotación excesiva) del forraje, y esto conduce a la degradación de la vegetación, la mayor erosión de los suelos, y el deterioro de su fertilidad y estructura. El pastoreo desmesurado es el resultado del uso excesivo del terreno, ya que el número y tipo de animales supera a la capacidad del área. Se aumenta la erosión de los suelos, indirectamente, debido a la pérdida de la cobertura vegetal, y, directamente, porque se afloja el suelo, exponiéndolo. A menudo, se agota la vegetación y se produce mayor erosión del suelo alrededor de las fuentes de agua, donde se congregan los animales. Aunado a ellos, se suma el efecto por la liberación de gases de efecto invernadero proveniente de las cabezas de ganado.

En gran medida el cumplimiento de los programas de protección ambiental depende de las medidas de mitigación y compensación de los impactos **sinérgicos y acumulativos**.

El proceso de evaluación de impacto ambiental significa, en definitiva, que se mantiene una relación permanente con la acción humana a emprender, desde su fase de diseño hasta la etapa de abandono. Desde el momento en que se inicia la obra y sobre todo durante la operación y el abandono, 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 del proyecto 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.

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

**Cuadro VI-19. Sustentabilidad del proyecto con medidas de mitigación y compensación**

Elemento	Impacto	Clave	Medida	Componentes indirectos que beneficia	Forma de mitigación de impactos	Especificaciones
Atmósfera	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero	1	Se evitará en lo posible la emisión de contaminantes mediante el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Se reducen las emisiones por tener mantenimiento adecuado los equipos y vehículos	Los vehículos y maquinaria a utilizarse deberán cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006
Atmósfera	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero	2	Se prohibirá el uso del fuego en la remoción de la vegetación para evitar la contaminación por humos y riesgos de incendios forestales	Biota, Suelo	Se evitan las emisiones por quema de vegetación forestal y el riesgo de incendio forestal en áreas aledañas	El Promovente será responsable de verificar que no se utilice fuego en el CUSTF y que dicho procedimiento se realice conforme a lo especificado en el programa de trabajo establecido
Atmósfera	Generación de polvos y ruido	3	Humectar los suelos sueltos en las brechas y sitios de mayor tránsito de vehículos para mitigar la generación de polvos al ambiente	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Al realizar un rociado con agua en los fragmentos de caminos en donde se generen significativamente polvos y/o lugares mayormente transitados por los vehículos de trabajo	Se llevará a cabo sólo en época de estiaje, ya que en época de lluvias no será necesario
Atmósfera	Generación de polvos y ruido	4	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido	Biota (fauna), Social	Reducción de ruido que pudiera afectar a los trabajadores, pobladores cercanos y fauna local	Cumplir con los programas de mantenimiento preventivo de los equipos y vehículos (NOM-080-ECOL-1994, NOM-080-STPS-1993 y NOM-081-SEMARNAT-1994)
Atmósfera	Generación de polvos y ruido	5	Respetar las normas ecológicas para la protección del aire	Biota (fauna), Social	Cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y normatividad vigente en la materia	Cumplir con los parámetros de las Normas en la materia
Geología	Modificación de la pendiente y exposición a nivel puntual, Movimiento de material geológico superficial	6	Estabilizar el material resultante de la excavación para la instalación de las estructuras, estabilizar taludes para disminuir la concentración de agua y los problemas de erosión por arrastre de suelo (en todos los sitios)	Agua, Suelo, Paisaje	Se deberá estabilizar el material para evitar el arrastre del material geológico	Las actividades deberán desarrollarse de acuerdo con el programa de trabajo
Suelo	Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)	7	Se evitará en lo posible el arrastre del suelo para evitar la formación de canales y puedan convertirse en cárcavas	Biota, Agua	Ubicar pocos carriles de arrime	Complementariamente al derribo se tendrá que desramar y trocear el individuo; así mismo generar pocos canales de arrastre para evitar la erosión y formación de canalillos
Suelo	Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)	8	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos, así como disminuir la frecuencia de su mantenimiento y mejorar el confort del conductor	Biota, Agua, Atmósfera	Colocación de material con buena permeabilidad en los caminos de acceso existentes	Realizar las actividades de acuerdo al programa de trabajo establecido

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

Elemento	Impacto	Clave	Medida	Componentes indirectos que beneficia	Forma de mitigación de impactos	Especificaciones
Suelo	Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)	9	Mantener en buenas condiciones las obras de drenaje (cunetas) en las áreas que así lo requieran	Biota, Agua	Desazolve de las obras de drenaje	Se realizará posterior a la época de lluvias que es la temporada en que más sedimentos de arrastran a las obras de drenaje
Suelo	Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)	10	Se acomodará y picará los productos forestales maderables resultado de la remoción de la vegetación en áreas aledañas, en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación y disminuir la erosión hídrica	Agua, Biota, Paisaje	Con las franjas al contorno se estará generando una barrera que evitará que se pierda suelo por procesos de erosión	El material que no sea aprovechado por los propietarios (ramas y/o material muerto) será dispuesto en franjas al contorno en sentido perpendicular a la pendiente
Suelo	Generación de residuos sólidos	11	Los residuos sólidos de tipo doméstico que se generen durante las diferentes etapas que contempla el proyecto, deberán manejarse por separado de acuerdo a sus características y depositarse en contenedores metálicos o de plástico, con tapa de cierre hermético, indicando su contenido; su disposición será de acuerdo a lo que señale la autoridad ambiental competente	Agua, Biota, Paisaje	Disponiendo los residuos sólidos de acuerdo a la normatividad y legislación vigente	Los residuos deben manejarse por separado de acuerdo a sus características y depositarse en contenedores metálicos o de plástico, con tapa de cierre hermético, indicando su contenido; su disposición será de acuerdo a lo que señale la autoridad ambiental competente y normas aplicables
Suelo	Generación de residuos peligrosos	12	Para evitar la contaminación con hidrocarburos en el suelo, el mantenimiento de la maquinaria y equipo se dará en talleres autorizados	Agua, Biota, Paisaje	El mantenimiento de la maquinaria y equipo se hará en talleres especializados	Se debe verificar que los talleres en que se hará el mantenimiento de la maquinaria y equipo hagan la disposición de los residuos peligrosos en empresas especializadas autorizadas por SEMARNAT
Suelo	Pérdida de la fertilidad del suelo	13	Implementar un programa de control de la erosión	Agua, Biota, Paisaje	En las zonas con pendientes pronunciadas, serán colocadas las presas para disminuir la velocidad de los escurrimientos superficiales efímeros	Incluye el acomodo del material vegetal muerto, además de la construcción de presa de diferentes materiales (piedra, troncos, costales y otros)
Suelo	Incremento en la erosión	14	Respetar las normas ecológicas para la protección del suelo	Agua, Biota	Cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y normatividad vigente en la materia	Cumplir con los parámetros de las Normas en la materia
Agua	Modificación de las características físico-químicas del agua	15	Se prohíbe el vertido de residuos peligrosos como aceites, estopas impregnadas u otros materiales en los cuerpos de agua	Suelo, Biota, Paisaje	El mantenimiento de la maquinaria y equipo se hará en talleres especializados	Se debe verificar que los talleres en que se hará el mantenimiento, hagan la disposición de los residuos peligrosos en empresas especializadas autorizadas por SEMARNAT

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

Elemento	Impacto	Clave	Medida	Componentes indirectos que beneficia	Forma de mitigación de impactos	Especificaciones
Agua	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	16	Para reducir la producción de sedimentos, realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvias	Suelo, Biota, Paisaje	En la época de estiaje es cuando regularmente se encuentran polvos sueltos en los caminos que facilmente pueden ser arrastrados por efecto del agua o viento, por ello se deben acondicionar dichos caminos	Realizar las actividades de acuerdo al programa de trabajo establecido
Agua	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	17	En la remoción de la vegetación, establecer pocos carriles de arrime para evitar el arrastre masivo sobre una mayor área de suelo y evitar canalillos	Agua, Biota, Paisaje	Ubicar pocos carriles de arrime	Complementariamente al derribo se tendrá que desramar y trocear el individuo; así mismo generar pocos canales de arrastre para evitar la erosión y formación de canalillos
Agua	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	18	Restringir el movimiento de vehículos fuera de las áreas autorizadas	Biota, Suelo, Paisaje	Señalizar las áreas en que se restringe el movimiento de vehículos	Contar con áreas bien ubicadas en las que se podrá maniobrar con los vehículos para que no se afecte superficie no autorizada
Agua	Modificación del flujo superficial	19	Conservar la vegetación distribuida en las inmediaciones de los cuerpos de agua, respetando la zona de transición (ecotono) entre los ecosistemas acuáticos y las comunidades vegetales adyacentes	Biota, Suelo, Paisaje	No afectar sitios que cuenten con cuerpos de agua perennes	Prohibir la remoción de la vegetación fuera del área propuesta (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados).
Fisiografía	Modificación de la pendiente y exposición a nivel puntual	20	Suavizar las pendientes para permitir el tránsito de los vehículos	Agua, Biota, Paisaje	Ayudará a reducir el riesgo por accidente	Realizar las actividades de acuerdo al programa de trabajo establecido
Paisaje	Modificación puntual a nivel paisaje	21	Colectar y transportar fuera del sitio, todos los materiales de desecho como madera, otros y enviarlos a los centros de acopio autorizados	Biota, Agua, Suelo	Recolectar y disponer los residuos de acuerdo a la normatividad y legislación vigente	Realizar las actividades de acuerdo al programa de trabajo establecido
Paisaje	Modificación puntual a nivel paisaje	22	Realizar las actividades por etapas para que la obra se integre de manera paulatina al paisaje	Social	Al realizar las actividades de manera paulatina, la percepción del área no cambiará tan drásticamente en un tiempo tan corto	Las actividades deberán realizarse conforme lo establecido en el programa de trabajo
Vegetación	Modificación de la cobertura vegetal	23	Realizar la remoción de la vegetación utilizando la técnica de derribo direccional para evitar dañar a los árboles aledaños	Biota	La técnica correcta de derribo de la vegetación arbórea permitirá proteger a la vegetación que se encuentra en áreas aledañas	Las actividades deberán realizarse conforme lo establecido en el programa de trabajo
Vegetación	Modificación de la cobertura vegetal	24	Prohibir la remoción de la vegetación fuera del área propuesta (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados)	Biota, Suelo	Con la delimitación del polígono sujeto a CUSTF, se estará garantizando que no se afecte más superficie de la programada.	Prohibir la remoción de la vegetación fuera del área propuesta (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados)

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

<b>Elemento</b>	<b>Impacto</b>	<b>Clave</b>	<b>Medida</b>	<b>Componentes indirectos que beneficia</b>	<b>Forma de mitigación de impactos</b>	<b>Especificaciones</b>
Vegetación	Modificación de la cobertura vegetal	25	Prohibir el uso de fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales	Biota, Suelo, Atmósfera	Se evitan las emisiones por quema de vegetación forestal y el riesgo de incendio forestal en áreas aledañas	El Promovente será responsable de verificar que no se utilice fuego en el CUSTF y que dicho procedimiento se realice conforme a lo especificado en el programa de trabajo establecido
Vegetación	Modificación de la cobertura vegetal	26	Implementar un programa de reforestación	Biota, Suelo	Ayudará a aumentar la cobertura vegetal y a compensar la vegetación que fue derribada	Establecimiento y reforestación de 8.5 ha con especies nativas
Vegetación	Modificación de la cobertura vegetal	27	Implementar un programa de rescate y reubicación de flora	Biota	El rescate y reubicación de flora permite reducir el número de individuos afectados, sobre todo en las especies que son de lento crecimiento como el caso de la cactáceas	Realizar las actividades de rescate y reubicación de especies de acuerdo a lo establecido en el programa correspondiente
Vegetación	Modificación de la cobertura vegetal	28	Respetar las normas ecológicas para la protección de la flora	Biota, Suelo	Cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y normatividad vigente en la materia	Cumplir con los parámetros de las Normas en la materia
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna	29	Prohibir la cacería ilegal durante la vida útil del proyecto	Biota	Al informar acerca de las características e importancia de la fauna, y prohibición de la cacería se tendrá un efecto de conciencia ambiental	Prohibir la cacería ilegal durante en las diferentes etapas de la obra
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna	30	Elaborar y colocar tableros alusivos a la prohibición de la caza ilegal y sobre el cuidado del medio ambiente, así como del manejo adecuado de los residuos sólidos generados	Social, Suelo	Al informar acerca de las características e importancia de la fauna, y prohibición de la cacería se tendrá un efecto de conciencia ambiental	Elaborar y colocar 2 tableros alusivos a la prohibición de la caza ilegal
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna	31	Evitar el vertimiento de residuos en el suelo, que pudieran ser ingeridos por la fauna local	Suelo, Agua	El manejo adecuado de los residuos sólidos y peligrosos permite evitar afectaciones a la fauna local	Realizar las actividades de acuerdo al programa de trabajo establecido
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna	32	Permitir el ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad para garantizar su supervivencia	Biota	Permitir el ahuyentamiento de la fauna es la medida más efectiva y ayudará a no tener afectaciones	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna	33	Favorecer el establecimiento de madrigueras mediante el acomodo de desperdicios y la permanencia de troncos secos	Biota, Suelo	Con las actividades del acomodo del material muerto, se estará favoreciendo el establecimiento de madrigueras y anidación	Favorecer el establecimiento de madrigueras mediante el acomodo de desperdicios y la permanencia de troncos secos para su anidación en los ecosistemas locales cercanos al sitio

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

<b>Elemento</b>	<b>Impacto</b>	<b>Clave</b>	<b>Medida</b>	<b>Componentes indirectos que beneficia</b>	<b>Forma de mitigación de impactos</b>	<b>Especificaciones</b>
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna	34	Implementar un programa de rescate y reubicación de fauna	Biota	Se evita la afectación a las comunidades de fauna, con especial cuidado en las que se encuentran en alguna categoría de riesgo	Registro de especies reubicadas o rescatadas
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna	35	Queda prohibida la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas	Suelo, Agua	La asistencia alimenticia y hospedaje de los trabajadores será en las localidades cercanas	Realizar las actividades de acuerdo al programa de trabajo establecido
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna	36	Respetar las normas ecológicas para la protección de la fauna	Biota	Cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y normatividad vigente en la materia	Cumplir con los parámetros de las Normas en la materia
Social	Empleos para la región	37	En la contratación del personal se deberá dar preferencia a los obreros de las localidades cercanas	Atmósfera	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	Contratación de poblaciones del AI

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1 Pronóstico de escenario

Ambiental, haciendo un pronóstico con base en la descripción ambiental del sitio, el diagnóstico ambiental, 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 proyecto**”, 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 el Proyecto 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 el Proyecto 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.

Cuadro VII-1. Pronostico del escenario

Condición actual	Con proyecto pero sin medidas de mitigación	Con proyecto pero con medidas de mitigación
<b>Componente:</b> Atmósfera		
<b>Impacto:</b> 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 (NOx), óxidos de azufre (SOx)		
<p>El área del proyecto 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 del proyecto implica el uso de una maquina grúa para la excavación de los pozos y para la instalación del cableado, así como camionetas para el transporte de los materiales, transporte de personal y material vegetal producto del desmonte, lo cual generará un ligero incremento en las emisiones de gases por combustión de combustibles, aunque no se consideran significativas pues las dimensiones del proyecto son pequeñas y las emisiones serán de forma periódica y unas horas al día.</p> <p>Las etapas de mayor generación serán la preparación y construcción del proyecto, 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>Al mantener los vehículos en buen estado se minimizarán las emisiones de gases. De manera semestral o cuando así se requiera, se llevará a cabo la afinación de los motores para disminuir la emisión de gases y que se mantengan dentro de los límites permisibles por la NOM-041- SEMARNAT-2006, NOM-047-SEMARNAT-1999 y NOM-050-SEMARNAT-1993.</p> <p>Se considera que las condiciones actuales del área del proyecto no se verán afectadas considerablemente, ya que, los impactos serán generados a nivel puntual y solo durante las horas de trabajo de los vehículos, además, la generación de gases se mantendrá aún sin el proyecto, pues los vehículos particulares son la principal fuente de transporte en esta región, además el proyecto esta muy cerca de un camino el cual se transita todo el año, aunque es a baja escala, este permanecerá a largo plazo.</p>

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

Condición actual	Con proyecto pero sin medidas de mitigación	Con proyecto pero con medidas de mitigación
<b>Componente:</b> Atmósfera		
<b>Impacto:</b> Generación de polvos y ruido		
<b>Atributo o variable:</b> Polvos y ruido		
<p>Las emisiones de polvo están presentes dentro de los caminos de acceso a la localidad hacia las localidades cercanas, además al ser caminos de terracería y presentar suelos muy finos, el viento genera polvaderas arrastrando partículas de suelo y opacando la visibilidad, aunque esto es muy puntual y se disipa de inmediato. Por lo que, existe una generación de polvos aunque sea a baja escala, la cual ya es parte del ambiente y permanecerá a largo plazo.</p> <p>Específicamente dentro del área del proyecto, el ruido corresponde al viento y a algunas aves silvestres, ruido que no afecta a las localidades cercanas pues es parte de la naturaleza. Aunque a nivel del AI el ruido es producido por los vehículos particulares y las actividades diarias de los habitantes locales, por lo que los ruidos que pueda producir el proyecto se puede disimular con el producido en la población.</p>	<p>Se presentará un ligero incremento en la generación de polvo por las actividades de remoción de vegetación, movimiento de vehículos y excavación de pozos para la instalación de los postes, por lo que habrá mayor generación de polvo durante la etapas de preparación y construcción, en el resto de las etapas las emisiones serán menores, pues serán de forma periódica y solo durante el movimiento de los vehículos.</p> <p>Sin duda el ruido estará presente en todas las etapas del proyecto, aunque será más perceptible durante las etapas de preparación y construcción pues se utilizarán motosierras para el derribo de la vegetación, así como maquinaria para la perforación de los pozos para los postes, aunque este será a baja escala y solo afectará a los trabajadores del proyecto, pues al ser un proyecto que se encuentra en una zona rural, la vegetación arbórea y las pendientes onduladas permiten que el ruido sea poco perceptible a largas distancias, además los trabajos se realizarán durante el día y solo una horas. El ruido de los vehículos será poco notable pues ya existen fuentes emisoras de este en la zona.</p>	<p>La generación de polvo se puede mitigar al mantener húmedos los caminos y mover los vehículos únicamente al momento de transportar al personal o los residuos de vegetación para minimizar la dispersión de partículas. El mantener húmedos los caminos también permitirá disminuir el sofocamiento de las plantas al margen de los caminos por los polvos generados. Se espera que en el futuro las emisiones sean mínimas, pues aunque el tráfico de vehículos será menor, siempre será necesaria la comunicación entre comunidades de la región y es posible que haya mayor número de vehículos.</p> <p>Se espera que con la implementación de las medidas de mitigación los niveles de ruido estén dentro de los límites permitidos por la NOM-080-SEMARNAT-1994. El personal contará con equipo para protegerse los oídos y evitar daños auditivos. Las comunidades más cercanas con los límites del proyecto se encuentran a 6 km, y se encuentra sobre los límites de un camino principal, lo que hace que los habitantes ya estén acostumbrados al ruido de los vehículos. En el futuro el ruido se mantendrá en los niveles que actualmente se encuentra pues, no se espera un incremento en la población, lo que no implica el mayor número de vehículos que puedan generar mayor ruido. Por lo tanto el ruido con y sin proyecto permanecerá en la zona durante largo plazo.</p>
<b>Componente:</b> Fisiografía		
<b>Impacto:</b> Modificación al relieve local		
<b>Atributo o variable:</b> Pendiente y exposición		
<p>La pendiente promedio del sitio es 31% y corresponde a topografía del tipo sierra no cuenta con afectaciones en este atributo</p> <p>La exposición del sitio es mayormente hacia el sur, sureste y oeste.</p>	<p>Si no se llevan a cabo acciones de mitigación, la pérdida de cobertura vegetal puede provocar deslizamientos por la falta de estabilidad de los sitios con pendientes pronunciadas.</p> <p>La exposición no será un factor que varíe significativamente.</p>	<p>Las medidas de mitigación permitirán que exista una estabilidad en el sitio que no permitirá deslizamientos en el sitio.</p>

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

Condición actual	Con proyecto pero sin medidas de mitigación	Con proyecto pero con medidas de mitigación
<b>Componente:</b> Geología y suelo		
<b>Impacto:</b> Movimiento de material geológico superficial / Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar) / Pérdida de suelo fértil		
<b>Atributo o variable:</b> Material geológico superficial / Erosión / Fertilidad		
<p>Actualmente el suelo del sitio está conformado por regosol, umbrisol, phaeozem, cambisol y luvisol, pedregosos y de textura media, 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 áreas con perturbación de vegetación y no se están llevando a cabo obras de restauración.</p> <p>Dentro del panorama sin proyecto se espera la pérdida de suelo se mantenga en los niveles que se han tenido hasta ahora.</p>	<p>El proyecto consiste en la eliminación de la cobertura vegetal (con excepción del área de la línea eléctrica donde solo será necesario remover el estrato arbóreo y arbustivo mayor a 2 m de altura), lo que promoverá una mayor pérdida de suelo, pues disminuirá la barrera natural contra los factores ambientales, agua y aire principalmente, pues al entrar en contacto directo sobre el suelo desnudo provocará arrastre de partículas y posible formación de cárcavas.</p> <p>Se estima que con el desarrollo del proyecto se aumentará la pérdida de suelo a <b>10,002.90 ton/año</b> dentro de la superficie de cambio de uso de suelo por erosión hídrica. Mientras que la erosión eólica provocará una pérdida de suelo de 310.23 ton/año en las 8.5 ha que requiere el proyecto.</p> <p>El panorama para el área del proyecto 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 evitar la erosión en áreas aledañas a las obras del proyecto, se realizarán <b>879 m<sup>3</sup></b> de presas de control de azolves, así como acomodo de material muerto en las áreas con menor capa de materia orgánica y acordonamientos con material vegetal muerto. Durante la operación de proyecto se cuidará que la circulación de vehículos sea dentro de las áreas establecidas y que se muevan solo si así se requiere.</p> <p>El área será irrecuperable en tanto esté en funcionamiento, aunque se espera que la erosión dentro de esta superficie se disminuya y se compense con las obras de áreas que sufren algún proceso de erosión, dado que la recuperación de suelo será mayor al que se puede perder por el desarrollo del proyecto.</p> <p>En un futuro la pérdida de suelo será mínima, aunque no se frenará, dado que la zona sufre cambios de uso de suelo sin autorización, como lo son los cultivos clandestinos o el uso agrícola, por lo que la pérdida de suelo será igual aún sin la realización del proyecto.</p>
<b>Componente:</b> Suelo		
<b>Impacto:</b> Generación de residuos sólidos		
<b>Atributo o variable:</b> Residuos sólidos		
<p>Los residuos sólidos peligrosos se presentan en el área, aunque en mínimas cantidades, pues hace falta mayor concientización de la gente para su recolección, pues al ser una zona transitable, se presentan incidentes que requieran de la reparación inmediata dejando residuos dentro del sitio donde se hagan las reparaciones.</p>	<p>Al utilizar motosierras y 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.</p>	<p>Los residuos sólidos peligrosos serán los productos del mantenimiento de los vehículos y motosierras, estos serán almacenados en recipientes metálicos con su tapa correspondiente y serán manejados de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005, los recipientes serán resguardados dentro del almacén temporal dentro de la localidad Los Cardos y dado que los requerimientos son mínimos, los residuos también serán pocos y solo corresponden a trapos absorbentes impregnados de grasa, en ocasiones suelo contaminado, aceite gastado y envases vacíos.</p>

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

Condición actual	Con proyecto pero sin medidas de mitigación	Con proyecto pero con medidas de mitigación
<p>Al ser una zona rural no se tiene la infraestructura necesaria para la disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, por lo que se hacen basureros clandestinos o en ocasiones son quemados sin implementar el sistema de reciclaje, lo que genera una contaminación mayor. Por lo tanto el panorama sin el proyecto es igual al actual, pues hace falta mayor concientización en las personas para que den un buen manejo de sus residuos.</p>	<p>En cuanto a los residuos sólidos no peligrosos, estos serán mínimos, pues los trabajadores serán de la región y podrán desplazarse a sus hogares para recibir sus alimentos, quizá se 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 del proyecto, sin embargo, este impacto puede ser mitigable de forma inmediata si se toman las medidas pertinentes.</p>	<p>Se contará también con un recipiente para la recolección de los residuos sólidos no peligrosos, los cuales serán depositados en los basureros locales. El panorama de este componente se prevé similar al que está actualmente, pues no se prevé un incremento por las dimensiones y requerimientos del proyecto y los residuos se pueden presentar en cualquier momento, aun cuando no se lleve a cabo el proyecto.</p>
<p><b>Componente:</b> Hidrología</p>		
<p><b>Impacto:</b> Modificación del flujo superficial / Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)</p>		
<p><b>Atributo o variable:</b> Flujo superficial / Azolves</p>		
<p>En el sitio se encuentran cauces de tipo intermitente, los cuales no sufren de contaminación, pues no existen fuentes generadoras de desechos que sean arrastrados por las corrientes de agua.</p> <p>De manera natural se generan residuos de vegetación que van a dar al cauce y limitan el flujo natural del agua, provocando que el agua se estanque y se vuelva peligrosa para la fauna acuática. Sin el proyecto, el panorama seguirá igual al actual, pues la vegetación pierde ramas y hojas anualmente, aunque durante la temporada de lluvias los cauces se limpian naturalmente.</p>	<p>Además de los residuos que se generan de manera natural por las podas de los árboles y la pérdida de las hojas durante el invierno, con el desarrollo del proyecto, se requiere eliminar vegetación, por lo que, habrá mayor cantidad de residuos que pueden ser arrastrados hacia los cauces, además de residuos de vegetación, habrá residuos de materiales como plásticos, cables y madera.</p>	<p>Las actividades se llevarán a cabo fuera de la temporada de lluvias, para evitar que las corrientes de agua arrastren residuos hacia los cauces, además, al fin de la jornada laboral se retirarán todos los residuos que puedan ser arrastrados o que hayan caído accidentalmente sobre el cauce.</p> <p>En un futuro la tendencia es similar a la que se tiene actualmente, pues la vegetación siempre generará residuos de forma natural y al estar en un área rural, no se hace limpieza del cauce, aunque estos se limpian naturalmente durante la temporada de lluvias, pues la misma corriente se encarga de arrastrar todos los residuos que se encuentren obstruyendo el flujo del agua.</p>
<p><b>Componente:</b> Biota [ vegetación ]</p>		
<p><b>Impacto:</b> Modificación a la cobertura vegetal</p>		
<p><b>Atributo o variable:</b> Diversidad y estructura</p>		
<p>La vegetación existente en el sitio corresponde a secundaria arbórea de bosque de encino.</p> <p>Existe un grado de deterioro por las condiciones ambientales de la zona, además no existe un manejo forestal de la zona, por lo que la capacidad productiva se va perdiendo poco a poco.</p>	<p>Durante el desarrollo del proyecto es inevitable la eliminación de vegetación, ya que es una de las principales actividades que se plantean.</p> <p>Este impacto solo se generará en la etapa de preparación, pues se requiere que las áreas se encuentren libres de vegetación de porte alto para que no interfieran con la instalación.</p>	<p>Este impacto es sin duda uno de las más relevantes en la construcción del proyecto, pues no se podrá recuperar la vegetación en tanto la infraestructura se encuentre en funcionamiento.</p> <p>Se supone que con las obras de restauración en zonas aledañas se puede compensar la pérdida de vegetación dentro de esta superficie, por lo que se considera que con el desarrollo del proyecto se obtendrán mayores beneficios pues se estarán restaurando zonas que han sido afectadas de manera natural y que sin estas obras se seguiría con el proceso de deterioro.</p>

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

Condición actual	Con proyecto pero sin medidas de mitigación	Con proyecto pero con medidas de mitigación
<p>La tendencia a largo plazo es que se siga perdiendo de manera natural la vegetación por la falta de manejo de los recursos.</p>	<p>La vegetación no podrá establecerse mientras la infraestructura se encuentre en funcionamiento, pues esta representa un riesgo y puede limitar la distribución de electricidad. Por lo tanto el impacto será a largo plazo.</p>	<p>Se contempla la reforestación con especies nativas de una superficie igual a la afectada. A nivel regional el panorama es similar al actual, pues al no haber una manejo forestal dentro de la zona, el área poco a poco va perdiendo su potencial productivo y se va perdiendo la vegetación.</p>
<p><b>Componente:</b> Biota [ fauna ]</p>		
<p><b>Impacto:</b> Desplazamiento de especies de fauna / Electrocción de aves</p>		
<p><b>Atributo o variable:</b> Especies de interés especial</p>		
<p>Específicamente en el AI 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>De manera general la fauna más grande se ha desplazado hacia partes más inaccesibles de la zona, pues el tráfico de vehículos y las actividades agrícolas en la zona han ocasionado que las especies se alejen.</p> <p>Sin el desarrollo del proyecto, el flujo de fauna seguiría la misma tendencia, pues aunque no existen actividades que generen presión sobre los recursos, la fauna prefiere zonas más inaccesibles que les permitan protegerse de los depredadores o áreas con mayor disponibilidad de alimento, por lo que se van a las quebradas o a las orillas de los ríos y arroyos.</p>	<p>Al aumentar el ruido por las actividades de derribo de vegetación, excavaciones e instalación del cableado, las especies que pudieran estar presentes en la zona se desplazarán hacia lugares más tranquilos, es evidente que con el desarrollo del proyecto se modificará el hábitat por la pérdida de vegetación, sin embargo, no se encontraron áreas específicas de anidación o de alimentación de ninguna especie, solo se observaron individuos atravesando el área, 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 y construcción.</p> <p>Existe el riesgo de que, durante las actividades de preparación, construcción y operación, los trabajadores cacen algunos animales, aunque se tendrá la precaución de evitarlo en todo momento, además se puede presentar la muerte de individuos por atropellamiento y electrocución una vez que la línea eléctrica entre en operación, por lo que se deberá revisar las áreas antes de iniciar labores, pues, aunque las especies se hayan desplazado no se descarta su presencia durante la jornada laboral.</p> <p>Por otra parte, la infraestructura eléctrica resulta un peligro para la fauna, pues en caso de alguna falla o caída de cables, pueden ocurrir accidentes, sobre todo de las aves, que se paran sobre estos y pueden ser electrocutadas, o durante la temporada de tormentas, pueden caer rayos y de igual manera afectar a las especies que puedan estar en ese momento sobre el cableado.</p>	<p>Se colocará un letrero de protección a fauna, para concientizar a la gente sobre la importancia de la conservación de esta.</p> <p>La fauna será ahuyentada al inicio de las actividades, por lo que se espera que no haya afectación por atropellamiento o muerte directa por los trabajadores, que en ocasiones lo hacen por creer que serán atacados. En caso de encontrar alguna especie de fauna de lento desplazamiento se llevará a cabo el programa de rescate y reubicación.</p> <p>El escenario con las medidas de protección se considera sin afectación a la fauna silvestre, pues el impacto no será a largo plazo y será mitigable, puesto que al término de realizar el cambio de uso de suelo se procederá a abandonar el sitio y se dejará el paso libre a los individuos, por lo que el escenario futuro es similar al actual.</p>

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

Condición actual	Con proyecto pero sin medidas de mitigación	Con proyecto pero con medidas de mitigación
<b>Componente:</b> Paisaje		
<b>Impacto:</b> Modificación puntual a nivel paisaje		
<b>Atributo o variable:</b> Visibilidad		
Actualmente el sitio cuenta con cubierta vegetal de vegetación secundaria arbórea de bosque de encino.	Sin medidas de mitigación la afectación del sitio por la remoción de la vegetación será evidente, sobre todo por la superficie a afectar.	Se plantea una reforestación como compensación por el CUSTF, además al final de la vida útil de la infraestructura, esta se desmantelará y se restaurará el sitio buscando llevarlo lo más posible a su estado original.
<b>Componente:</b> Social		
<b>Impacto:</b> Generación de empleos, incremento en las relaciones económicas y mejora en servicios básicos		
<b>Atributo o variable:</b> Economía, Población y Calidad de vida		
<p>El proyecto se encuentra dentro del municipio de Otáez, Dgo., el cual cuenta con una población de 4,924 habitantes de los cuales 2,592 son hombres y 2,332 son mujeres.</p> <p>En promedio en la zona no se alcanzan las 200 viviendas por localidad (INEGI, 2010). Se estima que por cada vivienda se tienen alrededor de 4 habitantes. Sin el desarrollo del proyecto, el porcentaje económicamente activo seguiría la misma tendencia, ya que, al no haber nuevas fuentes de empleo no se da el flujo económico.</p>	<p>No existen impedimentos por parte de los pobladores locales, puesto que el desarrollo del proyecto les permitirá contar con un servicio básico a largo plazo, con lo cual se podrá acceder a nuevas tecnologías que facilitarán sus actividades diarias, además de contar con una fuente de empleo que, aunque será a corto plazo, beneficiará a una parte de la población local.</p> <p>Con la realización del proyecto, se verán beneficiados principalmente los pobladores de las localidades Los Cardos y San José de Bacis, aunque también se podrán beneficiar las localidades más cercanas, con la generación de empleos.</p>	<p>Las medidas de mitigación no aplican para este componente puesto que no se afectará de manera negativa a los pobladores de las comunidades, por el contrario se mejorarán las condiciones de vida al haber mayores ingresos al contar con un empleo bien remunerado y a largo plazo.</p> <p>En este caso solo se tomarán las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los trabajadores. Se espera que en un futuro los impactos benéficos se puedan ver reflejados tanto en los pobladores como en las comunidades al contar con mayor número de servicios.</p>

## VII.2 Programa de vigilancia ambiental

El programa de vigilancia contempla los siguientes **objetivos**:

- 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).

El programa de vigilancia ambiental se realizará periódicamente en el transcurso de los primeros cinco años de vida útil de la obra, el cual consistirá en un recorrido semestral por la zona para observar posibles situaciones anómalas.

**Cuadro VII-2. Seguimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación**

Componente	Impacto	Objetivo ambiental de las medidas por componente ambiental	Medida ambiental	Indicador	Supervisión	Recursos humanos / materiales	Seguimiento
Aire	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero	Prevenir y controlar la contaminación del aire, por la emisión de generadas por la operación de las obras que conforman el desarrollo minero	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	Promovente*	Promovente/ se utilizarán los talleres de mantenimiento y corrección que se encuentran establecidos en las localidades cercanas	Se revisarán las bitácoras mensualmente
	Generación de polvo	Prevenir contaminación del aire por partículas provenientes de las actividades de remoción, compactación, acarreo, proceso y/o manejo de suelo y roca.	Controlar la contaminación del aire, por la emisión de partículas generadas por la operación de las obras, en tiempos de estiaje se regará con aguas tratadas	Revisión de bitácora	Promovente*	Promovente/ se colocarán lonas en los camiones para evitar la expansión de partículas, pipas para regar en tiempos de estiaje y cámara fotográfica	Evidencia fotográfica se realizará mensualmente
	Generación de ruido	Prevenir la contaminación del aire por altos decibeles de ruido producidas por las 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 de la NOM-081-SEMARNAT-1994 en materia de ruido	Revisión de bitácora	Promovente, contratista	Promovente, se utilizarán los talleres establecidos para el mantenimiento.	Se revisará mensualmente el estado de los silenciadores de la maquinaria para lograr que estén dentro de los estándares de la NOM-081SEMARNAT-1994
Geológico	Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión	Prevenir y controlar la erosión hídrica resultante del cambio en la geoforma	Verificar mensualmente el ángulo y estabilidad de los taludes y terraplenes	Construcción de 60 presas de control de azolves	Promovente*	Promovente, materiales pétreos, palas, picos y malla alambre	Revisar el estado de las presas mensualmente.
Fisiografía	Modificación del relieve local	Prevenir deslizamientos del material hacia las partes bajas	Las pendientes de los taludes no deberán exceder los 60° para evitar el riesgo de deslizamiento de material hacia las partes bajas.	Evidencia fotográfica y asegurar la estabilidad de taludes	Promovente*, contratista	Promovente, equipo de compactación y clinómetros	Verificar mensualmente el ángulo y compactación particular de los taludes
Suelo	Erosión y pérdida de fertilidad	Prevenir la generación de cárcavas por arrastre de materiales	Se evitará en lo posible el arrastre de la vegetación por diferentes rutas	Evidencia fotográfica y supervisión	Promovente, contratista	Promovente, grúas, camiones volteo	Supervisión cuando se realice esta actividad y evidencia fotográfica

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

Componente	Impacto	Objetivo ambiental de las medidas por componente ambiental	Medida ambiental	Indicador	Supervisión	Recursos humanos / materiales	Seguimiento
		Prevenir la erosión y pérdida de suelo	Se acomodará y picará los productos del cambio de uso de suelo en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación	Construcción de acordonamientos de material vegetal de 4800.53 m	Promovente	Promovente, motosierra, motosierrista y cámara fotográfica	Evidencia fotográfica se realizará únicamente antes de la actividad de operación
		Prevenir el compactamiento del suelo	Usar sólo la zona de acceso	Vigilancia y evidencia fotográfica	Promovente	Promovente y cámara fotográfica	Evidencia fotográfica esta actividad tendrá que ser permanente durante la vida útil del proyecto
		Prevenir la infertilidad del suelo para la regeneración de nuevas especies vegetales	Incorporar el suelo fértil en áreas aledañas para favorecer el crecimiento de la vegetación	Establecer áreas para incorporar el suelo removido	Promovente*	Promovente, camiones volteos, cargadores frontales y cámara fotográfica	Evidencia fotográfica se realizará esta actividad únicamente antes de la actividad de operación y mantenimiento
		Prevenir la pérdida de diferentes especies vegetales	Efectuar un programa de reforestación de 8.5 ha.	Establecer áreas para la reforestación y evidencias fotográficas	Promovente*	Promovente, palas, picos, vehículo transporte, las plantas a reforestar y cámara fotográfica	Bitácora / Evidencia fotográfica en caso de que los individuos reforestados no alcancen un 80% de supervivencia se establecerá un nuevo programa de reforestación.
	Generación de residuos sólidos	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*	Evidencia fotográfica y recorridos semanales esta actividad será permanente
		Implementar jornadas de limpieza	Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo	Evidencia fotográfica y calendario de actividades		Promovente, obreros, cámara fotografía	Evidencia fotográfica esta actividad deberá ser permanente
	Agua	Incremento en la erosión	Evitar la pérdida de suelo por erosión	Se acomodará y picará los productos del cambio de uso de suelo en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación	Evidencia fotográfica	Promovente	Promovente, motosierra, cámara fotográfica
Azolve de cuerpos de agua		Evitar el azolve de los cuerpos de agua aledaños al proyecto	Se establecerá un programa de control de azolves	Evidencia fotográfica y bitácora de actividades	Promovente	Promovente, cámara fotografía	Bitácora / Evidencia fotográfica
Paisaje	Impacto visual	Disminuir el impacto visual afectado por la apertura del proyecto	Se establecerá un plan de reforestación de 8.5 ha con especies nativas del lugar	Evidencia fotográfica	Promovente	Promovente, especialista en flora, plantas a reforestar, picos y palas	Bitácora / Evidencia fotográfica, dar mantenimiento a la reforestación los primeros 5 años después de haberla establecido

**Desarrollo minero Providencia, municipio de Otáez, Durango**

Componente	Impacto	Objetivo ambiental de las medidas por componente ambiental	Medida ambiental	Indicador	Supervisión	Recursos humanos / materiales	Seguimiento
Vegetación	Modificación de la estructura vegetal	Evitar dañar especies vegetales fuera del área del proyecto	Delimitación del polígono sujeto a CUSTF	Supervisión y evidencia fotográfica	Promovente	Promovente, estacas y cintillas para delimitar	Bitácora / Evidencia fotográfica esta actividad solo será únicamente antes de la preparación del sitio
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat / Electrocutión de aves	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 en fauna y capacitación	Bitácora / Evidencia fotográfica realizar un recorrido previo antes de iniciar actividades será permanente la actividad
		Establecer nidos para especies afectadas fuera del área del proyecto	Se acomodarán los desperdicios y troncos secos. En áreas aledañas al proyecto para establecer nuevas madrigueras para especies que fueron desplazadas	Evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente, especialista en fauna	Bitácora / Evidencia fotográfica será únicamente esta actividad después de la actividad de desmonte
	Alteración de la estructura de la fauna	Evitar modificar la estructura faunística con la que se cuenta	Prohibición de caza de fauna silvestre	Supervisión y evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente	Evidencia fotográfica será permanente la actividad
		Concientizar a la gente y trabajadores a la protección de la fauna	Instalar letreros alusivos a la fauna	Evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente, letreros	Evidencia fotográfica esta actividad será permanente
		Capacitación para el manejo de especies que pudiesen encontrarse en el área	Implementar capacitación de manejo de fauna silvestre	Implementación de cursos y evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente/, especialista en fauna y capacitación	Bitácora / Evidencia fotográfica será durante la vida del proyecto
		Reubicar especies en peligro de extinción y de lento desplazamiento	Implementar un programa de reubicación y rescate de especies en caso de ser necesario	Evidencia fotográfica y bitácora de actividades	Promovente, Contratista	Promovente, especialista en fauna, especialista en flora	Bitácora / Evidencia fotográfica esta actividad ser durante la vida del proyecto
Sociedad	Incremento de la Calidad de vida de los habitantes. Generación de empleos a nivel local y regional	Incrementar las fuentes de empeplo	Contratación de poblaciones del AI	Evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente	Evidencia fotográfica esta actividad será durante la elaboración del proyecto
		Evitar accidentes laborales y concientización de utilizar equipo de seguridad e higiene	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	Supervisión, evidencia fotográfica y letreros alusivos	Promovente, Contratista	Promovente y personal de seguridad	Evidencia fotográfica esta actividad será permanente

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

### VII.2.1 Calendario de muestreo

El calendario de muestreo de las variables ambientales debe ser anualmente, puesto que es requisito su evaluación en las diferentes estaciones del año para ver su comportamiento y evolución; a continuación, se presenta el cronograma de monitoreo para las variables ambientales.

Cuadro VII-3. Calendario de muestreo del programa de monitoreo ambiental

SISTEMA	VARIABLES	MESES (inicio de la etapa de operación)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Agua	Muestreo, análisis y caracterización de las aguas superficiales en las partes bajas de la subcuenca.			x						x			
Aire	Reconocimiento, evaluación y control de las partículas o polvos suspendidos totales en aire por el método del muestreo de alto volumen para el caso de áreas abiertas.			x						x			
Suelo	Efectividad de las obras de conservación de suelo.					x							x
	Cobertura natural del suelo.			x								x	
Vegetación	Supervivencia de especies reforestadas en áreas degradadas aledañas al proyecto.			x								x	
	Estado del estrato herbáceo- arbustivo en la zona			x								x	
	Crecimiento de las especies en el la zona			x								x	
Fauna	Presencia de fauna.			x						x			
Paisaje	Medir las cualidades de visibilidad, fragilidad y calidad.			x						x			

Los formatos de presentación de datos y resultados se harán textualmente, acompañados de gráficas, analizando cada variable independientemente una de la otra.

### VII.2.2 Procedimientos 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. Es importante resaltar que el mantenimiento de la zona de acceso estará a cargo de la empresa minera quien cuenta con procedimientos muy estrictos para operarlas. y será esta instancia quien determine su calidad funcional.

### VII.3 Conclusiones

El presente estudio fue elaborado por Grupo Minero Bacis, personal del Ejido Los Cardos y Anexos, y el Responsable Técnico Ambiental, mediante sesiones de trabajo principalmente en la descripción detallada del medio físico conforme lo establece la guía para Cambio de Uso de Suelo, en cumplimiento a la LGEEPA y su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental.

Del análisis ambiental se demostró que los componentes suelo y la modificación de la estructura vegetal son los que presentarán los mayores impactos adversos específicamente en las etapas de preparación del sitio y construcción, sin embargo se observa que la mayor parte de la superficie donde se realizará el desmonte de la vegetación arbórea para el establecimiento del desarrollo minero Providencia estará descubierta de vegetación herbácea y arbustiva lo cual aumenta significativamente el riesgo la pérdida de suelo y su fertilidad por la acción de los escurrimientos superficiales, por otro lado cabe mencionar que una parte de la zona se encuentra en áreas ya degradadas donde se practica la ganadería. Además, la pérdida de la vegetación por el cambio de uso de suelo será compensada con la reforestación de las áreas aledañas con especies de la región.

Por su parte la vegetación que necesariamente tendrá que ser removida para la construcción y operación-mantenimiento de la infraestructura no se encuentra dentro de una de las categorías de riesgo en la *NOM-059*, por lo tanto, no se considera que se comprometa la diversidad. En cuanto a los impactos adversos a la fauna silvestre éstos no se consideran significativos en el largo plazo, pues una vez que termine la etapa de operación-mantenimiento la fauna podrá desplazarse de nuevo dentro del área.

Con las medidas de mitigación establecidas se espera no solamente prevenir y restaurar los impactos producidos por la obra, sino que también contribuir a la restauración general del sitio con la reforestación de especies de alto valor ecológico y económico. El beneficio económico de la obra puede, en función de las políticas y actores del desarrollo, contribuir verdaderamente a mitigar el alto grado de marginación de las comunidades involucradas, sobre todo en esta región apartada de la capital del Estado.

En general el proceso desarrollado durante el estudio, muestra que con actitudes responsables de los ejecutores de obras de desarrollo y de las autoridades normativas, se pueden realizar mejoras a las condiciones de vida de las comunidades, siempre y cuando los ejecutores como las autoridades cumplan con sus responsabilidades oportunamente. Basado en los resultados que arrojaron los métodos utilizados para la evaluación ambiental, se considera económica y ecológicamente viable, ya que las afectaciones que las obras y actividades presentan no son adversas significativamente en comparación con el beneficio social esperado.

## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA

### VIII.1 Formatos de presentación

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación ambiental, se entregarán un original y tres copias de la presente manifestación al Impacto Ambiental, de los cuales uno será utilizado para **CONSULTA AL PÚBLICO**. Así mismo, todo el estudio será grabado en memoria digital, incluyendo imágenes, planos e información complementaria.

Se integrará un resumen ejecutivo del Manifiesto al Impacto Ambiental, del mismo modo se presenta en formato digital para CONSULTA PÚBLICA.

### VIII.2 Planos

Los anexos al presente estudio son:

ANEXO	DESCRIPCIÓN
<b>1</b>	<b>Documentación legal</b>
1.1	Acta constitutiva de la empresa GRUPO MINERO BACIS
1.2	RFC de la Promovente
1.3	Poder del Representante Legal de la empresa
1.4	Identificación Oficial del Representante Legal
1.5	Carpeta básica del Ejido Los Cardos y Anexos
1.6	Acta de anuencia para llevar a cabo actividades mineras
<b>2</b>	<b>Planos de localización del proyecto</b>
2.1	Localización del sitio en el contexto estatal
2.2	Localización predial del sitio
2.3	Localización física de la infraestructura
2.4	Localización de los polígonos sujetos a CUSTF
2.5	Clasificación de superficies
<b>3</b>	<b>Planos de las características físicas</b>
3.1 a	Hidrología regional
3.1 b	Hidrología local
3.1 c	Calidad del agua
3.1 d	Acuíferos
3.2	Provincias fisiográficas
3.3	Elevaciones
3.4	Pendientes
3.5	Exposiciones
3.6	Geología
3.7	Edafología
3.8	Climas
<b>4</b>	<b>Planos de las características bióticas</b>
4.1	Uso de suelo y vegetación
<b>5</b>	<b>Planos de las regiones prioritarias</b>
5.1	Ubicación del sitio respecto a las ANP y AICAS
5.2	Ubicación del sitio respecto a las RHP
5.3	Ubicación del sitio respecto a las RTP
5.4 a	Ubicación del sitio respecto al Ordenamiento Ecológico Municipal
5.4 b	Ubicación del sitio respecto al Ordenamiento Ecológico Estatal
5.4 c	Ubicación del sitio respecto al Ordenamiento Ecológico General del Territorio
<b>6</b>	<b>Proyecto técnico</b>
6.1	Memoria financiera
<b>7</b>	<b>Anexo fotográfico</b>

### VIII.3 Fotografías

En el **Anexo 7** se presenta la reseña fotográfica del área de ubicación del proyecto.

### VIII.4 Videos

No se presenta información en este caso.

### VIII.5 Responsiva técnica de la elaboración del estudio

El presente Manifiesto de Impacto Ambiental (modalidad particular) del proyecto: **DESARROLLO MINERO PROVIDENCIA, MUNICIPIO DE OTÁEZ, DGO.**, se elaboró bajo la responsabilidad técnica de:

---

M.C. Sacramento Corral Rivas

**Número de Cédula Profesional:** Ingeniería: 2642485; *Postgrado:* 3107384.

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

**R.F.C.** CORS720413-U5A

**DOMICILIO:** Bosque No. 305, Colonia Campestre, Santiago Papasquiaro, Dgo.

Teléfono: (674 86 203 59

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

## IX. LITERATURA CONSULTADA

- 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.
- André, P., C. E. Delisle y J. P. Revéret (2004), Environmental Assessment for Sustainable Development: Processes, Actors and Practice, Montreal, Presses Internationales Polytechniques, pp. 52, 54, 157.
- 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.
- Comisión Nacional del Agua. 2005. Consulta del Software Eric del Servicio Meteorológico Nacional.
- 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.
- García, M.E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª Ed. México D.F. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-Elizondo, S.; González-Elizondo, M.; Tena-Flores, J.A.; Ruacho-González, L.; & López-Enríquez, I.E. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: Una Síntesis. Acta Botánica Mexicana. 100: 351-403.
- Duley, F.L. 1987. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 12: 179-84.
- Ellison, W.D. 1947. Soil Erosion. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 12: 479-84.
- Meyer, L.D. 1976. Soil erosion concepts and misconceptions. In: Third Federal Inter-Agency Sedimentation Conference. Denver, Colorado, 1976. Proceedings. Sedimentation Committee Water Resources Council, Denver, 12 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. 2001. Diccionario de datos edafológicos (Alfanumérico). México. 33 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2001. Diccionario de datos geológicos escalas 1: 250,000 (Alfanumérico). México. 48 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.
- Martin, J.W., 1984. Forest Management Practices That Will Influence Product Characteristics of the Changing Wood Resource in the South United States. NCSU, Raleigh, pp. 115–123.
- Martínez, M.M. 2005. Estimación de la erosión del suelo. SAGARPA, INCA Rural y Colegio de Postgraduados, Montecillo Estado de México.
- Navar J. 2009. Allometric equations for tree species and carbon stocks for forests of northwestern Mexico. Forest Ecology and Management. 257:427-434.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México. 423 p.
- Tory, P.R. y Chalif, E.L. 2008. Aves de México – Guía de Campo – Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y El Salvador. Primera edición 1989. México. 473 p.
- Turner MG, Gardner RH, O'Neill RV. 2001. Landscape Ecology in Theory and Practice. New York: Springer-Verlag. 401 pp.
- Vásquez, A y Valdéz E. 1994. Impacto ambiental. Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto mexicano de Tecnología del Agua. 177-183. México, D.F.

Wathern, P. (1988), "An Introductory Guide to EIA", en Clark et al. (eds.), Perspectives on Environmental Impact Assessment, Dordrecht, Reidel

**Consulta en línea.**

Diario Oficial de la Federación. 18/12/2015. Resolución del H. Consejo de representantes de la Comisión Nacional de los salarios Mínimos que fija los salarios mínimos generales y profesionales vigentes a partir del 1o. De enero de 2016. [[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5420678&fecha=18/12/2015](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5420678&fecha=18/12/2015), 03/08/16, 9:15 h].

Comisión Nacional del Agua. Red de estaciones climatológicas. [<http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo10.html>, 20/08/16, 10.20 h].

Comisión Nacional Forestal. Sistema de Planeación Forestal para bosque templado, 2015. [<http://fcfposgrado.ujed.mx/spf/inicio/>, 04/08/16, 13:15 h].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Naturalista, Especies. [<http://naturalista.conabio.gob.mx/>, 10/08/16, 13:00 h].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. AICAS. [<http://conabiweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>, 05/08/16, 13:30 h].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Cuenca alta del Río San Lorenzo - Minas de Piaxtla; RHP. [[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_021.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_021.html), 05/08/16, 13.00 h].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Reptiles; tortugas, serpientes, lagartijas y cocodrilos. [<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/pdf/GranFamilia/Animales/reptiles.pdf>, 19/08/16, 9:00 h].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. RHP. [<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html>, 15:00 h]

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. RTP. [<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>, 13:30 h].

Consejo Nacional de Población. Datos abiertos del índice de marginación. [[http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos\\_Abiertos\\_del\\_Indice\\_de\\_Marginacion](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion), 02/08/16, 12:00 h].

Consejo Nacional de Población. Índice de marginación por localidad 2010. [[http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice\\_de\\_Marginacion\\_por\\_Localidad\\_2010](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010), 02/08/16, 12:26 h]

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Principales resultados por localidad. [[http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta\\_resultados/iter2010.aspx](http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx), 25/08/16, 9:00 h].

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>, 25/08/16, 9:00 h].

Instituto Nacional Estadística Geografía e Informática. 1995. Cartas temáticas de uso de suelo, vegetación, edafología, geología e hidrología superficial y subterránea escala 1: 250,000. [<http://www.inegi.org.mx>, 17/08/16, 10:30 h].

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Estimación de la erosión del suelo. [<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>, 06/08/16, 9:32 h].

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Salarios mínimos 2016. [[http://www.sat.gob.mx/informacion\\_fiscal/tablas\\_indicadores/Paginas/salarios\\_minimos.aspx](http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/salarios_minimos.aspx), 25/08/16, 14:00 h].

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Salarios mínimos 2016.  
[[http://www.sat.gob.mx/informacion\\_fiscal/tablas\\_indicadores/Paginas/salarios\\_minimos.aspx](http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/salarios_minimos.aspx), 25/08/16, 14:00 h].

Secretaría del medio ambiente y Recursos Naturales. Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal.  
[[http://seigsrnyma.durango.gob.mx/docs/Fase\\_Diagnostico.pdf](http://seigsrnyma.durango.gob.mx/docs/Fase_Diagnostico.pdf), 01/08/16, 10:10 h].

Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales. Calendario de Épocas Hábiles 2016-2017, por entidad federativa, estado de Durango.  
[[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115666/TEMPORADAS\\_HABILES\\_2016-2017-CINEGETICO.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115666/TEMPORADAS_HABILES_2016-2017-CINEGETICO.pdf), 18/08/16, 10:10 h].

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Calendario de Épocas Hábiles y Lista de especies de Aves Canoras y de Ornato para captura con fines de subsistencia temporada 2016-2017.  
[[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115665/TEMPORADAS\\_HABILES\\_2016-2017-ACO.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115665/TEMPORADAS_HABILES_2016-2017-ACO.pdf), 18/08/16, 10:00 h]

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Normas Oficiales Mexicanas.  
[<http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/normas-oficiales-mexicanas>, 01/08/16, 9:00 h].

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ordenamiento Ecológico de Durango – 6 Hidrología  
[[http://telesecundaria.gob.mx/mesa\\_tecnica/files/Hidrologia.pdf](http://telesecundaria.gob.mx/mesa_tecnica/files/Hidrologia.pdf), 02/08/16, 12:00 h].