

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR



## PROYECTO EXPLORACIÓN MINERA SANTA ROSA

**MINERA PEÑASQUITO S.A. DE C.V.**  
**MARZO DE 2020**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ....</b>	<b>1</b>
<b>I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO .....	3
I.1.1.1 DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO .....	3
SECTOR .....	3
I.1.1.2 TIPO DE PROYECTO.....	3
I.1.1.3 ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD .....	3
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
I.1.3 DURACIÓN (TIEMPO DE VIDA ÚTIL) DEL PROYECTO.....	4
I.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL .....	4
<b>I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE .....</b>	<b>4</b>
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.....	4
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (RFC).....	5
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL .....	5
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES.....	5
I.2.5 DATOS DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	6
<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>7</b>
<b>II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....</b>	<b>7</b>
II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO .....	7
II.1.2 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO .....	10
II.1.2.1 SELECCIÓN DEL SITIO .....	10
CRITERIOS LEGALES Y NORMATIVOS .....	10
CRITERIOS TÉCNICOS .....	12
CRITERIOS AMBIENTALES.....	12
II.1.2.2 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN .....	13
II.1.2.3 DIMENSIONES DEL PROYECTO.....	15
II.1.2.4 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y SUS COLINDANCIAS.....	15
II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA .....	16
II.1.4 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.....	17
<b>II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO .....</b>	<b>18</b>
II.2.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL Y LOCAL.....	19
II.2.2 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO .....	22
II.2.2.1 PRE-OPERATIVO .....	23
II.2.2.2 PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN .....	23
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DELIMITACIÓN DE OBRAS .....	23
RESCATE DE ESPECIES .....	23
VEGETACIÓN.....	23
FAUNA SILVESTRE .....	24
ACONDICIONAMIENTO DE SITIO .....	24
LIMPIEZA.....	24
DESPALME Y NIVELACIÓN (CONFORMACIÓN DEL TERRENO) .....	25
CONSTRUCCIÓN .....	25
BARRENACIÓN .....	26
PLANILLAS DE BARRENACIÓN (APERTURA).....	26
CÁRCAMOS.....	27

II.2.2.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	27
BARRENACIÓN .....	27
MUDANZAS DE EQUIPO PORTÁTIL DE BARRENACIÓN .....	29
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO .....	29
II.2.2.4 ABANDONO DEL SITIO .....	29
II.2.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO .....	30
II.2.4 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS .....	30
II.2.5 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	30
II.2.6 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS .....	32
II.2.7 OTRAS FUENTES DE DAÑOS.....	32
<b>III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO .....</b>	<b>33</b>
<b>III.1 ÁMBITO SECTORIAL .....</b>	<b>34</b>
III.1.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024.....	34
III.1.2 PROGRAMA DE DESARROLLO MINERO 2013-2018 .....	36
III.1.3 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018 (PROMARNAT) ....	41
<b>III.2 MARCO JURÍDICO .....</b>	<b>45</b>
III.2.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (REIA) .....	48
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL .....	49
CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	49
PRESERVACIÓN DEL AGUA Y SUELOS .....	49
CONSERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES .....	50
III.2.2 LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL.....	51
III.2.3 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	53
III.2.4 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.....	55
III.2.5 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE .....	56
III.2.6 LEY DE AGUAS NACIONALES.....	57
III.2.7 LEY MINERA .....	58
III.2.8 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Y SU REGLAMENTO .....	59
III.2.9 LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE ZACATECAS .....	60
<b>III.3 NORMAS OFICIALES MEXICANAS .....</b>	<b>62</b>
<b>III.4 INSTRUMENTOS DE APLICACIÓN TERRITORIAL .....</b>	<b>66</b>
III.4.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....	66
III.4.2 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS .....	66
III.4.3 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS .....	67
III.4.4 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES .....	67
III.4.5 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO.....	73
III.4.5.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO .....	73
III.4.5.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL.....	77
MODELO DE ORDENAMIENTO BASADO EN LA APTITUD TERRITORIAL .....	83
APTITUD PRIMARIA .....	83
APTITUD SECUNDARIA .....	84
APTITUD TERCIARIA .....	85
ZONAS URBANAS.....	85
ACTIVIDAD MINERA .....	86
III.4.5.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL.....	91
III.4.6 OTROS INSTRUMENTOS NORMATIVOS.....	96

III.4.6.1 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2017–2021.....	96
III.4.6.2 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2013-2016 (PDM).....	101
<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL</b>	
<b>ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....</b>	<b>104</b>
<b>IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.....</b>	<b>104</b>
ÁREA DE INFLUENCIA (POLÍGONO DE PROYECTO).....	105
<b>IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SA.....</b>	<b>107</b>
IV.2.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA.....	107
IV.2.1.1 MEDIO ABIÓTICO.....	108
CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS.....	108
TEMPERATURA PROMEDIO, MENSUAL Y ANUAL.....	110
PRECIPITACIÓN.....	110
EVAPORACIÓN POTENCIAL.....	110
EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS.....	110
CICLONES TROPICALES.....	110
SEQUÍAS.....	111
GEOLOGÍA Y FISIOGRAFÍA.....	112
FISIOGRAFÍA.....	115
SUSCEPTIBILIDAD A RIESGOS.....	119
SUELOS.....	120
HIDROLOGÍA.....	124
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.....	124
EMBALSES Y CUERPOS DE AGUA CERCANOS.....	125
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.....	126
IV.3.1.2 MEDIO BIÓTICO.....	130
IV.3.1.2.1 VEGETACIÓN EN EL SA.....	130
TIPO DE VEGETACIÓN.....	130
BOSQUE DE PINO (BP).....	132
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO (VSABP).....	132
MATORRAL DE CONÍFERAS (MC).....	132
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO (MDM).....	132
MATORRAL DESÉRTICO ROSETÓFILO (MDR).....	133
CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN.....	133
ANÁLISIS DE DIVERSIDAD EN EL SA.....	137
BOSQUE DE PINO (BP).....	137
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO (VSABP).....	144
ESPECIES DEL SA EN CATEGORIZADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.....	149
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL SA.....	149
IV.3.1.2.2 VEGETACIÓN EN SITIO DE PROYECTO.....	149
ANÁLISIS DE DIVERSIDAD EN EL SITIO DE PROYECTO.....	152
ESPECIES DEL ÁREA DE PROYECTO CATEGORIZADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.....	158
IV.3.1.2.3 FAUNA.....	158
ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE FAUNA EN EL SA.....	163
ESFUERZO DE MUESTREO.....	164

## Exploración Santa Rosa

ABUNDANCIA RELATIVA Y DIVERSIDAD CALCULADA.....	165
ESPECIES BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO Y ESPECIES ENDÉMICAS .....	170
FAUNA EN EL ÁREA DE PROYECTO.....	170
ESFUERZO DE MUESTREO.....	172
ABUNDANCIA RELATIVA Y DIVERSIDAD CALCULADA.....	172
ESPECIES EN SITIO DE PROYECTO BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE PROTECCIÓN.....	176
IV.3.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	176
IV.3.1.3.1 CONTEXTO REGIONAL.....	176
CAMINOS Y CARRETERAS.....	178
SALUD.....	178
ABASTO.....	179
VIVIENDA.....	179
TURISMO.....	179
EDUCACIÓN.....	179
GRUPOS ÉTNICOS.....	180
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.....	180
MIGRACIÓN.....	180
COMUNIDADES CERCANAS AL SITIO DE PROYECTO.....	180
IV.3.1.4 PAISAJE.....	181
UNIDADES DEL PAISAJE.....	183
CALIDAD VISUAL.....	184
FRAGILIDAD VISUAL.....	186
<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>189</b>
<b>V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>192</b>
V.1.1 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN.....	192
LECTURA DEL ENTORNO Y ANÁLISIS ESPACIAL.....	192
ESTUDIOS DE CAMPO (ANÁLISIS <i>IN SITU</i> ).....	193
LISTAS DE VERIFICACIÓN (O DE CHEQUEO).....	193
MATRICES DE INTERACCIÓN.....	194
V.1.2 INDICADORES DE IMPACTO.....	195
CALIDAD DEL AIRE.....	195
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....	195
SUELOS.....	195
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA.....	196
FLORA.....	196
FAUNA.....	197
PAISAJE.....	197
DEMOGRAFÍA.....	197
V.1.3 LISTA DE INDICADORES DE IMPACTO (AMBIENTALES).....	198
AIRE.....	200
CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS.....	200
GASES CONTAMINANTES.....	201
NIVELES DE RUIDO.....	202
NIVELES DE VIBRACIONES.....	203
SUELO.....	203
ESTABILIDAD GEOLÓGICA.....	203

## Exploración Santa Rosa

TOPOGRAFÍA (RELIEVE) .....	204
PROPIEDADES FÍSICAS (PÉRDIDA POR EROSIÓN) .....	204
PROPIEDADES QUÍMICAS (CONTAMINACIÓN) .....	205
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL .....	205
CONTAMINACIÓN (Y NIVELES DE SEDIMENTACIÓN).....	205
VARIACIÓN DEL FLUJO .....	206
AGUA SUBTERRÁNEA .....	206
CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	206
ALTERACIÓN (CAPACIDAD) DE LA RECARGA.....	206
FLORA SILVESTRE.....	207
ABUNDANCIA.....	207
DIVERSIDAD .....	207
COBERTURA .....	208
CONSERVACIÓN DE ESPECIES EN RIESGO.....	208
CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL.....	208
FAUNA SILVESTRE .....	208
ABUNDANCIA.....	209
DIVERSIDAD .....	209
CONSERVACIÓN DE ESPECIES EN RIESGO.....	209
CONSERVACIÓN DE HÁBITAT Y CORREDORES BIOLÓGICOS.....	209
PAISAJE .....	210
INCIDENCIA VISUAL .....	210
ARMONÍA VISUAL .....	210
POBLACIÓN .....	210
SALUD PÚBLICA.....	210
CALIDAD DE VIDA .....	210
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.....	211
V.1.4 ACTIVIDADES CON POTENCIAL DE IMPACTO AMBIENTAL.....	211
V.1.4.1 IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES.....	212
<b>V.2. JERARQUIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>215</b>
V.2.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	215
V.2.2 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN.....	216
V.2.3 RESULTADOS .....	218
<b>V.3 ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>223</b>
V.3.1 ANÁLISIS GENERAL.....	223
V.3.2 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	224
<b>V.5 CONCLUSIONES .....</b>	<b>235</b>
<b>VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>236</b>
<b>VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL .....</b>	<b>236</b>
<b>VI.2 IMPACTOS RESIDUALES .....</b>	<b>243</b>
<b>VI.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....</b>	<b>244</b>
OBJETIVO GENERAL.....	245
OBJETIVOS PARTICULARES .....	245

## Exploración Santa Rosa

LÍNEAS DE ACCIÓN .....	246
MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA .....	246
MONITOREO DE SUELO .....	247
MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE .....	247
MONITOREO BIOLÓGICO.....	247
PROCEDIMIENTOS DE ACCIÓN CUANDO SE REBASAN LOS VALORES PERMISIBLES O UMBRALES PARA CAMBIAR LA TENDENCIA .....	248
<b>VI.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).....</b>	<b>249</b>
VI.4.1 COMPROBACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES Y CONDICIONANTES .....	249
VI.4.1.1 SEGUIMIENTO Y CONTROL DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	249
VI.4.1.2 VERIFICACIÓN REGULAR DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE.....	250
VI.4.1.3 CUMPLIMIENTO DE LOS ESTÁNDARES QUE ESTABLECE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL.....	250
<b>VI.5 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS .....</b>	<b>251</b>
<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES.....</b>	<b>255</b>
<b>VII.1 ESCENARIO SIN PROYECTO .....</b>	<b>256</b>
AIRE.....	256
RELIEVE .....	257
SUELO .....	257
AGUA SUPERFICIAL .....	257
VEGETACIÓN Y FAUNA.....	258
PAISAJE .....	259
ASPECTOS SOCIALES (BIENESTAR Y SOCIOECONÓMICO).....	259
<b>VII.2 ESCENARIO CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.....</b>	<b>260</b>
VII.2.1 INCREMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS EN EL AIRE .....	261
VII.2.2 INCREMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE GASES CONTAMINANTES.....	262
VII.2.3 INCREMENTO EN LOS NIVELES DE RUIDO DEL SITIO.....	262
VII.2.4 EMISIÓN DE VIBRACIONES.....	262
VII.2.5 ALTERACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA NATURAL .....	263
VII.2.6 PÉRDIDA Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO .....	263
VII.2.7 DISMINUCIÓN DEL COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN DEL TERRENO .....	264
VII.2.8 INCREMENTO EN LOS NIVELES DE SEDIMENTACIÓN Y CONTAMINACIÓN EN ESCURRIMIENTOS ESTACIONALES .....	264
VII.2.9 MODIFICACIÓN DEL FLUJO DE AGUA SUPERFICIAL .....	265
VII.2.10 CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA .....	265
VII.2.11 DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE RECARGA DEL AGUA SUBTERRÁNEA .....	266
VII.2.12 DISMINUCIÓN DE LA ABUNDANCIA DE LAS POBLACIONES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE EN EL SITIO ....	266
VII.2.14 PÉRDIDA DE HÁBITAT Y CORREDORES BIOLÓGICOS .....	267
VII.2.15 DETERIORO DE LA CALIDAD Y ARMONÍA DEL PAISAJE.....	267
VII.2.16 BIENESTAR Y ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS .....	267
<b>VII.3 ESCENARIO DE PROYECTO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....</b>	<b>268</b>
<b>VII.4 MITIGACIÓN DE IMPACTOS .....</b>	<b>269</b>
<b>VII.5 COMPARATIVO DE ESCENARIOS .....</b>	<b>270</b>
VII.5.1 VALORACIÓN DEL CAMBIO Y COMPARATIVO DE ESCENARIOS.....	273
<b>VII.6 CONCLUSIONES .....</b>	<b>273</b>
<b>VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>275</b>
ANEXO 1. DOCUMENTOS LEGALES.....	275
ANEXO 2. COORDENADAS DE REFERENCIA .....	275
ANEXO 3. PLANOS GEO-REFERENCIADOS.....	276

ANEXO 4. FOTOGRAFICO.....	276
LITERATURA CONSULTADA .....	277

## LISTA DE TABLAS

Tabla I.1. Coordenadas (en UTM WGS 84) de los vértices del polígono del Proyecto.....	4
Tabla II.1. Coordenadas de localización del polígono del Proyecto (UTM, Datum WGS84).....	15
Tabla II.2. Condiciones de urbanización y descripción de los servicios requeridos para el desarrollo del Proyecto .....	18
Tabla II.3. Etapas de desarrollo del Proyecto.....	22
Tabla II.4. Plan general de actividades.....	22
Tabla III.1. Objetivos sectoriales 2013-2018 con los que se relaciona el Proyecto.....	41
Tabla III.2. Alineación de los objetivos del PROMARNAT al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.....	42
Tabla III.3. Instrumentos y criterios regulatorios aplicables al Proyecto.....	47
Tabla III.4. Vinculación del Proyecto con las NOM vigentes.....	63
Tabla III.5. Límites máximos permisibles de exposición a ruido en centros de trabajo (NOM-011).....	65
Tabla III.6. Valores límite de concentración ambiental de partículas PM10 y PM2.5.....	66
Tabla III.7. Áreas Naturales Protegidas federales en el estado de Zacatecas.....	68
Tabla III.8. Características generales de la Unidad Ambiental Biofísica 27 (UAB 27)-Sierras Transversales.....	75
Tabla III.9. Características generales de la UAB del estado de Zacatecas de acuerdo con el PEDUyOTZ.....	81
Tabla III.10. Aptitudes territoriales primarias, secundarias y terciarias de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB).....	87
Tabla III.11. Temas específicos y Objetivos de desarrollo indicadas en el PEDUyOTZ relacionadas con las actividades del Proyecto.....	90
Tabla III.12. Políticas integrales de actuación por UTER.....	93
Tabla III.13. Resumen concentrado de políticas integrales por UTER.....	94
Tabla IV.1. Superficies de referencia del área de estudio con respecto a la Cuenca.....	105
Tabla IV.2. Estaciones climatológicas del sistema ambiental definido para el Proyecto.....	110
Tabla IV.3. Valores promedio de las "Normales Climatológicas" (Temperatura, Precipitación y Evaporación) de las estaciones climatológicas del SA.....	110
Tabla IV.4. Uso de suelo y vegetación dentro del Sistema Ambiental (SA).....	131
Tabla IV.5. Especies vegetales presentes en el SA definido para el Proyecto.....	134
Tabla IV.6. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbóreo del Bosque de Pino del SA.....	139
Tabla IV.7. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbustivo del Bosque de Pino del SA.....	139
Tabla IV.8. Resultados del análisis de diversidad para el estrato herbáceo del Bosque de Pino del SA.....	141
Tabla IV.9. Valores de los Índices de diversidad -Shannon (H)- y de la Equitatividad (J) para los tres estratos en el BP en el SA del Proyecto.....	143
Tabla IV.10. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbóreo en la VsaBP del SA.....	145
Tabla IV.11. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbustivo en la VsaBP del SA.....	145
Tabla IV.12. Resultados del análisis de diversidad para el estrato herbáceo en la VsaBP del SA.....	147
Tabla IV.13. Valores de los Índices de diversidad -Shannon (H)- y de la Equitatividad (J) para los tres estratos en la VsaBP en el SA del Proyecto.....	148



Tabla IV.14. Especies del SA catalogadas dentro de alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	149
Tabla IV.15. Especies vegetales presentes en la superficie del Proyecto. . . . .	150
Tabla IV.16. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbóreo en el sitio de Proyecto.....	154
Tabla IV.17. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbustivo en el sitio de Proyecto. ....	154
Tabla IV.18. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbustivo en el sitio de Proyecto.....	155
Tabla IV.19. Valores de los Índices de diversidad -Shannon (H)- y de la Equitatividad (J) para los tres estratos en la VsaBP en el SA del Proyecto. ....	157
Tabla IV.20. Número de Ordenes, Familias, Géneros y Especies presentes en el SA.....	163
Tabla IV.21. Listado de especies registradas en el SA definido para el Proyecto. ....	163
Tabla IV.22. Especies registradas y abundancia por categoría taxonómica en el Sistema Ambiental. ....	165
Tabla IV.23. Categorías de abundancia en el Sistema Ambiental.....	166
Tabla IV.24. Índice de diversidad calculado para la fauna presente en el SA.....	169
Tabla IV.25 Especies del SA con estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la IUCN. ....	170
Tabla IV.26. Riqueza y Abundancia de Vertebrados Terrestres registrados en el polígono de Proyecto. ....	170
Tabla IV.27. Especies de vertebrados terrestres registrados en el polígono de Proyecto.....	171
Tabla IV.28. Categorías de abundancia para los vertebrados presentes en el Polígono de Proyecto. ....	175
Tabla IV.29. Valores de riqueza, abundancia e índice de diversidad (H') por categoría taxonómica y total en el sitio de Proyecto. ....	175
Tabla IV.30. Especies del polígono de Proyecto con estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y categorías IUCN. ....	176
Tabla IV.31. Población total y por género en Zacatecas y Concepción del Oro (INEGI 2010).....	177
Tabla IV.32. Población por grupos de edad. ....	177
Tabla IV.33. Indicadores de marginación de la CONAPO. ....	177
Tabla IV.34. Datos socioeconómicos del municipio de Mazapil. ....	178
Tabla IV.35. Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo ..... 180	180
Tabla IV.36. Población total, masculina y femenina de las localidades del SA (municipio de Mazapil) ..... 181	181
Tabla IV.37. Marginación y rezago social de las localidades dentro del SA del Proyecto..... 181	181
Tabla IV.38. Criterios de evaluación de calidad visual del paisaje..... 184	184
Tabla IV.39. Elementos valorados para determinar la Calidad Visual de Paisaje ..... 184	184
Tabla IV.40. Valoración de las Unidades de Paisaje identificadas en el SA. .... 185	185
Tabla IV.41. Fragilidad Visual del Paisaje..... 187	187
Tabla IV.42. Valoración de Fragilidad Visual para las tres unidades de paisaje del SA. .... 187	187
Tabla V.1. Indicadores de impacto -por componente ambiental- seleccionados para la evaluación. .... 199	199
Tabla V.2. Valores límite de concentración ambiental de partículas PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> . .... 201	201
Tabla V.3. Límites máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos múltiples o utilitarios, camiones ligeros CL.1, CL.2, CL.3 y CL.4, camiones medianos y camiones pesados en circulación, en función del año-modelo. .... 201	201
Tabla V.4. Límites máximos permisibles de emisión de partículas sólidas. .... 202	202
Tabla V.5. Límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año-modelo del vehículo. .... 202	202

Tabla V.6. Límites máximos permisibles de exposición de los trabajadores a ruido estable, inestable o impulsivo durante el ejercicio de sus labores, en una jornada laboral de 8 horas.....	203
Tabla V.7. Actividades del Proyecto con potencialidad de impacto.....	212
Tabla V.8. Matiz de interacción entre los indicadores ambientales seleccionados y las obras o actividades del Proyecto.....	214
Tabla V.9. Criterios empleados para evaluar la magnitud de los impactos ambientales. ....	216
Tabla V.10. Criterios empleados para evaluar la significancia de los impactos ambientales.....	216
Tabla V.11. Formula, Criterios de valoración y Categorías de clasificación de impactos ambientales . ....	217
Tabla V.12 Niveles de magnitud de los impactos ambientales considerados en la evaluación del Proyecto. ....	218
Tabla V.13. Matriz simplificada: Valores de magnitud de interacciones ambientales. ....	219
Tabla V.14. Matriz de evaluación de magnitud y significancia de impactos ambientales. ....	220
Tabla V.15. Impactos (interacciones) por tipo y nivel de magnitud. ....	223
Tabla V.16. Criterios empleados para la descripción de impactos ambientales.....	224
Tabla VI.1. Medidas de mitigación a aplicar en el Proyecto. ....	237
Tabla VII.1. Comparación de escenarios posibles en el área del Proyecto. ....	271

## LISTA DE FIGURAS

Figura II.1. Localización en el contexto regional del Proyecto Exploración Minera Santa Rosa. ....	14
Figura II.2. Usos del suelo y vegetación del área del Proyecto y sus colindancias.....	16
Figura II.3. Ubicación del área de Proyecto Exploración Minera Santa Rosa en el contexto regional. ....	20
Figura II.4. Ubicación del área de Proyecto en el contexto local. ....	21
Figura III.1. Localización de la UMP y del Proyecto con respecto a las áreas naturales protegidas presentes en la zona. ....	69
Figura III.2. Regiones Terrestres Prioritarias de mayor proximidad a la UMP y al área de Proyecto. ....	70
Figura III.3. Localización de la UMP y el área de Proyecto en relación con la Región Hidrológica Prioritaria RHP-51 Camacho-Gruñidora.....	71
Figura III.4. Localización de la UMP y el área de Proyecto con respecto a las AICA's más cercanas. ....	72
Figura III.5. Localización de la Región ecológica 9.24 y unidades biofísicas ambientales que la integran. ....	75
Figura III.6. Unidades ambientales biofísicas identificadas para Zacatecas en el PEDUyOTZ.....	80
Figura III.7. Aptitud territorial identificada para las unidades ambientales biofísicas. ....	89
Figura IV.1. Ubicación del Proyecto respecto al SA.....	105
Figura IV.2. Uso de suelo y vegetación en el polígono de influencia del Proyecto y áreas circundantes. ....	106
Figura IV.3. Climas en el SA y área de Proyecto. ....	109
Figura IV.4. Clasificación de la Intensidad de Sequía (CONAGUA, 2014).....	111
Figura IV.5. Intensidad de sequías en el SA al mes de septiembre de 2019.....	112
Figura IV.6. Geología del SA y del área de Proyecto.....	113
Figura IV. 7. Ubicación del SA y área de Proyecto en la Subprovincia fisiográfica Sierras Transversales. ....	117
Figura IV.8. Pendientes promedio en el SA y área del Proyecto.....	118
Figura IV.9. Regionalización sísmica de la república mexicana. La estrella indica la ubicación aproximada del SA definido para el Proyecto. ....	119
Figura IV.10. Tipos de suelo en el área de estudio (SA y área del Proyecto). ....	122

Figura IV.11. Tipos de erosión identificados en el SA y área del Proyecto.....	123
Figura IV.12. Regiones hidrológicas administrativas de la República Mexicana.....	124
Figura IV.13. Hidrología superficial en la zona de Proyecto y SA.....	128
Figura IV.14. Permeabilidad de acuerdo con el tipo de roca en el SA y área del Proyecto.....	129
Figura IV.15. Uso de suelo y vegetación dentro del Sistema Ambiental.....	131
Figura IV.16. Esfuerzo de Muestreo por categoría Taxonómica y total en el Sistema Ambiental.....	165
Figura IV.17. Abundancia de vertebrados terrestres en el Sistema Ambiental.....	166
Figura IV.18. Abundancia de vertebrados presentes en el Sistema Ambiental.....	168
Figura IV.19. Índice de diversidad de Shannon (H') total y por grupo taxonómico presentes en el Sistema Ambiental.....	169
Figura IV.20. Riqueza de vertebrados terrestres en el polígono de Proyecto.....	171
Figura IV.21. Abundancia de los vertebrados presentes en el área del proyecto Santa Rosa.....	174
Figura IV.22. Valores calculados del Índice de Diversidad (H') para cada categoría taxonómica y total de los vertebrados terrestres registrados en el área del proyecto.....	176
Figura IV.23. Unidad de Paisaje N°1 Sierra Plegada.....	183
Figura IV.24. Unidad de Paisaje N°2 Valle y Bajadas.....	183
Figura IV.25. Unidad de Paisaje N°3 Zonas con actividades antrópicas.....	183

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

## I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El Proyecto que se somete a revisión a través la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P) tiene como objetivo la realización de actividades de exploración minera en la zona denominada como Santa Rosa, ubicada en el municipio de Mazapil, en el estado de Zacatecas, a aproximadamente 9 km en línea recta de la cabecera municipal, la cual es el poblado de Mazapil.

La Empresa Minera Peñasquito S.A. de C.V. (Peñasquito o “la Empresa”) ha iniciado una campaña de prospección minera en la zona indicada, gracias a estas actividades prospectivas se espera recabar información directa de la composición mineral en la zona de interés y así confirmar la vocación natural del suelo como recurso minero.

La información derivada de las actividades de exploración permitirá a Peñasquito -en el mediano plazo- la toma de decisión en cuanto a impulsar o desestimar la viabilidad del desarrollo de un proyecto de explotación minera en la región.

Cabe mencionar que, el Proyecto consiste en iniciar la exploración en 150 planillas de barrenación de bajo impacto, se pretende el uso de equipo de barrenación portátil que puede ser ubicado en las áreas de interés mediante vehículos pick-up, fuerza humana y/o animal o helicóptero, por lo que no se contempla la apertura de nuevos caminos (sólo la rehabilitación -para incrementar sus márgenes de seguridad- de los caminos ya existentes), esto representa un mínimo de afectación adicional a la ya existente en el sitio.

El Proyecto no contempla la remoción de vegetación arbórea, haciendo el impacto ambiental del mínimo posible en los sitios destinados para la apertura de las planillas de

barrenación. Cada planilla de barrenación tendrá un tamaño mínimo<sup>1</sup> de 25 m<sup>2</sup> (de ser necesario de utilizarán 50 m<sup>2</sup> por planilla) es decir, al menos se ocupará una superficie para barrenación de 3,750 m<sup>2</sup> totales (0.3750 hectáreas) que se ubican dentro de un polígono general de 661.26 hectáreas (ha)<sup>2</sup>. Las superficie que pretende utilizarse corresponde a terrenos forestales cubiertos por Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino y Vegetación de Bosque de Pino.

Las áreas de barrenación se encuentran localizadas en terrenos donde la Empresa ya cuenta con los convenios que ampara el uso de las superficies contempladas.

Las actividades de exploración consisten básicamente en la perforación del subsuelo de forma directa mediante equipos de barrenación a diamante o de circulación inversa (para el presente Proyecto se empleará el método de barrenación a diamante), los cuales pueden barrenar el sustrato rocoso a profundidades variables.

Los trabajos de exploración se consideran de bajo impacto, y su realización en cuanto a características y dimensiones ajustarán en su desarrollo a los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2011, que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa.

El presente documento de Manifestación de Impacto Ambiental se somete a evaluación de las autoridades ambientales correspondientes, con el fin de obtener la valoración adecuada en materia de impacto ambiental y, de ser pertinente, la autorización para llevar a cabo el **Proyecto Exploración Minera Santa Rosa** (en adelante el Proyecto).

---

<sup>1</sup> De ser necesario, en función de las condiciones del terreno, se puede ampliar la superficie de planillas a 50 m<sup>2</sup>, lo que incrementaría la superficie de Proyecto a un máximo de 7,500 m<sup>2</sup>, equivalentes a 0.75 ha.

<sup>2</sup> Con esta proporción se cumple lo estipulado en la NOM-120-SEMARNAT-2011, donde se establece que para planillas de barrenación a diamante deben ocupar un total de 720 m<sup>2</sup>/ha o un porcentaje máximo de afectación del 7.68 %; el porcentaje de afectación mínimo del Proyecto es de 0.056 % (tomando como base planillas de 25 m<sup>2</sup>) a un porcentaje máximo de 0.10 % si las planillas fueran de 50 m<sup>2</sup>, en ambos casos no se sobrepasa la proporción establecida en la NOM-120.

Las actividades se han calculado para que se inicien durante el año 2020, hasta que los objetivos establecidos sean alcanzados en el año 2021. En caso de ser necesaria la utilización de superficies adicionales, se solicitará con oportunidad la autorización correspondiente.

## **I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO**

Exploración Minera Santa Rosa.

### **I.1.1.1 DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO**

#### **SECTOR**

Minería.

#### **I.1.1.2 TIPO DE PROYECTO**

**Exploración Minera** (prospección de yacimientos minerales).

El Proyecto consiste en la barrenación para obtener muestras minerales en la zona de interés -denominada como Santa Rosa- dichas muestras serán analizadas en laboratorio para, finalmente, definir el contenido mineral en el yacimiento.

#### **I.1.1.3 ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD**

No se requiere de la presentación de Estudio de Riesgo, esto porque el Proyecto y sus actividades no consideran la utilización de sustancias clasificadas como peligrosas.

## **I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO**

El Proyecto se localiza en el Municipio de Mazapil, Zacatecas; en la zona noreste del mismo. El polígono de Proyecto se ubica a una distancia aproximada de 9 km en línea recta del poblado de Mazapil, cabecera municipal; la localidad más cercana corresponde al ejido Santa Rosa. Para llegar al sitio de Proyecto se debe tomar la carretera La Pardita–Cedros, y tomar posteriormente un desvío hacia Cuitláhuac hasta llegar a la zona del Proyecto (Figura I.1).

Las coordenadas del polígono del Proyecto Exploración Minera Santa Rosa se presentan en la Tabla I.1.

Tabla I.1. Coordenadas (en UTM WGS 84) de los vértices del polígono del Proyecto.

VÉRTICE	X	Y
1	245930.9356	2719322.8798
2	245036.4365	2720323.7804
3	245842.3483	2721884.7810
4	248438.2061	2720781.9079
5	248875.0766	2720616.4759
6	248085.2608	2719108.6695

### I.1.3 DURACIÓN (TIEMPO DE VIDA ÚTIL) DEL PROYECTO

El Proyecto comprende –desde esta etapa de planeación y solicitud de autorizaciones, operación, y hasta el cierre de actividades- un periodo de vida útil de al menos 5 años.

La preparación del sitio comenzará una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes. En lo que respecta a la construcción esta no se llevará a cabo propiamente ya que la instalación del equipo de barrenación es temporal.

En ninguna de las etapas de desarrollo del Proyecto se realizarán actividades consideradas altamente riesgosas, de manera que no es aplicable la elaboración y presentación de algún Estudio de Riesgo.

### I.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

Toda la documentación legal se presenta dentro del Anexo 1 “Documentación Legal” que acompaña a este documento.

## I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

### I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Minera Peñasquito S.A. de C.V. es una sociedad constituida bajo las leyes mexicanas, según consta en la escritura [REDACTED] emitida el día 21 de enero de 1999, otorgada ante la fe del Notario Público Lic. Jorge Robles García, adscrito y asociado al titular de la Notaría Pública No. 12 de Guadalajara, Jalisco, y que obra inscrita en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio de Guadalajara, Jalisco, el día 21 de Abril de 1999, bajo el [REDACTED] del Libro Primero del Registro de Comercio; registrada el 5 de noviembre de 1999, bajo el número [REDACTED] del Libro de Sociedades Mineras del Registro Público de Minería, de la Dirección

General de Minas, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, ahora Secretaría de Economía; cuyo Registro Federal de Contribuyentes [REDACTED]

La denominación de la sociedad fue modificada a Minera Peñasquito, S. A. de C. V., según consta en escritura [REDACTED] del día 21 de febrero de 2006, otorgada ante la fe del Notario Público Lic. José Sergio Miller Mata, titular de la Notaría Pública No. Cinco de Hidalgo del Parral, Chihuahua, y que obra inscrita en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio del Distrito Judicial Hidalgo, estado de Chihuahua, el día 6 de marzo de 2006, bajo el número de Folio Mercantil Electrónico [REDACTED]

Toda la documentación legal se presenta dentro del Anexo 1 “Documentación Legal” que acompaña a este documento.

## I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (RFC)

[REDACTED]

## I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

[REDACTED] Gerente de Medio Ambiente de Minera Peñasquito S.A. de C.V.

## I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

Domicilio:	Calle Primavera 2-A
Colonia:	Cañada del Sol
Código Postal:	98619
Municipio:	Guadalupe
Entidad federativa:	Zacatecas.
Teléfono:	[REDACTED]
Fax:	[REDACTED]
Correo electrónico:	[REDACTED]



## I.2.5 DATOS DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El presente estudio fue elaborado con la colaboración de profesionales y especialistas en aspectos de gestión ambiental.

El responsable técnico y coordinador de tal grupo multidisciplinario fue el Biol. [REDACTED] cuyo RFC es [REDACTED] A, CURP [REDACTED] y Cedula profesional [REDACTED]

La dirección del responsable técnico del documento es la siguiente:

Domicilio:	Av. Popocatepetl [REDACTED]
Colonia:	[REDACTED]
Código Postal:	03340
Delegación:	Benito Juárez
Entidad federativa:	México, Distrito Federal
Teléfono:	
Fax:	
Correo electrónico:	[REDACTED]

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La Unidad Minera Peñasquito (UMP), es un proyecto de infraestructura y actividades mineras que actualmente se encuentra en etapa de operación y cuenta con todas las autorizaciones correspondientes para dicho fin.

Dentro de sus actividades, además del beneficio de mineral, considera la prospección en diferentes zonas de interés para validar la viabilidad de una expansión de la actividad minera en la región.

El motivo del presente estudio es la evaluación de un proyecto de exploración minera en la zona denominada como Santa Rosa, realizando actividades de barrenación de bajo impacto mediante el uso de equipo de barrenación portátil. El Proyecto Exploración Minera Santa Rosa, como ya se ha indicado, es parte de las actividades de inversión y desarrollo de la empresa en el municipio de Mazapil, Zacatecas.

El Proyecto se desarrollará bajo estándares de calidad internacional, de manera que se garantice un progreso adecuado de las actividades en el contexto ambiental existente. Por ello, para asegurar la aplicación de las mejores prácticas, el Proyecto se realizará bajo constante supervisión por personal de la empresa.

#### II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

Como ya se ha indicado, Peñasquito mantiene (a la par de sus trabajos de beneficio de mineral) una campaña de prospección minera, en diferentes zonas de interés y donde se incluye el área conocida como Santa Rosa, ubicada en el municipio de Mazapil.

En esta región, la empresa cuenta con convenios de ocupación y uso de diferentes propiedades, sitios donde se han realizado actividades de exploración de minerales, encontrando vestigios importantes en cuanto a yacimientos minerales se refiere. Los

resultados de las exploraciones confirman en gran medida la vocación natural del suelo como recurso minero.

A partir de los resultados de esas prospecciones anteriores, actualmente se cuenta con información general que sustenta la factibilidad desarrollo de un proyecto de explotación minera en la región. Sin embargo, bajo dicho contexto, sigue siendo necesario delimitar e identificar las áreas estudiadas, para confirmar la presencia o ausencia de minerales económicamente rentables.

Es por ello por lo que Minera Peñasquito S.A. de C.V. pretende llevar a cabo más obras de exploración en la zona que le permitan dar certidumbre a la ubicación del yacimiento mineral, así como a la inversión a corto, mediano y largo plazo en la zona referente al ámbito minero. Debido a lo anterior es que la Empresa impulsa el **Proyecto Exploración Minera Santa Rosa**.

Para el desarrollo del Proyecto se tiene planificado iniciar con las actividades durante el primer trimestre del año 2020; esto se refiere –en primera instancia- a la presentación del Proyecto ante las autoridades ambientales para obtener la autorización requerida para el desarrollo de las demás actividades que conforman al Proyecto; posteriormente se iniciará (de ser autorizada) la exploración en 150 planillas de barrenación.

Cada planilla tendrá un tamaño mínimo de 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m) y un máximo –dependiendo de las condiciones del terreno<sup>3</sup>- de 50 m<sup>2</sup>; todas las actividades de exploración (planillas) se distribuirán en un polígono general con superficie de 661.26 ha. Las áreas de barrenación se encuentran localizadas en terrenos de los que actualmente es titular Minera Peñasquito.

Hasta el momento, se han identificado varias áreas en donde es necesario realizar actividades de exploración, pero la presente MIA-P se refiere únicamente a las actividades programadas a para el periodo 2020-2025.

---

<sup>3</sup> Se busca en todo momento que la ocupación del terreno conjugue dos aspectos importantes, la menor afectación posible a la vegetación, pero utilizar la superficie necesaria para realizar la barrenación en condiciones de seguridad óptimas.

Las superficies que pretenden utilizarse corresponden a terrenos forestales cubiertos por Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino y, en menor medida, Bosque de Pino, donde la afectación a la cobertura vegetal se reducirá al mínimo, ya que se contempla el uso de caminos y veredas ya existentes, así como de sitios sin vegetación arbórea para realizar las actividades de barrenación correspondientes.

Las actividades de exploración consisten básicamente en la perforación del subsuelo de forma directa, en este caso se utilizan equipos de barrenación a diamante, los cuales pueden barrenar el sustrato rocoso a profundidades variables.

El Proyecto contempla realizar exploración por barrenación de bajo impacto mediante el uso de equipo de barrenación portátil, que puede ser ubicado en las áreas de interés mediante (1) vehículos tipo pick-up, (2) animales de carga, (3) fuerza humana o (4) helicóptero<sup>4</sup> por lo que no se requiere la apertura de nuevos caminos (aunque existe la posibilidad de rehabilitar parte de los existentes<sup>5</sup>), manteniendo así los niveles de afectación de la zona en un nivel muy bajo.

Es importante destacar que los niveles de ocupación e impacto de las actividades de exploración propuestas son muy bajos, por lo que se garantiza que no habrá cambio de uso de suelo, además se tomará en cuenta –como marco de referencia operacional- los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2011.

Se estima que, considerando la estrategia mencionada líneas arriba, se pueden ubicar las 150 planillas sin afectación significativa a la zona, ocupándose una superficie máxima de 0.75 ha dentro del polígono total de 661.26 ha, lo cual es equivalente a un 0.10 % de ocupación temporal.

---

<sup>4</sup> Opción viable de realizar, aunque de momento poco considerada.

<sup>5</sup> Para ampliar los márgenes de seguridad para la circulación de vehículos, existe la posibilidad de que sea necesario ampliar el ancho de camino (en algunos puntos, sobre todo en curvas) a un máximo de 7.0 m a fin de que se cuente con una berma de seguridad. Cabe destacar que el ancho de 7 metros es permitido por la NOM-120-SEMARNAT-2011, misma que indica que “Sólo en tramos con curvas y pendientes mayores a 5.0% (cinco punto cero por ciento) o con pendientes laterales peligrosas, se permitirá por razones estrictamente de seguridad, ensanchar hasta 7.0 m (siete punto cero metros) los caminos de acceso. Lo anterior, también aplica en tramos cortos donde se requiera de mayor amplitud para la circulación de vehículos en sentidos opuestos.”

Como se indicó, las actividades se han calculado para que se realicen a partir del presente año 2020 y hasta que los objetivos establecidos sean alcanzados (año 2025). En caso de ser necesaria la utilización de superficies adicionales, se solicitará con oportunidad la autorización correspondiente.

## **II.1.2 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO**

### **II.1.2.1 SELECCIÓN DEL SITIO**

La selección del sitio se determinó con base en la conjunción de una serie de criterios de naturaleza legal, normativa, técnica y ambiental. Entre tales criterios se tuvo en cuenta:

- La ubicación de los lotes o concesiones mineras ya otorgadas a la Empresa;
- Los antecedentes históricos de la zona;
- Las actividades de exploración previamente realizadas;
- La cercanía del sitio a zonas previamente impactadas con actividades pecuarias, agrícolas y mineras;
- El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT);
- El Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Zacatecas (POET) y;
- El documento Panorama Minero del Estado de Zacatecas (PMEZ).

Además de dichas consideraciones, se tomó en cuenta –para tomar la decisión de invertir en actividades de exploración en la zona- la conjunción de una serie de criterios legales, normativos, técnicos y ambientales que le confieren viabilidad a la actividad.

### **CRITERIOS LEGALES Y NORMATIVOS**

El desarrollo de proyectos mineros (de exploración y/o explotación) en nuestro país, se encuentra sujeto al cumplimiento de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos relativas al aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación, así como de diversas leyes reglamentarias que, dependiendo de las características del proyecto, del sitio elegido y de los procesos involucrados, establecen mecanismos e instrumentos para la regulación de las actividades.

Adicionalmente, en materia ambiental el Proyecto debe ajustarse al cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de protección ambiental que le son aplicables debido a la naturaleza de las obras y actividades pretendidas.

En observancia de dicho marco jurídico, la empresa ha realizado los análisis pertinentes para asegurar que el Proyecto no contravenga ninguno de los ordenamientos que lo regulan, a efecto de garantizar que su ejecución se desarrolle en pleno cumplimiento y compatibilidad con los instrumentos que lo regulan.

En el Capítulo III de este documento se da cuenta detallada de la viabilidad legal del Proyecto, de su vinculación con cada uno de los ordenamientos aplicables, así como del acatamiento de la empresa a los preceptos jurídicos y del cumplimiento respecto de la aplicación de los instrumentos de regulación establecidos en éstos.

Desde el punto de vista legal y de la normatividad los criterios que se consideran son:

- Los establecidos por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (REIA).
- La Ley Minera. De conformidad con la misma, los titulares de las concesiones mineras poseen el derecho de: realizar obras y trabajos de exploración y explotación dentro de los lotes mineros concesionados, obtener la expropiación, ocupación temporal o constitución de servidumbre de los terrenos indispensables para llevar a cabo las obras y trabajos de exploración, explotación y beneficio, así como para el depósito de terreros, jales, escorias y graseros (Artículo 19).
- Existen los elementos de certidumbre legal para la empresa a partir de la certidumbre legal de la tierra.

Teniendo como referencia lo señalado y toda vez que:

- a. La empresa es titular de las concesiones mineras en la superficie donde pretende desarrollarse el Proyecto.
- b. La empresa posee los derechos de uso y ocupación de los terrenos respectivos.

Se desprende que no existe ningún impedimento legal para el desarrollo del Proyecto, siempre que, de acuerdo con la evaluación que realice la autoridad ambiental, se corrobore que:

- i. No existe contraposición con los instrumentos de planeación y usos del suelo aplicables en el ámbito federal (áreas naturales protegidas), estatal y municipal.
- ii. Las actividades del Proyecto no causarán desequilibrios ecológicos que pongan en riesgo la integridad de las poblaciones de especies en riesgo.

Además, debe contemplarse que, la selección del sitio particular para el desarrollo de las obras del Proyecto se circunscribe dentro de superficies que están amparadas por los títulos de ocupación que posee la empresa en la zona.

### **CRITERIOS TÉCNICOS**

En general, la selección de todas las áreas seleccionadas para el desarrollo de la actividad de exploración minera en la zona se sustenta en las siguientes consideraciones técnicas:

- Elegir las ubicaciones para el acceso, de manera que se disponga del espacio y áreas de maniobras necesarios para realizar las actividades de acceso y barrenación con amplios márgenes de seguridad.
- Considerar las características topográficas adecuadas que reduzcan los trabajos de preparación del sitio.
- No afectar a la población local.
- No generar riesgos ambientales ni afectaciones innecesarias.

### **CRITERIOS AMBIENTALES**

Como se ha indicado, el Proyecto se sitúa en una zona donde se han realizado anteriormente actividades de carácter prospectivo en el rubro minero, que se han desarrollado en diferentes épocas. Sin embargo, se consideraron al menos tres criterios de índole ambiental para la planeación del Proyecto:

- Evitar en lo posible la afectación de áreas con vegetación natural.
- Prevenir todo riesgo de contaminación del agua superficial y subterránea.
- Optimizar la ocupación espacial del Proyecto, de modo que las áreas de afectación se concentren lo más posible sin menoscabo de la seguridad de las operaciones y favoreciendo la contención de los impactos ambientales asociados.

A partir de estas acotaciones y las particularidades físicas y bióticas de los sitios propuestos para la localización del Proyecto, se considera que los estudios efectuados aportaron información relevante y suficiente para realizar una caracterización del sitio, adecuada con los requerimientos para la elaboración de esta MIA-P.

Los estudios desarrollados han servido también como base para la planeación, identificación y aplicación de medidas de control ambiental para las actividades a desarrollar durante las diferentes fases del Proyecto (preparación de sitio, "construcción", operación, mantenimiento, cierre). Dichas medidas de control han sido incorporadas como parte del diseño del Proyecto con el propósito de conservar la calidad de los elementos ambientales (agua, aire, suelo, flora y fauna).

Considerando los resultados de tales estudios se tiene que:

- La ubicación es favorable y se accede fácilmente al sitio de Proyecto.
- El entorno social es propicio, las negociaciones para el uso de la tierra están consolidadas, existiendo certidumbre sobre el destino y uso de la propiedad.
- No existen elementos históricos, arqueológicos o culturales que limiten el desarrollo del Proyecto.
- Se cuenta con antecedentes sólidos de gestión ambiental, a partir de que las actividades que la empresa ha realizado conforme a la normatividad ambiental.
- El balance costo-beneficio del Proyecto es adecuado para su desarrollo, y las medidas de mitigación propuestas en este mismo documento, se consideran suficientes, adecuadas y eficaces, dadas las condiciones ambientales existentes.

### **II.1.2.2 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN**

El sitio del Proyecto Exploración Minera Santa Rosa se ubica en terrenos con cobertura vegetal considerada en su mayoría como Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino y en menor medida Bosque de Pino del Municipio de Mazapil, aproximadamente a 9 km en línea recta del poblado del mismo nombre. La distancia aproximada entre el sitio del Proyecto y la UMP es de 30 km en línea recta (Figura II.1).





**Figura II.1. Localización en el contexto regional del Proyecto Exploración Minera Santa Rosa.**

Los vértices del polígono general de ubicación del Proyecto se indican en la Tabla II.1, en el “Anexo 2. Coordenadas de Referencia”, se presentan las coordenadas del punto central del área que, en principio, será donde se ubique la planilla de barrenación; es preciso indicar que estas coordenadas señalan puntos de interés pero que si se ubica vegetación arbórea en el sitio, existe la encomienda de “mover” la planilla a un punto cercano donde no sea necesario tal retiro de vegetación. Todos los puntos señalados en el anexo 2 se ubican al interior del polígono general de Proyecto.

**Tabla II.1. Coordenadas de localización del polígono del Proyecto (UTM, Datum WGS84).**

VÉRTICE	X	Y
1	245930.9356	2719322.8798
2	245036.4365	2720323.7804
3	245842.3483	2721884.7810
4	248438.2061	2720781.9079
5	248875.0766	2720616.4759
6	248085.2608	2719108.6695

### II.1.2.3 DIMENSIONES DEL PROYECTO

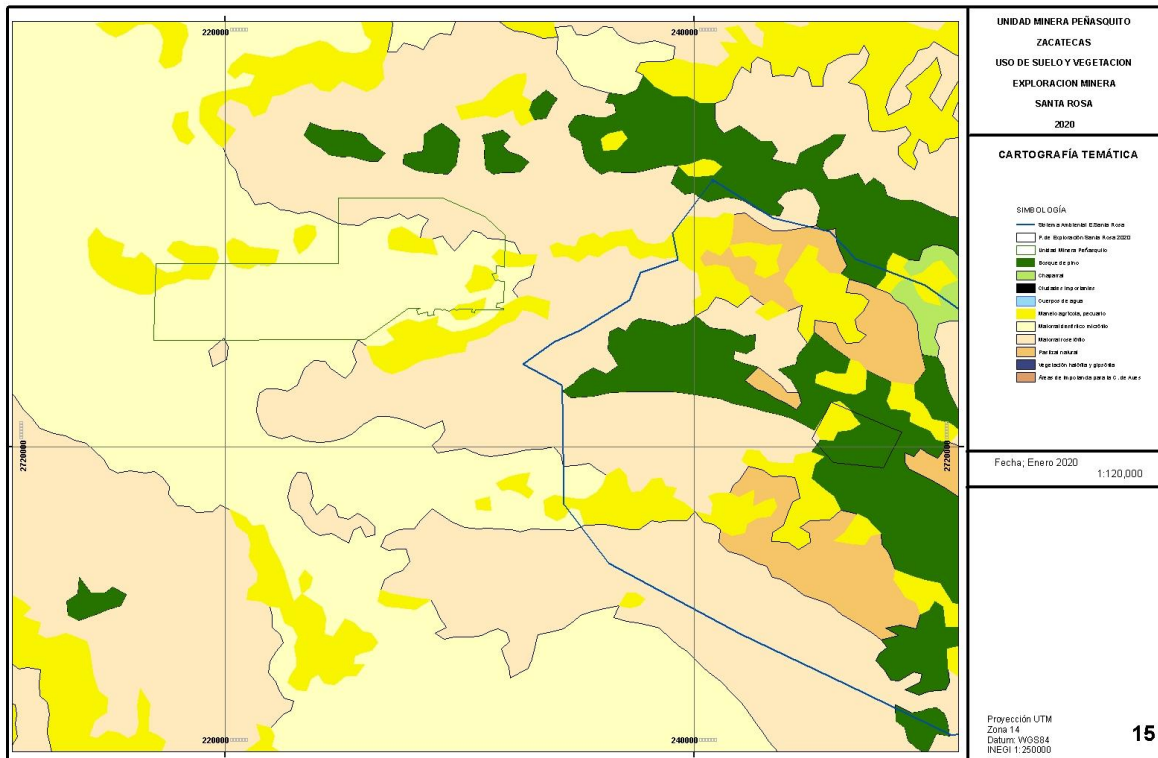
La superficie total máxima requerida para las actividades de exploración que integran el Proyecto es de **0.7500 ha**.

### II.1.2.4 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y SUS COLINDANCIAS

Actualmente, el área de interés presenta un uso de suelo forestal, es decir, se encuentra en un relativo buen estado de conservación de la cobertura vegetal siendo predominante la Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino y el propio Bosque de Pino. Además, se tiene evidencia de actividades agropecuarias como la apertura de sitios para pastoreo (la práctica de actividades de ganadería es de baja escala), uso forestal, agricultura de temporal de bajo rendimiento y actividades mineras antiguas.

En el presente documento sólo se considera lo relativo al impacto ambiental ya que las áreas a utilizar corresponden a sitios donde no se requiere la autorización de cambio de uso de suelo (CUS); en caso de ser necesario el trámite de CUS, este se solicitará con oportunidad a las autoridades correspondientes.

Los usos del suelo y la vegetación regional conforme a la clasificación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), identifican que en el polígono de Proyecto se tiene Bosque de Pino así como áreas de Manejo agrícola-pecuario (Figura II.2).



**Figura II.2. Usos del suelo y vegetación del área del Proyecto y sus colindancias.**

En la zona del Proyecto no existen cuerpos de agua perennes, aunque sí hay presencia de corrientes intermitentes y estacionales. El clima de la zona es de tipo semiseco templado.

### II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA

Los gastos de capital requeridos para el Proyecto corresponden a \$5,000,000.00 M.N por año, lo cual implica un total de inversión para el periodo de cinco años de \$25,000,000.00 M.N. (Veinticinco millones de pesos 00/100 M.N.).

## II.1.4 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

En la zona del Proyecto, el entorno es rural y se carece de servicios. Regionalmente, se cuenta con buenos accesos, pero no hay caminos pavimentados en el área de Proyecto y los servicios cercanos son de carácter rural. Al sitio se accede vía el camino que conecta La Pardita-Cedros y desde la cual se puede tomar la desviación hacia Cuitláhuac para llegar a la zona del Proyecto.

Los poblados más cercanos y que cuentan con todos los servicios son Mazapil y Concepción del Oro.

Debido a que las actividades de exploración no requieren de la instalación de infraestructura, los servicios como el abasto de combustible, la contratación de personal y alojamiento de este o servicios de apoyo (mantenimiento de vehículos, compra de algunos insumos, etc.) serán provistos -en primera instancia- por los mismos contratistas que laborarán en el Proyecto (se entiende que se proveerán de combustibles y demás insumos, en los poblados cercanos como son los ya mencionados Mazapil y Concepción del Oro).

De ser necesario, también se podrá disponer de algunos de estos insumos a partir de las facilidades existentes en la UMP.

El agua necesaria para el desarrollo inicial del Proyecto será abastecida mediante pipas de agua que se obtiene de los pozos autorizados a la UMP; esta agua será colectada y decantada en una pila o cárcamos, desde donde se recirculará para ser reutilizada.

Para la realización de las actividades del Proyecto la energía eléctrica se obtendrá a partir del uso de generadores a combustible. La comunicación se realizará por radios portátiles y el transporte del personal será a través de vehículos tipo pick-up. En la Tabla II.2 se indican los servicios básicos y de apoyo existentes en la zona.

**Tabla II.2. Condiciones de urbanización y descripción de los servicios requeridos para el desarrollo del Proyecto**

SERVICIO	DESCRIPCIÓN/ REQUERIMIENTO DEL PROYECTO
<b>Servicios Básicos</b>	
Vías de acceso	La zona presenta excelentes vías de acceso; el acceso principal a Mazapil es la Carretera Federal 54 Zacatecas-Salttillo, para el sitio de Proyecto se emplea la Carretera La Pardita-Cedros y los caminos de terracería existentes de modo que no es necesario realizar la apertura de nuevos caminos si no su adecuación y mantenimiento.
Agua potable	Actualmente existen zonas con abastecimiento de agua potable, resultante de la infraestructura existente para abastecer los poblados cercanos; además el área de Proyecto se integrará al sistema de distribución, mediante pipas, de agua potable de la UMP.
Energía eléctrica	Existe una línea de transmisión eléctrica cercana al área de influencia del Proyecto. Es por esto por lo que se considera que el sitio de Proyecto cuenta con este servicio; cabe recordar que las actividades del Proyecto no requieren la instalación de una línea eléctrica y se empleará un generador para satisfacer las necesidades.
Transporte	No existe servicio regular de transporte directo hasta el sitio del Proyecto. Para el transporte de los empleados, se emplearán vehículos adecuados (tipo pick-up) para el traslado durante el cambio de turno.
Disponibilidad de combustibles	Para los vehículos empleados, existen en la región distribuidores de combustible de PEMEX; además la UMP cuenta con estaciones de combustible autorizadas; con esto se considera como cubierta la necesidad de combustible.
<b>Servicios de Apoyo</b>	
Disposición de residuos	La recolección de los residuos es y será responsabilidad de las empresas contratistas empleadas; la UMP dará el apoyo necesario mediante su programa de manejo de residuos, que incluye un almacén temporal de residuos peligrosos.
Fuerza laboral	La mano de obra especializada profesional será contratada por las empresas contratistas y con supervisión de Minera Peñasquito. Uno de los requisitos de la empresa hacia sus contratistas es que provean de personal adecuadamente capacitado para el desarrollo de los trabajos y obras, además de promover la utilización de mano de obra no especializada y de oficios de las comunidades cercanas.
Servicio médico	Existen servicios médicos y de salud en poblados cercanos como Mazapil y Concepción del Oro. El Proyecto utilizará los servicios médicos de estos centros poblacionales y el propio servicio de salud que mantiene la UMP (atención básica y de emergencia a los trabajadores).
Comedor	La UMP cuenta con el servicio de comedor y atiende a todos los trabajadores. Los trabajadores que se integren a la plantilla laboral del Proyecto tendrán acceso al servicio de comedor de la unidad minera.
Hospedaje	La UMP cuenta con un campamento para hospedaje de los trabajadores. Adicionalmente y en caso de ser necesario, el poblado de Concepción del Oro cuenta con infraestructura de alojamiento suficiente.
Telecomunicaciones	Disponibles en la zona.

## II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

Para llevar a cabo de forma adecuada las actividades de exploración minera contempladas en el Proyecto, es necesario realizar las actividades de barrenación en espacios (planillas) de 25 a 50 m<sup>2</sup>, este espacio, es el que se considera como suficiente para instalar el equipo de barrenación portátil y no impactar más área de la necesaria (se debe de tomar en cuenta que el espacio sea suficiente para trabajar con seguridad); el presente Proyecto contempla el uso prioritario de áreas impactadas libres de vegetación arbórea para establecer las planillas.

Las planillas se instalarán, preferentemente, en puntos adyacentes (o lo más cercano posible) a los caminos de acceso; en estos puntos se contempla la “limpieza” (eliminación de hierbas y arbustos) de dichos caminos ya existentes así como el uso –cuando sea necesario- de los senderos que permitan el paso a pie, utilizando para cargar el equipo de barrenación mulas o burros, medidas como esta ayudan a minimizar el impacto del Proyecto y asegurar que será menor área la que se perturbará. Sólo en caso de ser necesario y como medida de seguridad, se evaluará la posibilidad del ensanchamiento del camino<sup>6</sup> a un máximo de 7 m tal como lo permite la NOM-120-SEMARNAT-2011.

Para la apertura de la planilla de barrenación, al igual que en los caminos, se tiene como primera tarea la limpieza del sitio (retiro de vegetación arbustiva y herbácea) para la posterior nivelación del terreno y apertura del cárcamo o pila para almacenamiento de agua (este cárcamo es cubierto con una membrana impermeable para evitar la infiltración en la zona) que será empleada como parte de los lodos lubricantes necesarios para el correcto funcionamiento del equipo barrenador.

Posteriormente, ya acondicionado el sitio; se procede a la instalación del equipo barrenador, la toma de muestras y la final clausura del barreno.

## **II.2.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL Y LOCAL**

A continuación, se presentan los planos de ubicación -en escala regional y local- del polígono de ubicación del Proyecto Exploración Minera Santa Rosa.

Planos relacionados con esta ubicación (por ejemplo, climas, tipos de vegetación, edafología, entre otros) se presentan en las secciones correspondientes, señalando en la medida de lo posible, la ubicación del Proyecto.

---

<sup>6</sup> Referido a caminos “principales” no a los senderos.

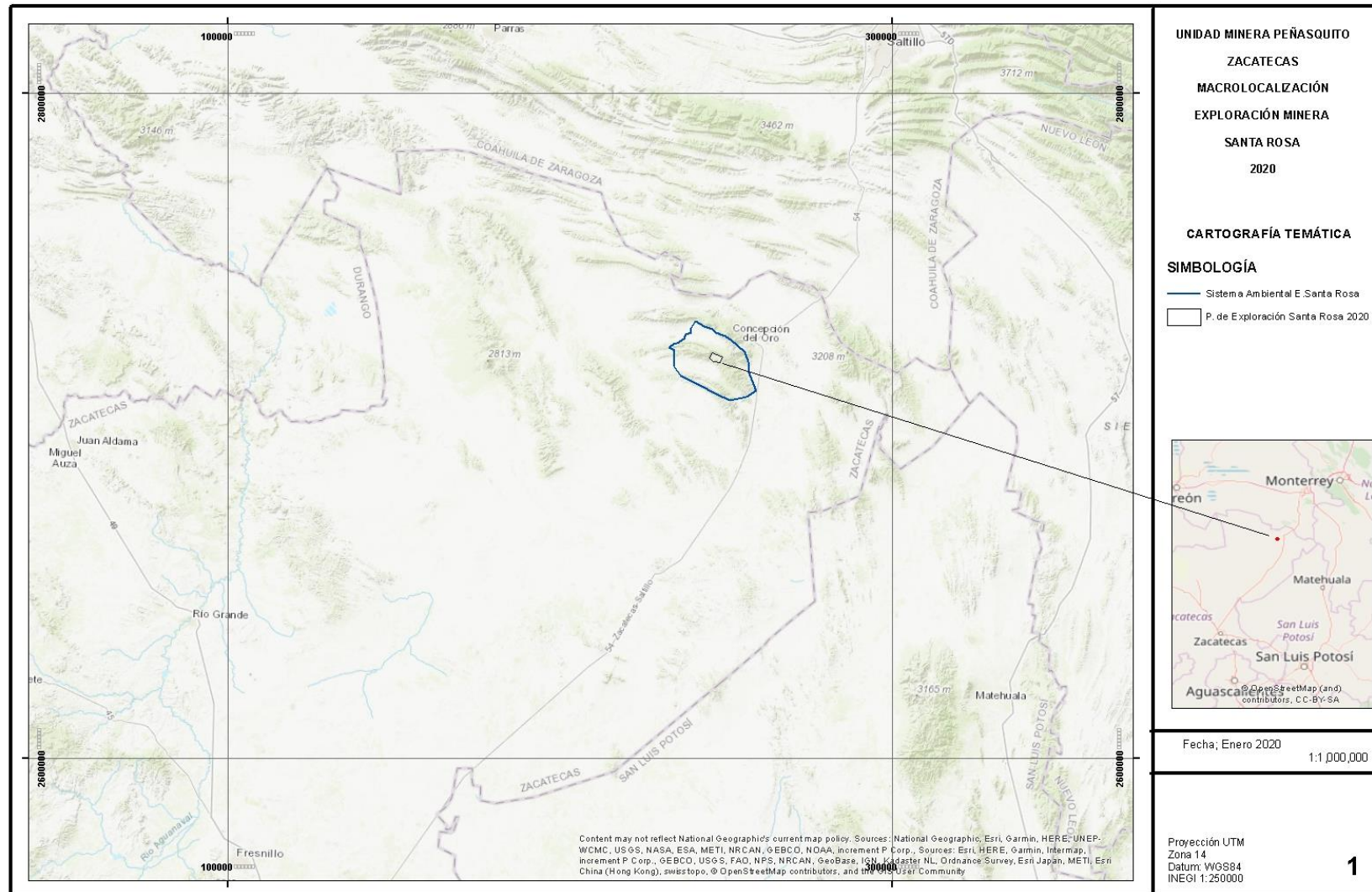


Figura II.3. Ubicación del área de Proyecto Exploración Minera Santa Rosa en el contexto regional.

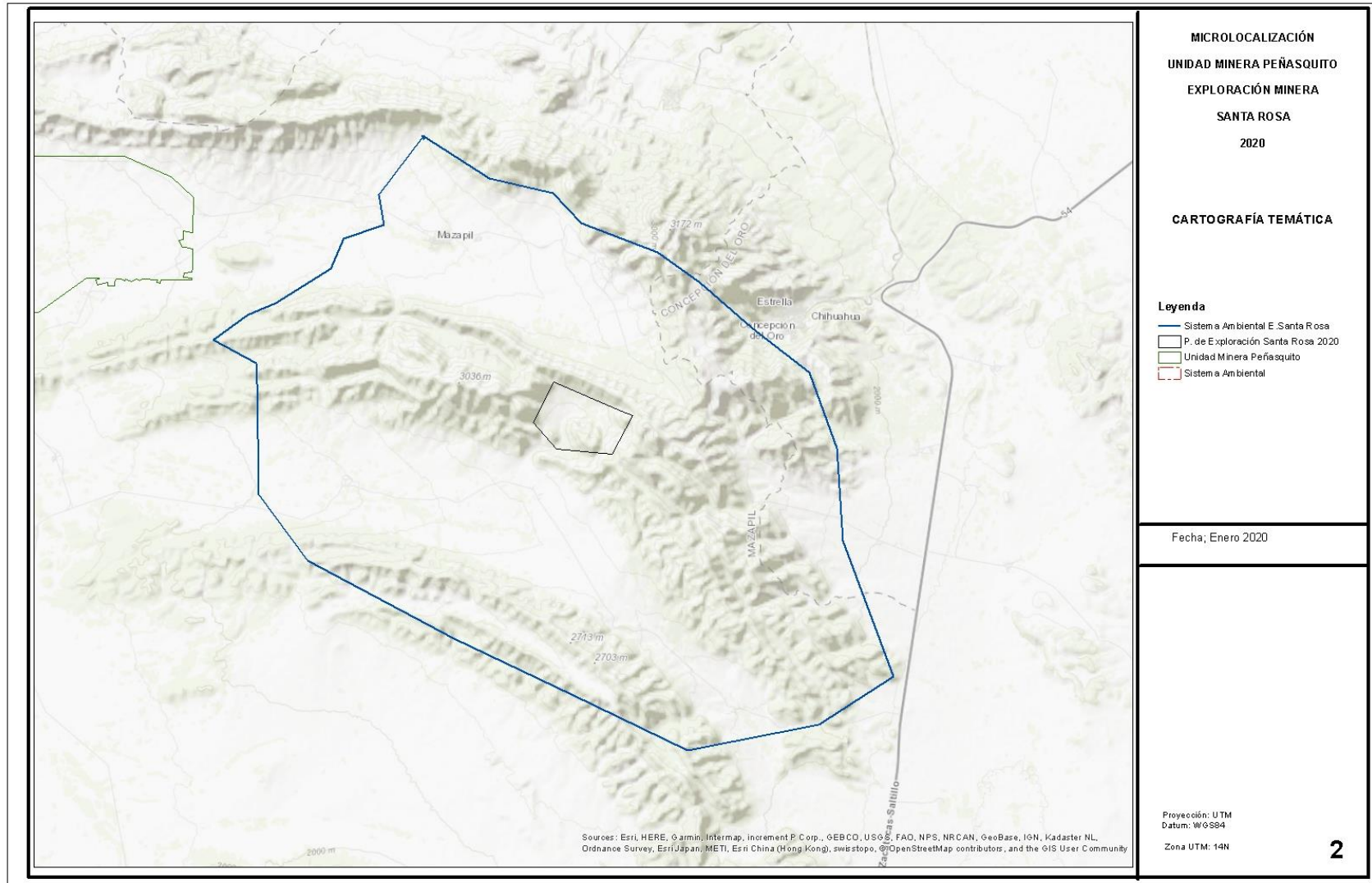


Figura II.4. Ubicación del área de Proyecto en el contexto local.



## II.2.2 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

La vida útil de un proyecto de exploración generalmente está determinada a partir de los resultados que se obtengan de los datos obtenidos. Se han calculado unos seis meses para la planeación y trámites de permisos, así como 54 meses (cuatro años y medio) para el desarrollo de las actividades de exploración. Las superficies requeridas se vinculan directamente a un contexto prospectivo, por lo que los resultados determinarán el interés de continuar con las actividades mineras en la zona. Las actividades generales que se consideran en el Proyecto inicial se desarrollarán de conformidad con el plan de trabajo general indicado en las Tablas II.3 y II.4.

**Tabla II.3. Etapas de desarrollo del Proyecto.**

ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO	TIEMPO
Solicitud de autorización en materia de Impacto Ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios en la zona</li> <li>Elaboración de MIA-P</li> <li>Entrega para evaluación por parte de la autoridad ambiental</li> </ul>	Aproximadamente 6 meses
Exploración minera	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de rutas de acceso (limpieza de caminos).</li> <li>Preparación de área de planillas.</li> <li>Muestreos (perforación, análisis y pruebas).</li> <li>Valuación del yacimiento.</li> <li>Estudios de viabilidad para desarrollar actividades de explotación.</li> </ul>	Aproximadamente 54 meses

**Tabla II.4. Plan general de actividades.**

ETAPA/ACCIONES	PLAZO DE EJECUCIÓN EN BIMESTRES										VARIABLE DE ACUERDO CON LOS RESULTADOS	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-30		
<b>Preoperativos</b>												
Planeación												
Obtención de permisos												
<b>Preparación y construcción</b>												
Levantamiento Topográfico												
Rescate y reubicación de especies (flora y fauna) <sup>1</sup>												
Preparación de área de planillas de barrenación y zanja												
<b>Operación</b>												
Actividades de barrenación												
<b>Abandono</b>												
Fin de operaciones												
Restauración												

1. En caso de ser necesario.

Este programa general de trabajo para el desarrollo del Proyecto agrupa las actividades requeridas en etapas denominadas como: 1) Pre-Operativo, 2) Preparación del sitio y

Construcción; 3) Operación y 4) Abandono (en caso de no ser viable la actividad de beneficio de mineral).

### **II.2.2.1 PRE-OPERATIVO**

Involucra las actividades de planeación del Proyecto y la solicitud de los permisos ambientales correspondientes, lo cual incluye el presente documento para solicitud de autorización en materia de impacto ambiental.

### **II.2.2.2 PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN**

La preparación del sitio involucra una serie de actividades particulares: (i) Levantamiento topográfico y delimitación de obras, (ii) Rescate y relocalización de especies (flora y fauna).

La “construcción” se refiere a la preparación (acondicionamiento) de la superficie de la planilla de barrenación (limpieza, nivelación del sitio), instalación de los cárcamos portátiles y acomodo temporal del equipo de barrenación.

#### **LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DELIMITACIÓN DE OBRAS**

El levantamiento topográfico se refiere a la ubicación física (en el terreno) del punto de ubicación exacta de cada obra, en el caso presente puede considerarse al marcaje del punto central de la planilla de barrenación.

Respecto a la delimitación de las obras, esto implica definir el área que haya sido autorizada (en materia de impacto ambiental) así como diferenciar la superficie que ocupará cada obra (considerando también que los cárcamos serán portátiles).

Para el caso específico del marcaje de las áreas donde se desarrollará alguna obra, se colocarán estacas de madera dispuestas en los vértices de cada obra, para delimitar claramente su área de afectación.

#### **RESCATE DE ESPECIES**

##### **VEGETACIÓN**

Se refiere a que, previo a cualquier actividad, se realizará la búsqueda de los ejemplares vegetales de especies en riesgo (indicadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010), localizados

en el área de ocupación prevista. Si se da el caso de tener un ejemplar de estas especies, se procede a reubicar la planilla (para no afectar a los ejemplares ya que se da prioridad a no derribar vegetación); si se decide que el sitio es de alto interés para la barrenación/exploración, se procede al rescate<sup>7</sup> del ejemplar.

## **FAUNA SILVESTRE**

Esta actividad tiene como objetivo el propiciar el movimiento de los ejemplares de fauna hacia sitios fuera del área prevista para ocupación del Proyecto. Consiste en hacer recorridos en la superficie destinada a cada planilla de barrenación, este movimiento de personal y ruido asociado funciona como elemento ahuyentador de la fauna.

Al mismo tiempo, los recorridos tienen el objetivo de buscar ejemplares de fauna de lento desplazamiento para, en caso de ser necesaria, su captura y reubicación a sitios donde no se prevé perturbación alguna por parte del Proyecto. Cabe indicar que la manipulación de la fauna la realizará una brigada del área de Medio Ambiente de la UMP con supervisión de expertos capacitados para tales trabajos. Los objetivos de estas actividades son:

- Prevenir la disminución de las poblaciones de especies de fauna silvestres presentes en el área de interés para barrenación.
- Evitar la mortalidad de ejemplares de fauna silvestre.

Las acciones se enfocarán en todos los vertebrados terrestres que se presenten en los puntos de barrenación, independientemente de pertenecer o no a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, dada su importancia, se dará especial atención a los ejemplares de especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo.

## **ACONDICIONAMIENTO DE SITIO**

### **LIMPIEZA**

Se refiere al retiro de vegetación herbácea para acondicionar los caminos de accesos y mantenerlos libres de obstáculos que dificulten la circulación de los vehículos. En el caso

---

<sup>7</sup> En términos generales, el rescate implica la identificación y marcaje -con anticipación- de los individuos que deban trasplantarse, para posteriormente recuperarlos con el menor daño posible mediante herramientas manuales. Los ejemplares serán reubicados en áreas aledañas donde no se prevén actividades.

de la planilla de barrenación, se refiere al retiro de hierbas y arbustos (vegetación no arbórea) para la libre instalación del equipo de barrenación.

Si fuera requerida una actividad de desmonte más intensa, esta implicaría:

- Esperar a que se realice el ahuyentamiento y/o relocalización de la fauna (incluida una revisión final del sitio horas antes de iniciar el retiro de vegetación).
- Retiro de la cobertura vegetal (arbórea y arbustiva); lo que consiste en cortar - desde la base del tronco- los ejemplares vegetales; seguido del desenraice (extracción de raíces y tocones) para finalmente proceder a la “limpieza” del sitio.

Es importante destacar que durante la actividad de desmonte no se utilizará fuego o compuestos químicos (herbicidas).

### **DESPALME Y NIVELACIÓN (CONFORMACIÓN DEL TERRENO)**

El despalme que se contempla se realizará en la superficie del Proyecto que así lo requiera, esto se evaluará de forma individual en cada planilla, el objetivo de este despalme es evitar la afectación permanente a la capa fértil de suelo y contribuir a la nivelación –como medida de seguridad- del sitio. El Proyecto considera la recuperación y conservación del suelo fértil proveniente de los puntos donde se realice el despalme.

De ser necesario, se nivelarán las áreas de planilla, esto tendrá como fin, la ya mencionada estabilidad del sitio durante los trabajos de exploración.

### **CONSTRUCCIÓN**

Se indican las características generales de las obras o actividades contempladas para la exploración minera; si bien no se trata de una “construcción” en el sentido estricto, se indican de conformidad a lo indicado por la ***Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, minero***, las obras u actividades que pretende llevar a cabo el Proyecto.

Se tiene en cuenta la instalación de planillas de barrenación para toma de muestras. Los lineamientos ambientales básicos para la instalación de planillas de barrenación con equipo portátil incluyen, a grandes rasgos, lo siguiente:

## BARRENACIÓN

Se pretende la barrenación y toma de muestra en 150 puntos de interés geológico.

Acorde con lo citado en la NOM-120-SEMARNAT-2011; el proceso de barrenación está definido como la "Perforación cilíndrica de diámetro pequeño y considerable profundidad, efectuada sobre roca o suelo mediante instrumentos especiales de perforación". Existen dos tipos principales de barrenación, los cuales pueden barrenar el sustrato rocoso a profundidades variables:

- **Barrenación a diamante.** Aquella en la que el instrumento constante es una broca con diamantes montados o impregnados.
- **Barrenación de circulación.** Realizada con tubo concéntrico doble, en la que se inyecta un fluido a presión a través del tubo exterior y se recupera junto con la muestra por el tubo interior.

El método de perforación empleado en el Proyecto será el de barrenación a diamante que consiste en la perforación a rotación con recuperación de testigo; se basa en el hecho de que un elemento de corte de forma anular –con diamantes industriales incrustados colocado en el extremo de una sarta de perforación– "corta" la roca obteniendo un cilindro de material que se aloja en el interior de la sarta a medida que el elemento de corte avanza. El elemento de corte es la llamada corona de diamante.

## PLANILLAS DE BARRENACIÓN (APERTURA)

La planilla de barrenación es el área mínima necesaria para instalar el equipo de perforación y las obras o materiales de apoyo; en términos prácticos se trata del sitio de trabajo para la toma de muestra por barrenación. Los aspectos principales que se tomarán en cuenta para la apertura de las planillas son los siguientes:

- Se dará preferencia a localizar las planillas en zonas ya impactadas por caminos o zonas desmontadas. Si la ubicación de la planilla identificada es sobre sitios con cobertura vegetal arbórea, se evaluará la pertinencia de mover la planilla hacia zonas descubiertas; en caso de no ser viable se dará paso al desmonte del sitio.
- La apertura de planilla implica el retiro de la vegetación herbácea y de la hojarasca del sitio, de ser necesario se hará un despalme (retiro de la capa superficial de suelo, también llamado suelo orgánico) y nivelación del terreno. Para la "limpieza"

del sitio no se realizará la quema de maleza ni se emplearán herbicidas ni productos químicos; todo el deshierbe del sitio se realizará por métodos manuales.

- El tamaño de las planillas será de 25 a 50 m<sup>2</sup>, área suficiente para instalar el equipo de barrenación portátil y no impactar más área de la necesaria (se debe de tomar en cuenta que el espacio sea suficiente para trabajar con seguridad).
- Las planillas de barrenación serán abiertas y no serán un impedimento para el libre flujo de corrientes de agua ni de cauces naturales de la zona.
- Durante la perforación sólo se utilizarán lodos de perforación de arcillas naturales, grasas lubricantes y aditivos biodegradables.

### **CÁRCAMOS**

El cárcamo es un área contenedora o recipiente para los fluidos de barrenación (lodos o agua utilizados como lubricantes durante la barrenación); el Proyecto considera para la instalación de los cárcamos, lo siguiente:

- Serán de material impermeable, se trata de contenedores portátiles especiales cuyo material evita filtraciones al suelo de los lodos que se utilizan para la perforación. Estos cárcamos se pueden reutilizar y mover a los sitios de barrenación conforme sea necesario.
- Las dimensiones del cárcamo serán máximo 3 m x 3 m y se instalarán de uno a dos cárcamos por planilla.
- Se decantará el agua y filtrará antes de su recicle y los lodos resultantes serán reciclados. El agua de cada perforación será decantada en el mismo cárcamo, previo a su reciclamiento, y reutilizada.
- Una vez finalizado el proceso de barrenación los cárcamos serán desarmados y reubicados en un nuevo sitio de barrenación.

## **II.2.2.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **BARRENACIÓN**

Recordando que la barrenación es una actividad de perforación (a profundidad variable) efectuada sobre roca o suelo para obtener muestras geológicas y que, en el presente

Proyecto, el método de perforación a utilizar es la barrenación a diamante, se hacen las acotaciones siguientes sobre las tareas que se harán durante la perforación<sup>8</sup>:

- Se establecerán planillas de barrenación con tamaño entre 25 y 50 m<sup>2</sup>; se considera que esa superficie es suficiente para realizar las actividades bajo los estándares adecuados de seguridad; el tamaño final de cada planilla se evaluará en cada sitio pero nunca se rebasará el tamaño máximo indicado, asegurando así cumplir con la proporción indicada en la NOM-120 para la Barrenación a diamante (un total de 720 m<sup>2</sup>/ha).
  - En caso de que alguna área se requiera desmontar, previamente se identificarán las especies arbóreas que se conservarán *in situ* (el desmonte solo considera ejemplares arbustivos y herbáceos); así como las especies biológicas de especial interés susceptibles de trasplante, y aquellas con algún tipo de valor regional o biológico.
  - No se realizarán actividades de quema de maleza, uso de herbicidas o productos químicos para el desmonte o deshierbe del sitio.
- Se utilizará como fluido de perforación (lubricante y enfriador) agua y/o una mezcla de agua y lodo.
  - El fluido se bombeará por el interior para alcanzar la corona de diamante y así lubricar y enfriar la corona.
  - El mismo fluido de perforación sale por el espacio anular existente entre la sarta de perforación y la roca; este fluido de retorno se recogerá en superficie en el cárcamo donde se decantarán los “finos” en suspensión. Una vez decantado el material, el agua o lodo se recirculará al proceso.
- Se utilizarán equipo portátil de perforación, esto es: perforadoras eléctricas con un sistema de anclaje al suelo (ventosa, puntal o taco mecánico) que dependerá de la naturaleza del terreno superficial; también pueden estar montadas sobre un vehículo transportador. Toda la maquinaria de perforación es desmontable en componentes menores, lo que facilita su transporte. La energía que emplea el equipo se creará mediante un generador portátil a combustible (diésel o gasolina).
- Es importante señalar que toda la maquinaria y vehículos utilizados sólo permanecerán en la zona de forma temporal, una vez realizadas las actividades de

---

<sup>8</sup> Debido a que en la NOM-120-SEMARNAT-2011 se establece los criterios de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, los trabajos de exploración del Proyecto se ajustarán en su desarrollo a los lineamientos establecidos en dicha Norma.

barrenación y toma de muestras, serán retiradas del sitio y redirigidas al siguiente punto de barrenación.

## MUDANZAS DE EQUIPO PORTÁTIL DE BARRENACIÓN

Para el movimiento del equipo de barrenación, se tienen en cuenta dos opciones:

- **Terrestres.** Se podrá trasladar el equipo de barrenación en vehículo pick-up sólo cuando los caminos lleguen hasta el área de la planilla. Si no existe camino para vehículo hasta el área de planillas, se utilizarán los senderos existentes a través de los que se trasladará el equipo cargando y con ayuda de animales de tiro.
- **Aéreas.** Aunque es una opción poco considerada (por la existencia de los caminos), cuando los accesos terrestres no sean adecuados, se tiene como plan de posible aplicación el traslado del equipo por aire (mediante helicóptero). Esto para no impactar áreas naturales y mantener el objetivo de no remover la cobertura vegetal.

Se toma a consideración que el lugar esté en un espacio abierto, donde no se tenga que podar o remover árboles.

## MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Únicamente se requerirá del mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo; esto se hará fuera del área de exploración en talleres designados para tal efecto por las empresas contratistas (de ser necesario, se dará apoyo en el taller de la UMP) y en el caso de que se requiera de un cambio de aceite y engrasado en el sitio, se realizará tomando en cuenta las medidas de seguridad para evitar derrames de combustibles, lubricantes y otros materiales impregnados de estas sustancias sin que afecte el desarrollo de este.

Para el mantenimiento de maquinaria en el servicio se cambiarían filtros de aire, filtro de aceite y cambio de aceite.

### II.2.2.4 ABANDONO DEL SITIO

Al momento no se tiene planificado el abandono del sitio a corto plazo, esto debido a las posibilidades de que el resultado de la exploración sustente la pertinencia de iniciar actividades de explotación de minerales o que se necesite ampliar la actividad de exploración. No obstante, las actividades estarán sujetas a programación de acuerdo con los resultados que se presenten.



Cabe indicar que, como medida de seguridad, se realizará lo siguiente:

- Una vez que termina la barrenación y se ha tomado la muestra:
  - Se verificará que el área quede limpia, sin ningún rastro de derrames de sustancias o residuos domésticos.
  - Se identifica el barreno y se sella con mezcla cementante (la identificación se “graba” en el cemento indicando el número del barreno).
  - La revegetación inmediata no se tiene contemplada, debido a que se pudiera dar el caso de que se descubra un cuerpo mineral importante y se de paso a actividades de explotación.

### **II.2.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO**

No se considera la construcción de obras o el desarrollo de actividades provisionales.

### **II.2.4 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS**

El Proyecto propuesto no considera el manejo de material explosivo.

### **II.2.5 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

Las actividades propuestas no generarán un incremento considerable en el volumen de residuos, descargas y emisiones a la atmósfera que actualmente se producen en la zona.

La secuencia de trabajo para la exploración conlleva una serie de actividades que por sí mismas generan residuos de diferentes tipos. Estos serán manejados considerando en todo momento la prevención de efectos adversos al ambiente.

Los residuos por generar pertenecen en su mayoría al grupo de los residuos de tipo no peligroso, los cuales son susceptibles de control.

En menor proporción serían generados residuos clasificados como peligrosos, consistentes en aceites lubricantes usados, trapos, estopas impregnadas y filtros de aceite gastado, mismos que serán dispuestos conforme a la normatividad aplicable.

A continuación, se listan el tipo de residuos que serán generados:

- Residuos de alimentos generados por los trabajadores, que consiste normalmente de envolturas, envases y restos de alimentos. Estos serán dispuestos en contenedores, concentrándolos y enviándolos al sitio de disposición temporal al interior de la UMP.
- Todos los residuos de aceites gastados, por ejemplo, trapos impregnados, tierra impregnada, o similares, así como solventes; serán manejados, separados y enviados para su disposición final conforme a la normatividad aplicable en la materia de residuos peligrosos y de acuerdo con el plan de manejo implementado por la UMP.
- Los residuos que se generen por las actividades de barrenación serán manejados dentro de las rutinas de trabajo y sacados del área.
- Por la naturaleza del Proyecto no se generarán descargas de aguas residuales. El agua que llegue a infiltrarse en las planillas de barrenación será canalizada a través de drenes interiores (acequias y bordos de contención), cuidando que no se altere en su calidad. Al exterior se contará con piletas de sedimentación (cárcamos).
- Tampoco se generarán descargas a partir de servicios sanitarios; en el área se instalará el servicio de baños portátiles. La empresa contratada para este servicio será la encargada de la disposición de los residuos sanitarios; siendo estrictamente prohibido cualquier tipo de descarga de aguas residuales sanitarias al suelo o cuerpos de agua.

En materia de emisiones a la atmósfera, las actividades podrán generar emisiones de diferentes tipos, aunque éstas son de carácter puntual; normalmente están conformadas por:

- a) Emisiones particuladas. Es el polvo o partículas sólidas totales (PST) emitidas por la disgregación de las rocas durante algunas de las actividades (transporte del personal e insumos a través de los caminos o durante las actividades de despalme).
- b) Gases. Emisiones de gases de combustión procedentes de los vehículos, equipo y maquinaria utilizada en las actividades. Los gases generados son los ligados a la combustión de hidrocarburos (gasolinas, diésel).
- c) Ruido. En la realización del Proyecto se pueden identificar las siguientes fuentes emisoras de ruido:
  - Uso de maquinaria y equipos que producen ruidos continuos (equipo de barrenación, maquinaria para nivelación o despalme del terreno).
  - Tráfico de vehículos utilizados.

La maquinaria pesada genera un nivel sonoro 93-96 dB; para minimizarlo será necesario dar mantenimiento adecuado e instalación de mofles, así como silenciadores. El equipo de transporte (vehículos) genera entre 84-93 dB y requerirá de mantenimiento adecuado y verificar que cuenten con mofle y silenciador. Para prevenir daños auditivos al personal operativo en las planillas de barrenación se le dotará con equipo de protección.

Las emisiones de gases producidas por la operación de vehículos y maquinaria se generarán mayoritariamente en las etapas de preparación del sitio, construcción operación. Para controlar las emisiones durante el desarrollo de las actividades propuestas, se aplicará un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos y maquinaria, de manera que las emisiones se mantengan dentro de rangos aceptables por óptimo funcionamiento y eficiencia en la combustión.

## **II.2.6 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS**

El manejo de residuos tanto peligrosos como no peligrosos se realizará en estricto apego a la normatividad y en concordancia con el plan de manejo de residuos que rige las actividades de la empresa.

Considerando las cantidades de residuos a generar, su manejo se realizará en el mismo sitio dando paso a un almacenaje temporal, de donde serán posteriormente enviados al sitio de disposición final (de acuerdo con el plan de manejo de la Empresa) mediante la contratación de los servicios de proveedores del servicio especializados y autorizados.

Los residuos no peligrosos serán canalizados al servicio municipal de limpia.

## **II.2.7 OTRAS FUENTES DE DAÑOS**

El Proyecto no presentará fuentes potenciales de daños o afectación diferentes de las que han sido identificadas y evaluadas en esta Manifestación de Impacto Ambiental.

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

En este capítulo se sintetizan las consideraciones de mayor relevancia, derivadas del análisis de la vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos en materia ambiental y de uso del suelo, que constituyen criterios de viabilidad para el desarrollo de las actividades del Proyecto Exploración Minera Santa Rosa.

En un contexto jurídico amplio, el Proyecto Exploración Minera Santa Rosa se enmarca de forma compatible con las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, relativas a: (i) el derecho de toda persona a contar con un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar (artículo 4); y (ii) el acatamiento irrestricto del papel rector del Estado para garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable (artículo 25).

Con el propósito de no violentar el derecho constitucional de ninguna persona a contar con un medio ambiente adecuado, Minera Peñasquito, S.A. de C.V. se ha sujetado a los preceptos y principios consignados en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley de Vida Silvestre.

En base al análisis hecho, se considera que:

- La ejecución del Proyecto es compatible y congruente con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo que rigen proyectos concernientes al sector minero como en el ámbito de uso territorial de la región; es decir, que el Proyecto no supone ninguna contradicción, ni se encuentra limitado por ninguno de los planes y programas de desarrollo aplicables.

- El Proyecto no se localiza dentro, ni próximo a áreas prioritarias de conservación de ningún tipo (Área Natural Protegida, Región Terrestre o Hidrológica Prioritaria, Área de Importancia para la Conservación de las Aves), ni zonas con vestigios o monumentos históricos, arqueológicos o culturales; de manera que su desarrollo no vulnera la existencia de recursos naturales cuya conservación haya sido explícita y territorialmente declarada como prioritaria para la Nación.
- El desarrollo del Proyecto no contraviene ninguna disposición jurídica o normativa, explícita en las Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas, que le son aplicables en materia de prevención de la contaminación y del aprovechamiento, preservación y restauración de los recursos naturales.

Específicamente, al someter a consideración de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en la presente Manifestación de Impacto Ambiental se propone a la autoridad ambiental un conjunto de medidas para prevenir, mitigar y compensar cualquier efecto negativo del desarrollo del Proyecto; evitar la contaminación del ambiente en todos sus componentes; monitorear permanentemente las condiciones del medio; y aplicar cualquier acción correctiva que resultara necesaria. Todas ellas, medidas que atienden al objetivo de preservar la garantía constitucional de los individuos de contar con un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

Al someterse a la aplicación de los instrumentos y procedimientos creados por el Estado para regular el desarrollo de las actividades productivas, solicitando oportunamente las autorizaciones en materia de impacto ambiental y cambio de uso del suelo que establecen las leyes reglamentarias, Minera Peñasquito, S.A. de C.V. acata la rectoría del estado, a través de las autoridades ambientales, para garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable.

## **III.1 ÁMBITO SECTORIAL**

### **III.1.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024**

La Constitución Política de México, ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas y "organizar un sistema de

planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación”.

Para cumplir con estos propósitos, la propia Constitución faculta al Ejecutivo Federal para establecer *los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo*. El Plan Nacional de Desarrollo es, en esta perspectiva, un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal.

Es así como la administración actual ha elaborado el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND 2019-2024), mismo que se ha organizado en lo que se pueden considerar como tres ejes principales que son:

1. Política y Gobierno.
2. Política Social.
3. Economía.

De interés para el Proyecto presente (sin menoscabo de los otros dos ejes) es el de la **Economía**, en el mismo PND 2019-2024 se indica que el objetivo del principio rector Economía para el Bienestar es:

*Retomar el camino del crecimiento con austeridad y sin corrupción, disciplina fiscal, cese del endeudamiento, respeto a las decisiones autónomas del Banco de México, creación de empleos, fortalecimiento del mercado interno, impulso al agro, a la investigación, la ciencia y la educación.*

Para cumplir con este objetivo general, entre muchos aspectos preponderantes respecto al rubro de la economía, se puede mencionar que el PND 2019-2024 indica que se alentará la inversión privada, tanto la nacional como la extranjera, y se establecerá un marco de certeza jurídica. Es dentro de este aspecto de alentar la inversión privada que el Proyecto se integra como un coadyuvante para cumplir con este objetivo en el territorio nacional, específicamente en la zona de Santa Rosa, Municipio de Mazapil, Zacatecas.

Además, en el Plan se indica que el sector público fomentará la creación de empleos (cabe recordar que el Proyecto incrementará la disponibilidad de empleo temporal en la zona, en el corto y mediano plazos) mediante programas sectoriales<sup>9</sup>, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas.

Cabe señalar que, aunque el PND 2019-2024 señala su preocupación por el crecimiento económico y el beneficio a los habitantes del país, destaca la ausencia de una mención respecto a las actividades industriales y, más específicamente, respecto a las actividades mineras en el país.

Debido a esta “carencia” de consideración del rubro minero y ante el actual desconocimiento de la existencia de un programa de desarrollo, secciones siguientes, se aborda la mención del Programa de desarrollo minero que se tenía en años anteriores; esta mención sirve únicamente para destacar la importancia de actividades como las pretendidas por el Proyecto Exploración Minera Santa Rosa.

### **III.1.2 PROGRAMA DE DESARROLLO MINERO 2013-2018**

El Programa de Desarrollo Minero 2013-2018 fue aprobado en mayo de 2014, dicho programa fue elaborado en concordancia con los preceptos del anterior Plan Nacional de Desarrollo (correspondiente al periodo 2013-2018).

Las acciones de dicho programa se orientan a fomentar la competitividad y modernización de la minería nacional bajo la premisa de que corresponde al gobierno federal crear un entorno favorable y de certidumbre para el desarrollo de la actividad minera por parte del sector privado, todo esto mediante el cumplimiento de cuatro grandes objetivos:

- i. Promover mayores niveles de inversión y competitividad en el sector minero.
- ii. Procurar el aumento del financiamiento en el sector minero y su cadena de valor.

---

<sup>9</sup> Al momento del presente análisis, no se tiene conocimiento de cuáles son los programas sectoriales que se impulsarán.

- iii. Fomentar el desarrollo de la pequeña y mediana minería y de la minería social
- iv. Modernizar la normatividad institucional para el sector y mejorar los procesos de atención a trámites relacionados a las concesiones mineras.

El cumplimiento de los objetivos indicados se abordó a través de 15 grandes **Estrategias** y sus respectivas *Líneas de Acción*.

1. Promover a México como destino de inversión minera.
  - a. Participar activamente en los principales eventos mineros nacionales e internacionales...
  - b. Participar en los organismos internacionales relacionados con la actividad minera...
  - c. Difundir las ventajas del país como destino de inversión a través de medios electrónicos y publicaciones.
  - d. Utilizar la infraestructura de representaciones internacionales para difundir las ventajas del sector minero mexicano.
  - e. Elaborar el manual del inversionista minero en México.
  - f. Promover y utilizar acuerdos internacionales en materia minera para la atracción de inversión al sector.
  - g. Promover la inversión en exploración y aprovechamiento de minerales industriales y uso en nuevas tecnologías.
2. Promover la diversificación en la exploración y aprovechamiento de minerales, favoreciendo los de interés industrial.
  - a. Desarrollar actividades de exploración para la identificación de yacimientos siderúrgicos y de tierras raras por parte del Servicio Geológico Mexicano.
  - b. Incrementar la calidad de la información de depósitos no metálicos industriales.
3. Incrementar la calidad de la información de los proyectos mineros a concursar por el Servicio Geológico Mexicano.
  - a. Definir zonas prospectivas con mayor calidad de blancos de exploración.
  - b. Invertir en exploración directa en proyectos evaluativos.



- c. Generar reportes de cuantificación de recursos con estándares internacionales.
4. Generar y proveer información geológica, geofísica y geoquímica para impulsar la inversión en el sector minero.
  - a. Generar y difundir la información para fomentar el conocimiento geológico minero.
  - b. Realizar estudios fisicoquímicos y pruebas metalúrgicas de laboratorio con estándares de calidad mundial.
  - c. Optimizar el cubrimiento cartográfico geológico minero del territorio nacional a escala 1:50,000.
  - d. Facilitar el acceso al acervo de información del SGM, a través de GeoInfomex.
5. Promover proyectos mineros como opciones específicas de inversión.
  - a. Ofrecer instrumentos de promoción de proyectos a fin de captar inversión.
  - b. Brindar asesoría y facilitar el acceso a proyectos de pequeña y mediana minería.
6. Alinear los programas e instrumentos de la Secretaría y de otras dependencias a los requerimientos del sector minero.
  - a. Coordinar a las dependencias del Ejecutivo Federal, relacionadas con la minería, con el fin de propiciar el desarrollo sustentable del sector.
  - b. Alinear los programas de la Secretaría para facilitar el apoyo a la cadena de valor del sector.
  - c. Coordinar e impulsar una agenda integral para promover mayor competitividad y un mejor ambiente de negocios.
7. Incentivar el desarrollo y la consolidación de la proveeduría al sector minero.
  - a. Ofrecer financiamiento a proveedores del sector minero.
  - b. Fomentar la capacitación a empresas para la formación de clústeres mineros.
  - c. Ofrecer financiamiento a proyectos del clúster.
  - d. Promover el desarrollo de proveedores.

- e. Proponer modelos de clústeres acordes con las condiciones de las diferentes regiones mineras.
8. Detonar proyectos mineros de gran impacto.
    - a. Promover financiamiento a estos proyectos en forma conjunta con otras instituciones de la banca de desarrollo y comercial.
    - b. Otorgar asistencia técnica especializada.
  9. Promover el financiamiento de proyectos de preservación ambiental en el sector minero e impulso a nuevas tecnologías.
    - a. Celebrar convenios de colaboración con universidades y tecnológicos.
    - b. Proporcionar capacitación y asistencia técnica a la pequeña y mediana minería en temas ambientales.
    - c. Ofrecer financiamiento para proyectos de eficiencia energética y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.
    - d. Ofrecer financiamiento a acciones de remediación y cierre de minas.
  10. Apoyar financieramente la comercialización de minerales y concentrados.
    - a. Promover convenios entre FIFOMI y comercializadores-exportadores.
    - b. Promover financiamiento a pequeños y medianos productores de mineral.
    - c. Otorgar asistencia técnica y capacitación especializada a PYMES mineras.
  11. Promover financiamiento a plantas de beneficio y centros de acopio.
    - a. Proporcionar créditos para la instalación de plantas de beneficio y fundición, así como para la compra de minerales.
    - b. Concertar con los gobiernos estatales y asociaciones la promoción de compra de minerales a pequeños mineros...
  12. Realizar actividades de exploración y evaluación de proyectos para apoyar la pequeña y mediana minería y la minería social.
    - a. Brindar asesoría geológica-minera y metalúrgica a la pequeña y mediana minería.
    - b. Evaluar y certificar recursos a la pequeña minería y minería social.
    - c. Apoyar la realización de estudios de manifestación de impacto ambiental e informes preventivos.

- d. Apoyar la realización de estudios fisicoquímicos y pruebas metalúrgicas de laboratorio que cumplen con los estándares internacionales de calidad.
13. Ofrecer financiamiento a proyectos para la explotación de los recursos minerales cuantificados.
- a. Ofrecer financiamiento con apoyo integral a la pequeña minería.
  - b. Promover capacitación en explotación, beneficio y comercialización de minerales.
14. Simplificar los trámites registrados en el Registro Federal de Trámites y Servicios relativos a la actividad minera.
- a. Mantener actualizado el Registro Público de Minería y la cartografía de concesiones mineras.
  - b. Proponer cambios a las disposiciones jurídicas aplicables, facultad del Ejecutivo Federal.
15. Modernizar la atención de trámites relativos a la actividad minera.
- a. Implementar herramientas tecnológicas para reducir costos, agilizar la atención de los trámites y proporcionar información a los usuarios.
  - b. Perfeccionar los medios electrónicos para la recepción de los trámites y dar cumplimiento a las obligaciones.

Se destaca para el presente análisis, la consideración de la necesidad de promover la exploración y aprovechamiento de minerales, el desarrollo de actividades de exploración para la identificación de yacimientos, así como la importancia de la variable ambiental como uno de los pilares del desarrollo de la minería nacional.

El **Programa de Desarrollo Minero 2013-2018**, se vincula directamente con el **Programa de Desarrollo Innovador (PRODEINN) 2013-2018** emitido por la Secretaría de Economía en 2013. El PRODEINN menciona:

*La situación que enfrenta actualmente el sector minero nacional, caracterizada por una tendencia decreciente en los precios de los minerales y volatilidad e incertidumbre en los mercados, plantea la necesidad de aprovechar de manera más amplia las oportunidades que ofrece la riqueza geológica del país, promoviendo el desarrollo sustentable y*

*socialmente responsable en la exploración, extracción y procesamiento no solamente de metales preciosos, sino también la diversidad de metales industriales y minerales no metálicos que la caracterizan.*

El PRODEINN 2013-2018 establece sus objetivos, estrategias y líneas de acción alineadas con lo establecido en el PND 2013-2018, en el marco de los objetivos para el logro de las Metas Nacionales de un México Próspero y un México con Responsabilidad Global, así como de las estrategias transversales. Destaca, para el caso del Proyecto Exploración Minera Santa Rosa (el Proyecto), el Objetivo 4.8 de la Meta Nacional México Próspero, las Estrategias de la Meta Nacional y los objetivos del PRODEINN que se derivan:

**Tabla III.1. Objetivos sectoriales 2013-2018 con los que se relaciona el Proyecto.**

META NACIONAL	OBJETIVO DE LA META NACIONAL	ESTRATEGIA(S) DEL OBJETIVO DE LA META NACIONAL	OBJETIVO PRODEINN 2013-2018 <sup>1</sup>
México Próspero	4.8. Desarrollar los sectores estratégicos del país.	<p>4.8.1. Reactivar una política de fomento económico enfocada en incrementar la productividad de los sectores dinámicos y tradicionales de la economía mexicana, de manera regional y sectorialmente equilibrada.</p> <p>4.8.2. <u>Promover mayores niveles de inversión y competitividad en el sector minero.</u></p> <p>4.8.3 Orientar y hacer más eficiente el gasto público para fortalecer el mercado interno.</p> <p>4.8.4. Impulsar a los emprendedores y fortalecer a las micro, pequeñas y medianas empresas.</p> <p>4.8.5. Fomentar la economía social.</p>	<p>1. Desarrollar una política de fomento industrial y de innovación que promueva un crecimiento económico equilibrado por sectores, regiones y empresas.</p> <p>2. Instrumentar una política que impulse la innovación en el sector comercio y servicios, con énfasis en empresas intensivas en conocimiento.</p> <p>3. Impulsar a emprendedores y fortalecer el desarrollo empresarial de las MIPYMES y los organismos del sector social de la economía.</p>

1. Sólo se señalan las de relación directa con el Proyecto.

### III.1.3 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018 (PROMARNAT)

En esta sección se indican los preceptos del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 (PROMARNAT) debido a que el programa sectorial correspondiente al periodo 2019-2024 continúa en elaboración.

El PROMARNAT indica que, aunque en los últimos años se ha robustecido el marco legal existente en materia ambiental, es necesaria una reingeniería que evalúe sus instrumentos normativos y regulatorios existentes.

Bajo ese contexto, recientemente, además del reconocimiento constitucional del derecho fundamental al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible (2012), se avanzó en la publicación de la Ley General de Cambio Climático (2012) y la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (2013); además se modificaron recientemente la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

En el caso de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) del sector ambiental, actualmente están vigentes 111; para el caso de las Normas Mexicanas (NMX) están en la misma situación 141.

Es importante mencionar que los objetivos, estrategias y líneas de acción del PROMARNAT que se analiza, tienen estricto alineamiento con lo establecido en el PND 2013-2018 y en concordancia con los objetivos marcados para el logro de las Metas que dicho plan nacional estableció (Tabla III.2).

**Tabla III.2. Alineación de los objetivos del PROMARNAT al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.**

META NACIONAL	OBJETIVO DE LA META NACIONAL	ESTRATEGIA(S) DEL OBJETIVO DE LA META NACIONAL	OBJETIVO DEL PROGRAMA
México Próspero	<b>Objetivo 4.4.</b> Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.	<p><b>Estrategia 4.4.1.</b> Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.</p> <p><b>Estrategia 4.4.3.</b> Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.</p> <p><b>Estrategia 4.4.2.</b> Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los</p>	<p><b>Objetivo 1.</b> Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.</p> <p><b>Objetivo 2.</b> Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.</p> <p><b>Objetivo 3.</b> Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua,</p>

		<p>mexicanos tengan acceso a ese recurso.</p> <p><b>Estrategia 4.4.4.</b> Proteger el patrimonio natural.</p> <p><b>Estrategia 4.4.2.</b> Implementar un manejo sustentable del agua...</p> <p><b>Estrategia 4.4.1.</b> Implementar una política integral de desarrollo...</p> <p><b>Estrategia 4.4.2.</b> Implementar un manejo sustentable del agua...</p> <p><b>Estrategia 4.4.3.</b> Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente...</p> <p><b>Estrategia 4.4.4.</b> Proteger el patrimonio natural.</p> <p><b>Estrategia 4.4.1.</b> Implementar una política integral de desarrollo...</p> <p><b>Estrategia 4.4.2.</b> Implementar un manejo sustentable del agua...</p> <p><b>Estrategia 4.4.3.</b> Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente...</p> <p><b>Estrategia 4.4.4.</b> Proteger el patrimonio natural.</p>	<p>garantizando su acceso a la población y a los ecosistemas.</p> <p><b>Objetivo 4.</b> Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentablemente del patrimonio natural.</p> <p><b>Objetivo 5.</b> Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo.</p> <p><b>Objetivo 6.</b> Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información, investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental.</p>
--	--	---	--

Asimismo, el PROMARNAT indica, en su Objetivo 5. Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo:

Uno de los requisitos para lograr el objetivo de crecimiento verde establecido en el PND, es frenar y revertir la tendencia a la reducción de disponibilidad, el deterioro y/o la contaminación de los componentes del capital natural.

Con ese propósito, se fortalecerá la verificación del cumplimiento de la normatividad ambiental en materia de recursos naturales e industria de competencia federal, asimismo, se promoverán y apoyarán: la protección de los ecosistemas forestales contra la tala ilegal, incendios, plagas y enfermedades, el incremento en los estándares de calidad atmosférica, el fortalecimiento de la gestión integral de los residuos, la remediación de sitios contaminados y la mejora en la calidad del agua en las cuencas y acuíferos del país.

Las acciones instrumentadas para atender este objetivo se reflejarán en una reducción en el porcentaje de pérdida de los ecosistemas del país y de las especies que los habitan y en el incremento del tratamiento de las aguas residuales municipales e industriales y de residuos que se gestionan integralmente.

En cuanto a la gestión integral de los residuos, el programa establece como prioritario: desarrollar el inventario de los residuos minero-metalúrgicos, prevenir su producción y promover su valorización y su manejo integral. En este último rubro, se plantea la acción de fomentar la creación de los instrumentos y las acciones para lograr la integralidad en el manejo de los residuos de las industrias minera, petrolera y electrónica.

Lo anterior se plantea mediante el cumplimiento de las siguientes Líneas de Acción (sólo se mencionan aquellas con relación directa a proyectos de exploración minera como el que atañe a la presente MIA-P):

- Desarrollar y actualizar instrumentos normativos y de fomento para prevenir y gestionar integralmente residuos de la minería e industria petrolera.
- Desarrollar y actualizar instrumentos normativos y de fomento para fortalecer la sustentabilidad de las actividades mineras y de la industria petrolera.
- Elaborar y publicar el Programa Nacional de Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2013-2018.
- Fomentar la ampliación de la cobertura de infraestructura para la gestión integral de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos<sup>10</sup>.
- Fomentar el mejor aprovechamiento de los residuos peligrosos generados por el sector industrial.
- Fomentar el manejo integral de los residuos minero-metalúrgicos.
- Impulsar las actividades de reciclaje a partir de los materiales recuperados de los residuos.

---

<sup>10</sup> Recolección, transporte, selección, tratamiento, valorización, aprovechamiento y disposición final adecuada.

- Promover los instrumentos necesarios de política pública para que las mejoras en productividad y en el ambiente de negocios estén vinculadas a un desarrollo sustentable con criterios de responsabilidad ambiental.

## III.2 MARCO JURÍDICO

La legislación mexicana exige que proyectos mineros como el pretendido se sujete a un estricto marco jurídico que regula diversos aspectos de las obras y actividades involucradas, que incluyen desde el aprovechamiento de los recursos minerales propiedad de la nación, hasta los rubros ambientales asociados y otros aspectos de mayor especificidad como es el uso de explosivos.

Jerárquicamente el orden jurídico nacional se integra por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, de la cual se derivan distintas leyes generales y federales reglamentarias, con sus respectivos reglamentos e instrumentos regulatorios; y se dispone asimismo de legislaciones locales, estatales y municipales, con sus correspondientes mecanismos normativos.

Sectorialmente, debido a su naturaleza concesible, los proyectos relacionados con el aprovechamiento de minerales metálicos son regulados por al menos siete leyes de jurisdicción federal:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Ley Minera
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Ley General de Cambio Climático
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Ley General de Vida Silvestre

Adicionalmente, en el caso de que la actividad minera involucre el aprovechamiento de aguas nacionales, en tanto que éstas son consideradas bienes del patrimonio nacional,



también deberá sujetarse a la obtención de la concesión respectiva en el marco de las disposiciones fijadas por la Ley de Aguas Nacionales.

Asimismo, si en el sitio donde se proponen las actividades mineras se presenta evidencia o sospecha de la presencia de vestigios arqueológicos, históricos o fósiles, previamente a cualquier intervención física del terreno deberá obtenerse el dictamen correspondiente del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) en los términos que establecen la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, así como su respectivo Reglamento y el *Procedimiento de Desarrollo de Investigaciones Arqueológicas –Salvamento y Rescate– en Áreas de Obra de Infraestructura Pública o Privada*.

Con excepción de la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos, y la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, las restantes contienen disposiciones, generales y particulares, en materia ambiental.

Considerando el amplio espectro de regulaciones que rigen al sector, en este apartado se analizan detalladamente las obligaciones que son aplicables al **Proyecto de Exploración Minera Santa Rosa**, con base en cada una de estas leyes y sus respectivos reglamentos; y asimismo se revisan las normas oficiales mexicanas que regulan diversos aspectos de las actividades pretendidas.

Los parámetros generales del Proyecto que son considerados para el análisis son:

- Las actividades por realizar consisten exclusivamente en trabajos de exploración.
- El sitio del Proyecto se localiza en un área que posee vegetación forestal.
- El Proyecto no incluye el desarrollo de caminos de acceso.
- El desarrollo de las actividades no requerirá de la extracción de aguas nacionales.

Con base en los parámetros indicados, la gestión del Proyecto deberá sujetarse a diversos instrumentos regulatorios (Tabla III.3).

**Tabla III.3. Instrumentos y criterios regulatorios aplicables al Proyecto.**

LEY	MATERIA	REGLAMENTO	FUNDAMENTO JURÍDICO	INSTRUMENTO
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	Evaluación de Impacto Ambiental	Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)	LGEEPA: artículo 28 fracc. III y VII REIA: artículo 5º Ap. L fracc. I y Ap. O fracc. I	Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P)
	Preservación del Agua y Suelos		LGEEPA: artículo 98	Criterios establecidos en la ley y Normas Oficiales Mexicanas
	Conservación de Flora y Fauna Silvestres		LGEEPA: artículo 83	Criterios establecidos en la ley y Normas Oficiales Mexicanas
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)	Responsabilidad ambiental ante los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible.	--	LFRA: Artículos 6º., 8º., 10 a 17, 19, 20, 39	Criterios establecidos en la ley y Normas Oficiales Mexicanas. Los considerados por la LGEEPA y la LGDFS
Ley General de Cambio Climático (LGCC)	Protección al ambiente. Desarrollo sustentable Preservación y restauración del equilibrio ecológico Emisiones al Ambiente	Reglamento de la Ley general de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones	LGCC: artículos 87 a 90, 111, 112 y los referentes a sanciones en caso de omisión de información (artículos 113 a 115)	Criterios establecidos en la ley y Normas Oficiales Mexicanas
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	Gestión de Residuos Mineros y Peligrosos	Reglamento de la ley (RLGPGIR)	LGPGIR: artículos 17 y 31 RLGPGIR: artículos 13 y 17	Plan de Manejo de Residuos Mineros y Plan de Manejo de Residuos Peligrosos
Ley General de Vida Silvestre (LGVS)	Conservación de la Vida Silvestre	--	LGVS: artículos 4º y 18	Criterios establecidos en la ley y Normas Oficiales Mexicanas
Ley de Aguas Nacionales (LAN)	Regulación del uso y aprovechamiento del agua	Reglamento de la ley (RLAN)	LAN: artículos 20 a 29 RLAN: artículos 29 a 72	Concesión para el aprovechamiento de aguas nacionales, incluirá el permiso de descarga de aguas residuales y el permiso para la realización de obras requeridas
Ley Minera (LM)	Regulación de Actividades Mineras de Jurisdicción Federal	Reglamento de la ley (RLM)	LM: artículos 10, 11, 15, 19, 27 a 34.	Concesión Minera

Actualmente, el Proyecto se encuentra en la fase de gestión de los diversos permisos y autorizaciones requeridas por la normatividad que le son aplicables, tales como la autorización de impacto ambiental que se solicita a través de este documento.

A continuación, se exponen las consideraciones de mayor relevancia respecto de la aplicabilidad al proyecto de los distintos instrumentos jurídicos referidos.

### **III.2.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (REIA)**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es de competencia de la Federación y es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y 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 el desarrollo sustentable, entre otros objetivos. Su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA) fue expedido mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000.

Las disposiciones de la LGEEPA, relativas a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, que son aplicables al Proyecto, se refieren a diversas materias: la evaluación del impacto ambiental, la regulación de actividades altamente riesgosas, el control de emisiones a la atmósfera, la prevención de la contaminación del agua y suelos, y la conservación de especies protegidas de flora y fauna silvestres.

Es de señalar que el Proyecto referido no involucra el desarrollo de actividades altamente riesgosas.

## EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación del impacto ambiental es un instrumento de carácter preventivo y, por tanto, esencial para determinar si el Proyecto es susceptible de ser autorizado por la autoridad ambiental. En este sentido, el Proyecto se acotará a todos los elementos de gestión establecidos en la LGEEPA y su REIA.

De acuerdo con la LGEEPA y su REIA, para desarrollar el Proyecto, la Empresa debe obtener la autorización de impacto ambiental por parte de la autoridad federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), tomando en cuenta el siguiente criterio de aplicación de la jurisdicción federal:

- El proyecto consiste en actividades de exploración de minerales reservados a la Federación (LGEEPA: Art. 28-III; REIA: Art. 5°-L-II).

Con el propósito de obtener la autorización aludida, es que Peñasquito presenta la actual Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular o MIA-P.

## CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

El control de las emisiones a la atmósfera es un instrumento de regulación ambiental aplicable cuando el desarrollo del Proyecto ha sido autorizado y las fuentes emisoras se encuentran listas para iniciar operaciones.

En este contexto, la autoridad ambiental requiere a los responsables de la operación de fuentes fijas de jurisdicción federal, el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 37 de la LGEEPA, su reglamento y las normas oficiales mexicanas respectivas (Art. 111).

Aunque el Proyecto no es considerado como una fuente fija, se tomarán en cuenta los límites permisibles indicados en la legislación correspondiente.

## PRESERVACIÓN DEL AGUA Y SUELOS

La LGEEPA indica que las autorizaciones que puedan afectar el uso del suelo, así como el equilibrio ecológico de sus ecosistemas, deberán sujetarse a los criterios y disposiciones establecidos en la propia ley y demás que resulten aplicables. De manera particular, el

Artículo 108 de la LGEEPA establece la expedición de normas oficiales mexicanas como el mecanismo para prevenir y controlar los efectos generados en los ecosistemas como consecuencia de la exploración y explotación de los recursos no renovables, específicamente en lo relativo a:

- El control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades.
- La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manera que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportuna y debidamente tratadas.
- La adecuada ubicación y formas de los depósitos de desmontes, relaves y escorias de las minas y establecimientos de beneficio de los minerales.

Con base en lo indicado, a través de este documento se somete a consideración de las autoridades ambientales competentes las acciones y medidas previstas por la Empresa para prevenir, mitigar y compensar las afectaciones del Proyecto sobre el recurso edáfico.

Respecto del control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de las actividades, la ejecución del Proyecto no incluye ningún proceso que involucre el generar descargas que puedan alterar la calidad de los escurrimientos superficiales de la zona. Independientemente de ello, el Proyecto considera, de ser necesaria, la construcción de obras preventivas de control de escurrimientos en torno a las obras que implica el Proyecto, de modo que se mantenga un patrón de drenaje tal que, además de conservar los volúmenes de aportación hídrica de cuenca, evite la incorporación de sedimentos a las escorrentías.

## **CONSERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES**

En relación con la conservación de la flora y fauna silvestres, la LGEEPA establece diversos criterios orientados hacia la preservación de la biodiversidad y su hábitat, la continuidad de los procesos evolutivos, la protección de especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial, y el fomento de la repoblación, entre otras.

En el caso particular de las actividades productivas de jurisdicción federal, tales criterios son considerados dentro de la evaluación de impacto ambiental de los proyectos, de modo que a través de esta MIA-P se exponen las consideraciones y evaluaciones pertinentes, así como las medidas propuestas por la Empresa para prevenir, mitigar y controlar la afectación de la flora y fauna silvestres y su hábitat, como consecuencia del Proyecto que se expone.

Específicamente, el Artículo 83 de la LGEEPA establece que el aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para su subsistencia, desarrollo y evolución.

Atendiendo a ello, como parte de los estudios de caracterización ambiental del sitio del Proyecto, se actualizaron los inventarios de flora y fauna silvestres de la zona, con especial atención a las áreas del territorio que serán perturbadas, a la vez que se identificaron las especies consideradas en alguna categoría de riesgo con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tales resultados se exponen en el Capítulo IV de este documento, mientras que en el Capítulo V se presenta la evaluación de los impactos ambientales potenciales del Proyecto, considerando los relativos a la conservación de individuos, especies y hábitat de la flora y fauna silvestres del sitio. En el Capítulo VI se proponen las medidas de prevención, mitigación y control de impactos respectivas.

### **III.2.2 LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL**

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA), reglamentaria del Artículo 4o. constitucional, tiene por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.

La LFRA indica que el régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Además, reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

Desde un punto de vista general, la LFRA implica que “el proceso judicial previsto se dirigirá a determinar la responsabilidad ambiental, sin menoscabo de los procesos para determinar otras formas de responsabilidad que procedan en términos patrimoniales, administrativos o penales”.

Así, algunos de los preceptos establecidos en esta ley, que tienen vinculación directa con el desarrollo del Proyecto, se refieren a:

*No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:*

- *Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,*
- *No rebasen los límites previstos por las disposiciones que, en su caso, prevean las leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.*

*Las garantías financieras que hayan sido obtenidas de conformidad a lo previsto por el Artículo 147 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente previo al momento de producirse un daño al ambiente, con el objeto de hacer frente a la responsabilidad ambiental, serán consideradas como una atenuante de la Sanción Económica por el órgano jurisdiccional al momento de dictar sentencia...*

*Toda persona, física o moral, que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la*

*reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente...*

*Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de:*

- *Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos;*
- *La realización de las actividades consideradas como Altamente Riesgosas, y*
- *Aquellos supuestos y conductas previstos por el Artículo 1913 del Código Civil Federal.*

*La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño...*

Los preceptos enumerados no son los únicos que podrían tener relación con el desarrollo del Proyecto, por tal motivo y en concordancia con lo señalado por la citada ley, durante el desarrollo de las actividades consideradas se mantendrá una estricta vigilancia para el cabal cumplimiento de la LFRA.

### **III.2.3 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO**

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los



Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Esta ley tiene, entre otros objetivos:

- i. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;*
- ii. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;*
- iii. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático.*

En primera instancia, y sin ser excluyente de otras consideraciones de la LGCC:

- La Secretaría deberá integrar el Registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte.

Las disposiciones reglamentarias de la LGCC identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos para la integración del Registro:

- Los gases o compuestos de efecto invernadero que deberán reportarse para la integración del Registro.
- Los umbrales a partir de los cuales los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar el reporte de sus emisiones directas e indirectas.
- Las metodologías para el cálculo de las emisiones directas e indirectas que deberán ser reportadas.
- El sistema de monitoreo, reporte y verificación para garantizar la integridad, consistencia, transparencia y precisión de los reportes.
- La vinculación, en su caso, con otros registros federales o estatales de emisiones.

- Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.
- Las personas físicas o morales que lleven a cabo proyectos o actividades que tengan como resultado la mitigación o reducción de emisiones, podrán inscribir dicha información en el Registro, conforme a las disposiciones reglamentarias que al efecto se expidan.
- Las disposiciones reglamentarias de la ley establecerán los procedimientos y reglas para llevar a cabo el monitoreo, reporte y verificación y, en su caso, la certificación de las reducciones de emisiones obtenidas en proyectos inscritos en el Registro, a través de organismos acreditados de acuerdo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y autorizados por la Secretaría o por los organismos internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte.
- Las disposiciones reglamentarias de la ley establecerán los requisitos para validar, ante el Registro, las certificaciones obtenidas por registros internacionales, de la reducción de proyectos realizados en los Estados Unidos Mexicanos.

En este sentido, las emisiones generadas por el Proyecto serán reportadas a través del instrumento de reporte que para tal efecto establezca la autoridad.

### **III.2.4 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS**

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

En los términos de esta ley, los residuos de la industria minera-metalúrgica son de regulación y competencia federal (Art. 17). De los diferentes preceptos establecidos en esta ley, los más relevantes en cuanto a su vinculación con el Proyecto se refieren a:

- a) Asegurar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, para lo cual el Proyecto tendría que incorporar un esquema de prevención y minimización de la generación de residuos, sean peligrosos o no, así como la aplicación de estrategias de manejo integral que eviten riesgos a la salud y daño a los ecosistemas (Art. 2) ...
- b) La responsabilidad del generador de residuos de asumir los costos derivados de su manejo integral, lo cual implica que la Empresa tendrá que costear los servicios relacionados con la disposición final de residuos de tipo municipal y los de un prestador de servicios autorizado en el manejo, traslado y disposición final de residuos peligrosos (Art. 2).

En concordancia con tales lineamientos, el Proyecto considera los principios de prevención y minimización de la generación de residuos, sean éstos peligrosos o no, así como estrategias de manejo integral para evitar riesgos a la salud y daño a los ecosistemas.

### **III.2.5 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE**

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) es de orden público y reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales.

Su objetivo es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El Proyecto no se encuentra relacionado con el aprovechamiento de la flora y fauna silvestres en los términos en que la LGVS define el concepto (Art. 3°), motivo por el cual no se encuentra sujeto a los procedimientos en ella establecidos.

Sin embargo, atendiendo a los preceptos contenidos en los artículos 4° y 18° de la Ley, respecto de la obligación de conservar la vida silvestre, evitar cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, y contribuir a conservar su hábitat, es que esta MIA-P incluye información derivada de estudios de campo, que describe la diversidad y la

distribución de las especies presentes en la zona, así como las medidas para mitigar los efectos negativos de la ejecución del Proyecto en la integridad de las especies y sus poblaciones, incluidas aquéllas que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo.

Las medidas propuestas en capítulos siguientes de la presente MIA-P incluyen el ahuyentamiento de ejemplares de fauna, el rescate de individuos y su reubicación en áreas viables para su conservación, garantizando de esa manera que el desarrollo del Proyecto no ponga en riesgo la preservación de las especies y sus poblaciones.

Tales medidas son consistentes con las que han sido adoptadas exitosamente por la Empresa en el desarrollo de sus operaciones en el área; por ello, podemos asegurar que la experiencia que la Empresa ha adquirido al aplicar estas medidas es garante de su objetividad y eficacia.

### **III.2.6 LEY DE AGUAS NACIONALES**

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) es reglamentaria del Artículo 27 constitucional en materia de aguas nacionales y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento del agua, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

De acuerdo con el artículo 18 de la LAN las aguas nacionales del subsuelo podrán ser libremente alumbradas mediante obras artificiales, salvo cuando por causas de interés o utilidad pública el Titular del Ejecutivo Federal establezca zona reglamentada, de veda o de reserva o bien suspenda o limite provisionalmente el libre alumbramiento mediante Acuerdos de carácter general.

No obstante, el Proyecto pretendido no considera la extracción o aprovechamiento de aguas nacionales por lo cual no es aplicable la Ley de Aguas Nacionales.

### III.2.7 LEY MINERA

La Ley Minera (LM), reglamentaria del Artículo 27 constitucional en materia de minería, regula las actividades de exploración, explotación y beneficio de diversos minerales, entre los cuales se encuentran el oro y plata (artículos 2 y 4).

Esta ley confiere a dichas actividades el valor de utilidad pública y las define como preferentes sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno, siempre que se sujeten a las condiciones de regulación (Art. 6°).

En cumplimiento de las disposiciones constitucionales, la LM señala las particularidades que rigen al procedimiento para la expedición de los títulos de concesión minera, los cuales otorgan a los beneficiarios distintos derechos que son consignados en el Artículo 19° y entre los cuales aplican los siguientes:

- Disponer de los terrenos que se encuentren dentro de la superficie que ampara la concesión.
- Obtener la expropiación, ocupación temporal o constitución de los terrenos indispensables para realizar las obras y trabajos de exploración, explotación, beneficio y el depósito de terreros, jales, escorias y graseros.

Igualmente, los títulos de concesión constituyen obligaciones para los titulares (Art. 27°), entre las cuales aplican:

- a) Ejecutar y comprobar las obras y trabajos previstos.
- b) Sujetarse a las disposiciones generales y a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad de minas y del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

En cumplimiento de las disposiciones de esta ley y su reglamento, la Empresa cuenta con la titularidad de la tierra donde se pretende realizar el Proyecto y ha cubierto los derechos de uso de estas.

## III.2.8 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Y SU REGLAMENTO

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

En la LGDFS se indica, en sus Artículo 68 (fracción I) y 69 (fracción I), que corresponderá a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales emitir y otorgar la Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción.

De acuerdo con el Artículo 93 de la LGDFS, la SEMARNAT sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, *por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*

Además, el citado Artículo 93 indica que *las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas*

*autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.*

Cabe recordar que los sitios planeados para barrenación no requieren de autorización de cambio de uso de suelo; sin embargo, si el desarrollo de las actividades genera la necesidad de uso de terrenos con vocación forestal, se solicitará de manera oportuna la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.

### **III.2.9 LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE ZACATECAS**

Esta ley es reglamentaria del Artículo 30 de la Constitución Política del Estado de Zacatecas, sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto establecer las bases para:

- i. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;
- ii. Definir los principios de la política ambiental estatal y los instrumentos para su aplicación;
- iii. Propiciar el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la protección de los ecosistemas;
- iv. El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde al Estado de Zacatecas y sus Municipios;
- v. Asegurar la participación responsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, así como en el desarrollo sustentable de la entidad;
- vi. Delimitar los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre las autoridades; entre éstas y los sectores social, académico y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental;

- vii. La preservación y protección de la biodiversidad a través de la creación de Áreas Naturales Protegidas de competencia del Estado;
- viii. Propiciar la inclusión de la educación ambiental en los planes de estudio de los diferentes niveles;
- ix. La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo dentro del ámbito de competencia estatal, estableciendo los mecanismos de participación del Estado, y
- x. Fijar las medidas de control y de seguridad que garanticen el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como en la imposición de las sanciones administrativas que correspondan.

Respecto a la evaluación de impacto ambiental, la ley establece que el Instituto de Ecología y Medio Ambiente del estado está facultado para:

**Artículo 58.-** *La evaluación del impacto ambiental... con la intervención de los Ayuntamientos correspondientes, establecerá las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones previstos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, quienes pretendan llevar acabo (sic) algunas de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental del Instituto:*

- a. *Vías estatales y municipales de comunicación, incluidos los caminos rurales;*
- b. *Zonas y parques industriales, donde no se prevea realizar actividades altamente riesgosas;*
- c. *Exploración, extracción y procesamiento de minerales o sustancias que constituyen depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su descomposición que puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornamento de obras y que no estén reservados a la Federación...*
- d. *Instalación de tratamiento, confinamiento o eliminación de aguas residuales y de residuos sólidos no peligrosos;*



Debido a lo anterior, Minera Peñasquito somete a las autoridades correspondientes la evaluación del Proyecto **Exploración Minera Santa Rosa**.

### III.3 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

De acuerdo con el Artículo 36 de la LGEEPA, las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental tienen la finalidad de garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas y del aprovechamiento de los recursos naturales, a través de cinco objetivos fundamentales:

- I. Establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos.
- II. Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente.
- III. Estimular o inducir a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable.
- IV. Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación ambiental que ocasionen.
- V. Fomentar actividades productivas en un marco de eficiencia y sustentabilidad.

Específicamente, el Artículo 108 de la LGEEPA señala la expedición de Normas Oficiales Mexicanas, como un medio para prevenir y controlar los efectos que generan la exploración y explotación de los recursos no renovables sobre el equilibrio ecológico y la integridad de los ecosistemas, permitiendo:

- a) El control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades, de modo que puedan ser objeto de otros usos.
- b) La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manera que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportuna y debidamente tratadas.

- c) La adecuada ubicación y formas de los depósitos de desmontes, relaves y escorias de las minas y establecimientos de beneficios de los minerales.

Estas normas particulares son observables por los titulares de concesiones, autorizaciones y permisos para el uso, aprovechamiento, exploración, explotación y beneficio de los recursos naturales no renovables.

Dado que estas normas de protección ambiental son de cumplimiento obligatorio, su observancia ha sido considerada por la Empresa desde las etapas iniciales de planeación del Proyecto, ya que incluyen criterios relevantes que son aplicables desde la caracterización y selección de sitio, diseño e ingeniería, hasta la operación, monitoreo y post-operación. Igualmente, tal como se expone en esta MIA-P, la caracterización y selección de los sitios particulares se han ajustado a los requerimientos normativos.

Considerando los parámetros generales del Proyecto descritos con anterioridad, en la Tabla III.4 se enlistan las normas oficiales mexicanas (NOM) de protección ambiental aplicables al Proyecto y se exponen las medidas y acciones generales que serán adoptadas por la Empresa para su debido cumplimiento.

**Tabla III.4. Vinculación del Proyecto con las NOM vigentes.**

<p align="center"><b>NOM-041-SEMARNAT-2006 (calidad del aire-fuentes móviles)</b></p> <p align="center"><b>Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</b></p> <p>La norma es parcialmente aplicable al Proyecto, ya que su campo de aplicación es explícito en cuanto a exceptuar de su observancia a la maquinaria dedicada a la industria minera.</p> <p>Por lo que respecta a las emisiones de los vehículos que utilizan gasolina como combustible que se empleen en las operaciones, la Empresa asegurará que se sometan a un programa de mantenimiento preventivo regular, así como a la verificación de sus emisiones.</p>
<p align="center"><b>NOM-045-SEMARNAT-2017</b></p> <p align="center"><b>Protección ambiental. -Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición</b></p> <p>Aplicable siempre y cuando se empleen vehículos diésel para las actividades del Proyecto.</p> <p>No obstante, la Empresa supervisa permanentemente el mantenimiento preventivo de todas las unidades y maquinaria para que sus emisiones se mantengan dentro de estándares aceptables.</p>
<p align="center"><b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b></p> <p align="center"><b>Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</b></p> <p>Los residuos resultantes de las diferentes actividades del Proyecto serán clasificados con base en las especificaciones indicadas por la norma.</p> <p>Los residuos clasificados como peligrosos (aceites usados, pinturas, filtros, estopas impregnadas de aceites, solventes y combustibles, empaques y embalajes impregnados de sustancias peligrosas, etc.) serán manejados en apego a la normatividad en dicha materia.</p> <p>La Empresa cuenta con un Plan de manejo integral de residuos avalado por la SEMARNAT.</p>
<p align="center"><b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b></p> <p align="center"><b>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.</b></p> <p>El listado de especies contenido en la norma fue considerado en los estudios de caracterización ambiental realizados en el sitio donde se localizará el Proyecto.</p>

Durante los muestreos de flora y fauna silvestre realizados con motivo de esta MIA-P, se identificaron especies en las áreas del Proyecto consideradas en la norma; sin embargo se ha previsto realizar el rescate de los ejemplares de fauna que se localicen en el sitio de afectación por las obras y actividades, para su reubicación en un área con vegetación, en donde se desarrollarán acciones de manejo y conservación que permitan garantizar la integridad de los individuos, las especies y sus poblaciones. Todas estas actividades serán registradas y documentadas.

**NOM-080-SEMARNAT-1994 (ruido-fuentes móviles)**

**Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.**

La Empresa mantendrá un programa permanente de mantenimiento preventivo a la maquinaria, automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones, para minimizar la emisión de ruido y garantizar los estándares ambientales y laborales para este tipo de instalaciones.

**NOM-120-SEMARNAT-2011 (exploración minera)**

**Establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos.**

La empresa tomará como marco de referencia y dará cumplimiento a todas las disposiciones de protección ambiental establecidas en la norma.

**NOM-157-SEMARNAT-2009 (residuos mineros)**

**Establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.**

La empresa se sujetará a los procedimientos de la norma en la caracterización y elaboración de los planes de manejo respectivos.

Además de las NOM de protección ambiental mencionadas anteriormente, en materia de seguridad laboral y de salud, se tomarán en cuenta otras Normas mexicanas. Entre ellas, se destacan la NOM-011-STPS-2001, NOM-023-STPS-2003 y NOM-025-SSA1-2014.

- **NOM-011-STPS-2001** establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que, por sus características, niveles y tiempo de acción, sea capaz de alterar la salud de los trabajadores; los niveles y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, su correlación y la implementación de un programa de conservación de la audición.

Entre las especificaciones de esta norma destacan las siguientes obligaciones de la Empresa:

- Verificar que ningún trabajador se exponga a niveles de ruido mayores a los límites máximos permisibles de exposición (Tabla III.5).
- Asegurarse de que no exista exposición sin equipo de protección personal auditiva a más de 105 dB.
- Proporcionar a todos los trabajadores expuestos a niveles de ondas sonoras (A) iguales o superiores a 85 dB, el equipo de protección personal auditiva, de acuerdo con lo establecido por la NOM-017-STPS-1993.
- Implantar, conservar y mantener actualizado el programa de conservación de la audición, necesario para el control y prevención de alteraciones de la salud de los trabajadores.

- Llevar a cabo exámenes médicos anuales específicos a cada trabajador expuesto a niveles de ruido de 85 dB o más.

**Tabla III.5. Límites máximos permisibles de exposición a ruido en centros de trabajo (NOM-011).**

NIVEL DE EXPOSICIÓN (DB)	TIEMPO MÁXIMO PERMISIBLE
90	8 horas
93	4 horas
96	2 horas
99	1 hora
102	30 minutos
105	15 minutos

- **NOM-023-STPS-2003** establece los requisitos de seguridad y salud en el trabajo para prevenir riesgos a los trabajadores que desarrollan actividades en minas a cielo abierto y subterráneas. Pese a que la norma indica claramente que se refiera a trabajos en minas, puede ser parcialmente aplicable al Proyecto ya que establece recomendaciones relacionadas con actividades de exploración minera.

De acuerdo con dicha norma, la empresa debe (entre otras cosas):

- Contar con el análisis de riesgos potenciales.
- Elaborar y dar seguimiento a un programa para la revisión y mantenimiento del equipo, maquinaria y/o vehículos utilizados, el cual deberá contener al menos la fecha de programación, la actividad por llevar a cabo, la fecha de realización y el responsable de su ejecución (la UMP cuenta con este tipo de programa operativo).
- Cumplir con el requerimiento de informar por escrito a los trabajadores, de los riesgos a los que están expuestos.
- Contar con un plan de atención de emergencias.
- Proporcionar a todos los trabajadores capacitación en las condiciones y procedimientos de seguridad, de acuerdo con sus actividades.
- Proporcionar a los trabajadores el equipo de protección personal básico y, en su caso, el específico que les corresponda, con base en la actividad que desarrollen y los riesgos a los que estén expuestos.
- Verificar que los trabajadores usen el equipo de protección personal durante el desempeño de sus actividades.
- Autorizar por escrito únicamente a los trabajadores capacitados, en los respectivos procedimientos, para que operen y den mantenimiento a maquinaria.

- Se fortalecerá a la Comisión de seguridad e higiene de la unidad minera.
- **NOM-025-SSA1-2014** de salud ambiental, establece los criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de materia particulada (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>).

**Tabla III.6. Valores límite de concentración ambiental de partículas PM10 y PM2.5.**

TIPO DE PARTÍCULAS	LÍMITE DE 24 HORAS (PROMEDIO)	LÍMITE ANUAL (PROMEDIO)
PM10	75 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
PM2.5	45 µg/m <sup>3</sup>	12 µg/m <sup>3</sup>

En este sentido, la Empresa mantendrá sus operaciones bajo los límites establecidos como máximos permisibles.

## III.4 INSTRUMENTOS DE APLICACIÓN TERRITORIAL

El propósito de este apartado consiste en exponer los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona de localización del Proyecto y la manera en que éste es compatible con los criterios de ordenamiento en el ámbito territorial.

### III.4.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

En el estado de Zacatecas se han declarado catorce áreas naturales protegidas de competencia federal, una de ellas con categoría de Parque Nacional y las trece restantes como áreas de protección de los recursos naturales (Tabla III.7).

De competencia estatal, se identifican dos áreas protegidas: la Zona de Preservación Ecológica El Cedral, en el municipio de Ciudad Cuauhtémoc, y el Parque Estatal La Quemada, en el municipio de Villanueva. De acuerdo con lo anterior, la superficie ocupada por el Proyecto no se localiza dentro de algún área natural protegida (Figura III.1).

### III.4.2 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS

La Región Terrestre Prioritaria (RTP) de mayor cercanía con el sitio de Proyecto es la RTP-80 Tokio, que cuenta con 8,632 km<sup>2</sup> localizados en la convergencia de los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas (Figura III.2); sin embargo, la distancia entre el sitio de Proyecto y la RTP es considerable.

### III.4.3 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

De las 110 regiones hidrológicas prioritarias del país, identificadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la más cercana al área de Proyecto es la región **RHP-51 Camacho-Gruñidora**, situada al suroeste. Esta RHP posee 16,976.38 km<sup>2</sup> de superficie en territorio de los estados de Zacatecas, Durango y San Luis Potosí (Figura III.3).

### III.4.4 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES

El Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) de mayor proximidad al Proyecto es el **AICA-NE-36 Pradera de Tokio**, que cubre una superficie de 245,000 hectáreas en la convergencia limítrofe de los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas; particularmente, entre los municipios de Saltillo, en Coahuila, Galeana en Nuevo León, Venegas en San Luis Potosí y el Salvador, en Zacatecas (Figura III.4).

El Proyecto se encuentra a considerable distancia de esta área.

**Tabla III.7. Áreas Naturales Protegidas federales en el estado de Zacatecas.**

CATEGORÍA	NOMBRE	ESTADOS	MUNICIPIOS
Parque Nacional	Sierra de Órganos	Zacatecas	Sombrerete
APRN	CADNR043 Porción Sierra Valparaíso	Durango, Jalisco, Nayarit y Zacatecas	Mezquital, Suchil, Mezquitic, Huejuquilla el Alto, Del Nayar, Valparaíso, Jiménez de Teul, Chalchihuites
APRN	CADNR043 Porción sin nombre	Zacatecas	Valparaíso, Jerez, Susticacán, Monte Escobedo
APRN	CADNR043 Porción El Cordon	Zacatecas	Villanueva, Tepetongo
APRN	CADNR043 Porción Sierra Morones	Zacatecas, Jalisco	Villanueva, Tepetongo, El Plateado de Joaquín Amaro, Tlaltenango de Sánchez Román, Tepechitlán, Santa María de los Ángeles, Colotlán
APRN	CADNR043 Porción sin nombre	Zacatecas	Teul de González Ortega, Santa María de la Paz, Tepechitlán
APRN	CADNR043 Porción Sierra de Juchipila	Zacatecas, Jalisco	Moyahua de Estrada, Juchipila, Apozol, Santa María de la Paz, Teul de González Ortega, Mezquital del Oro, Ixtlahuacán del Río
APRN	CADNR043 Porción sin nombre	Zacatecas, Jalisco	Mezquital del Oro, San Cristóbal de la Barranca, Ixtlahuacán del Río
APRN	CADNR043 Porción sin nombre	Zacatecas	Mezquital del Oro
APRN	CADNR043 Porción Laurel	Aguascalientes, Jalisco, Nayarit, Zacatecas	Jesús María, Calvillo
APRN	CADNR043 Porción Sierra Fría	Aguascalientes, Zacatecas	San José de Gracia, Calvillo, Villanueva
APRN	CADNR043 Porción Cerro La China, Cerro Bosques, Sierra Fría y Cerro El Cuervo	Zacatecas	Genaro Codina, Villanueva
APRN	CADNR001 Porción Cerro Gordo y Colorado	Zacatecas	Ojo Caliente, Cuauhtémoc, Genaro Codina
APRN	CADNR001 Porción Sierra Fría	Aguascalientes, Zacatecas	Calvillo, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San José de Gracia, Genaro Codina

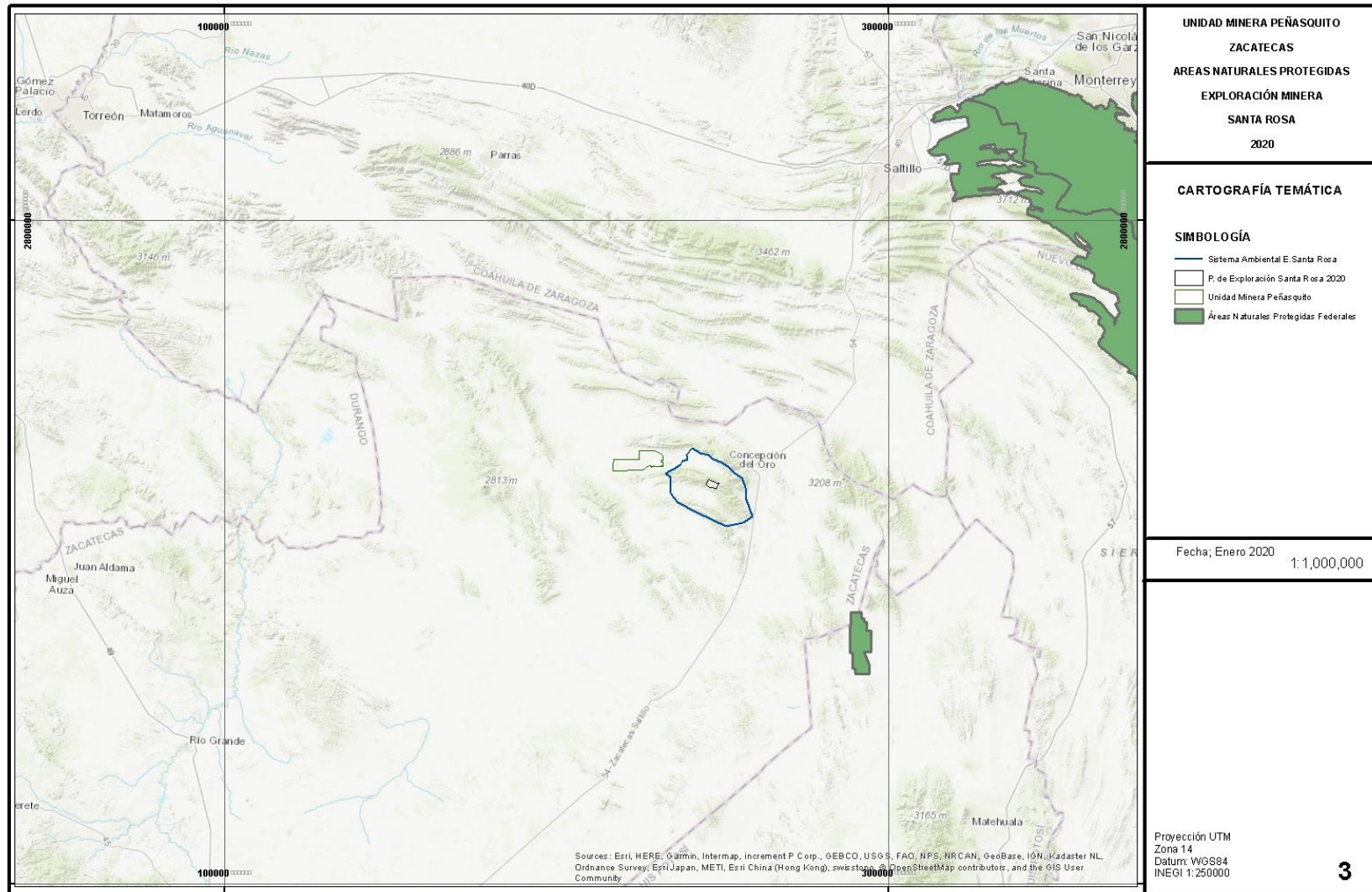


Figura III.1. Localización de la UMP y del Proyecto con respecto a las áreas naturales protegidas presentes en la zona.



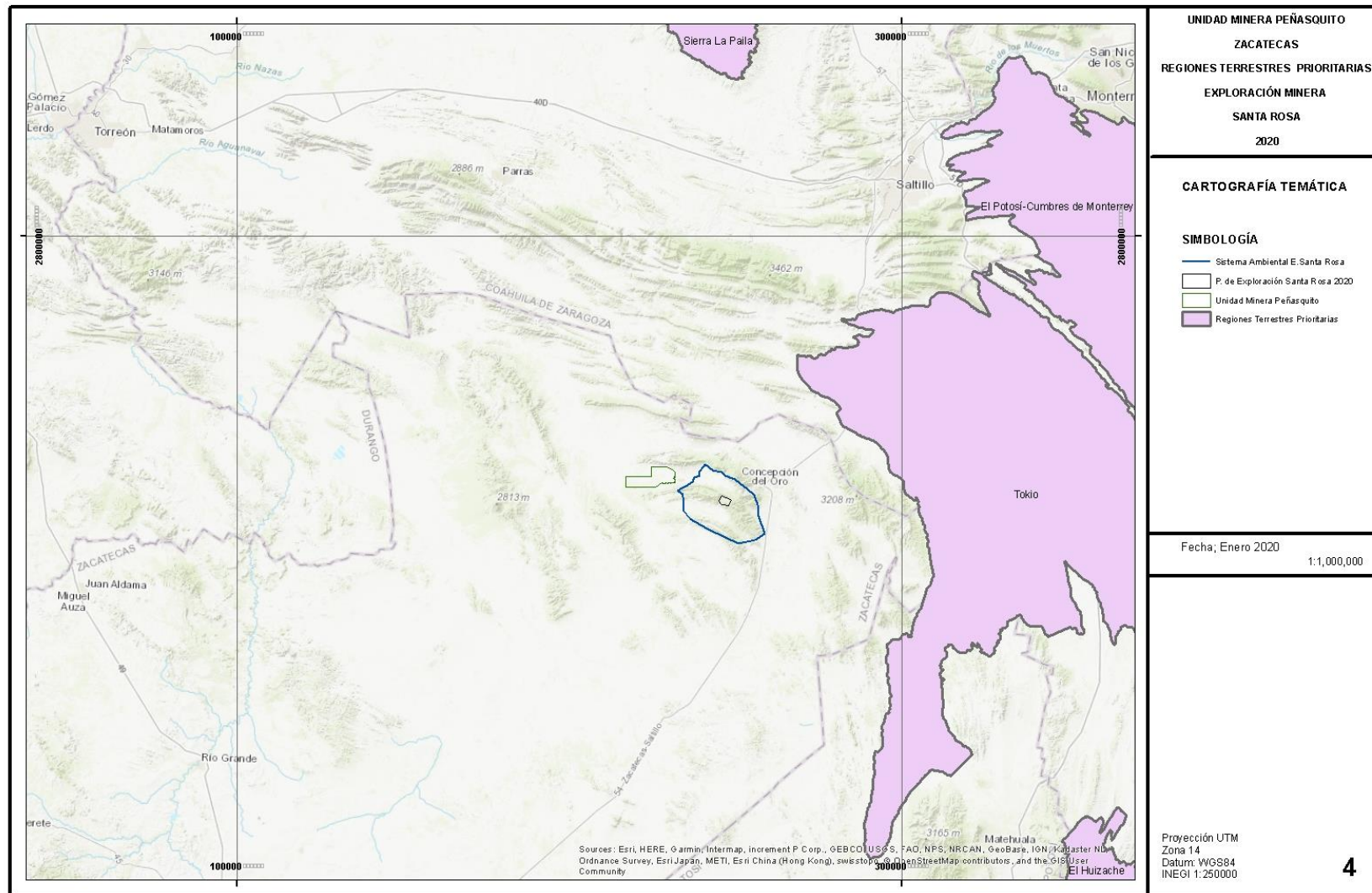


Figura III.2. Regiones Terrestres Prioritarias de mayor proximidad a la UMP y al área de Proyecto.

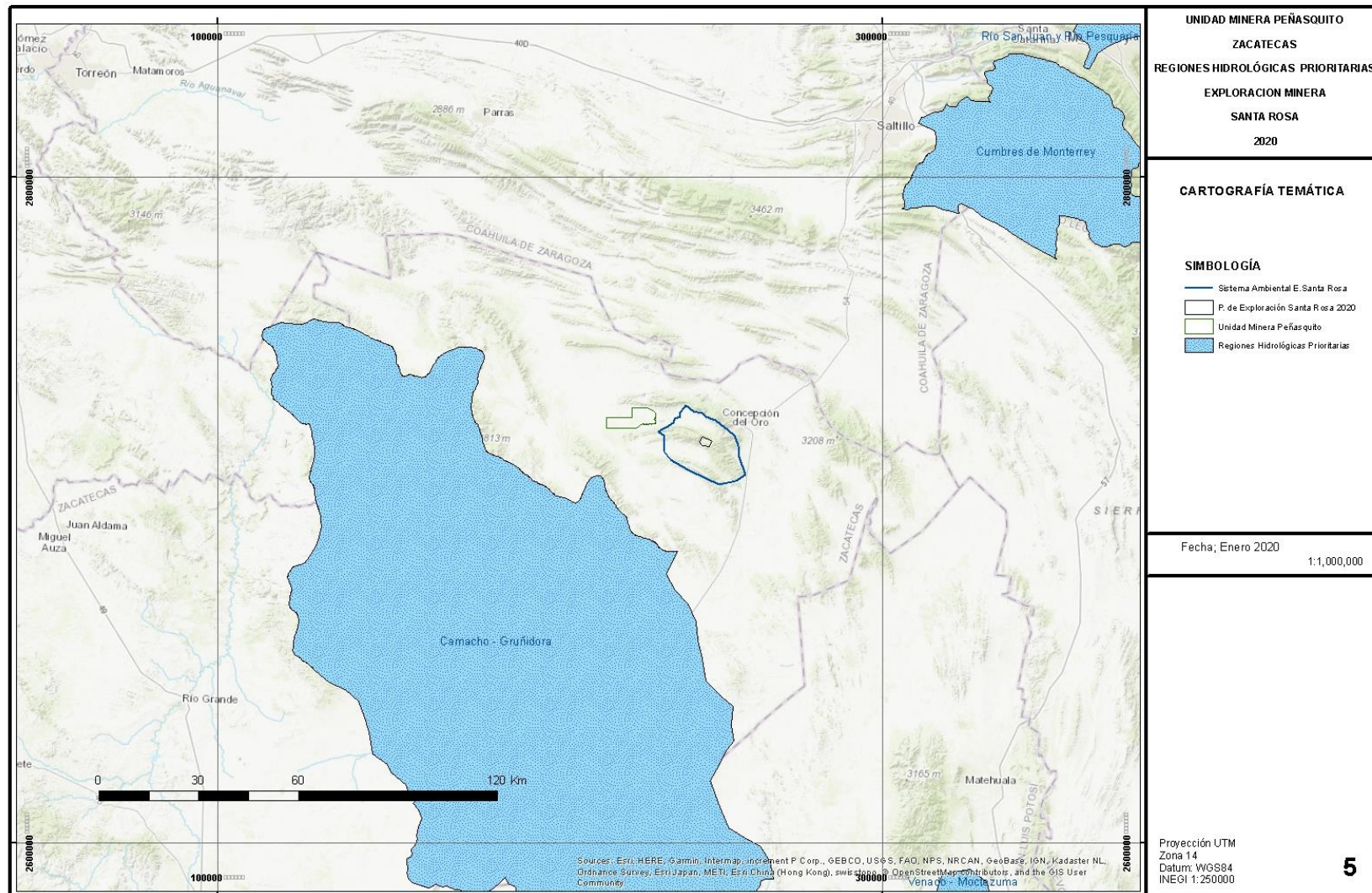


Figura III.3. Localización de la UMP y el área de Proyecto en relación con la Región Hidrológica Prioritaria RHP-51 Camacho-Gruñidora.

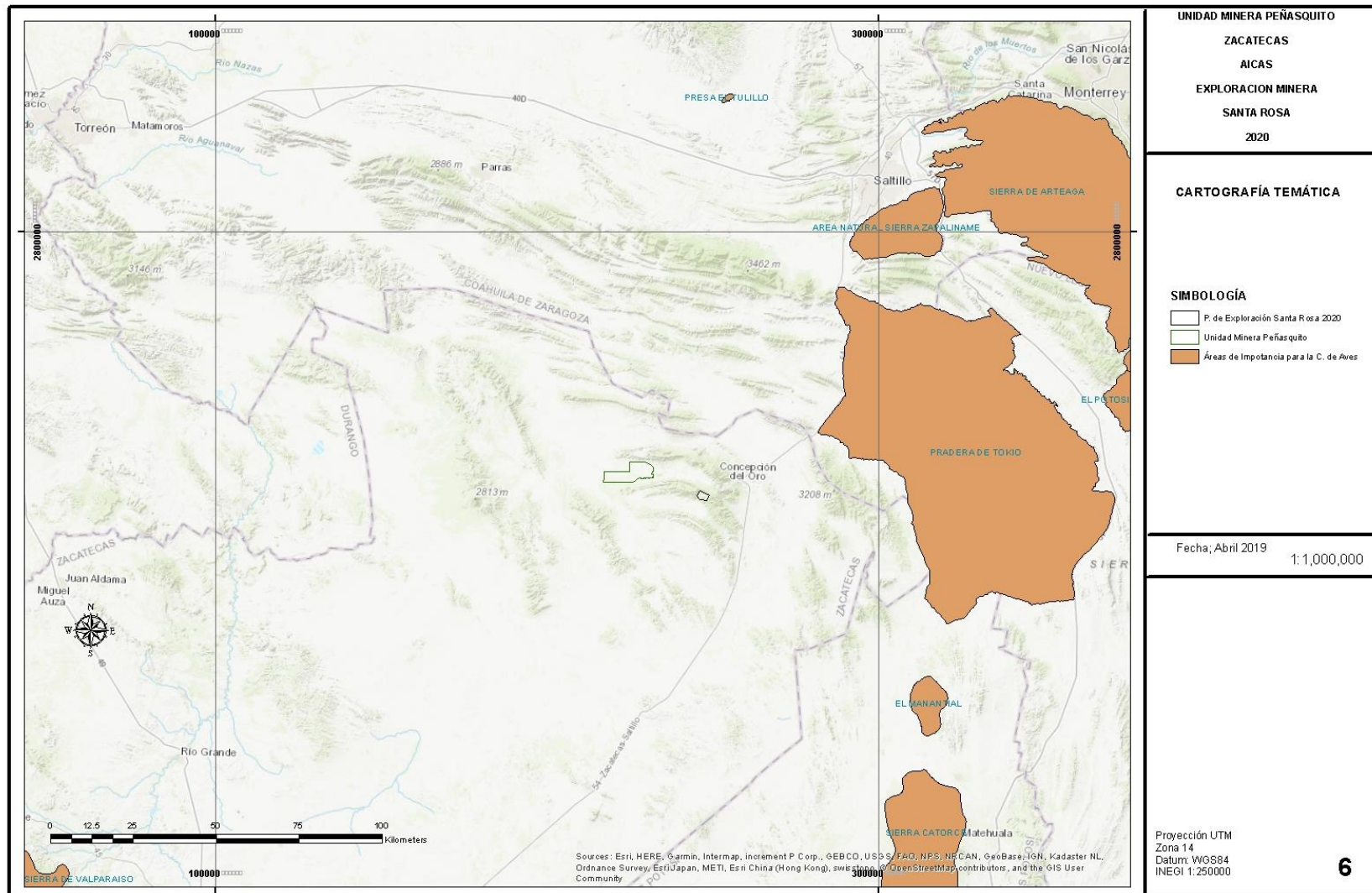


Figura III.4. Localización de la UMP y el área de Proyecto con respecto a las AICA's más cercanas.

## **III.4.5 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO**

### **III.4.5.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO**

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), vigente a partir del 14 de agosto de 2012, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

La LGEEPA -en su Artículo 20- plantea que el POEGT tendrá por objeto determinar:

- I. La regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes, y
- II. Los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

La finalidad esencial es atender todas aquellas regiones que deban ser preservadas, conservadas, protegidas, restauradas o que requieran de medidas de mitigación para atenuar o compensar impactos ambientales adversos, o regiones en las que existan, al menos potencialmente, conflictos ambientales o limitaciones para las actividades humanas.

Así, la construcción y proposición del modelo de ordenamiento ecológico territorial, a nivel nacional, constituye una propuesta consensuada de vinculación entre las acciones productivas y los intereses de los diferentes sectores de la economía, bajo una óptica de sustentabilidad y de explotación racional de los recursos naturales.

Resultado de este modelamiento de ordenamiento ecológico nacional, se generaron 145 unidades ambientales biofísicas (UAB) del territorio nacional, a partir de cuatro

indicadores de degradación biofísica (uso de suelo, degradación de suelos, degradación de la vegetación y degradación por desertificación) y cuatro de modificación antrópica (longitud de carreteras de primer orden, porcentaje de zonas urbanas, densidad de población y porcentaje de cuerpos de agua), así como de cinco indicadores de índole social (marginación social, índice medio de ecuación, índice medio de salud, hacinamiento de la vivienda, consolidación de la vivienda) y tres de índole económica (capitalización industrial, tasa de dependencia económica, porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios).

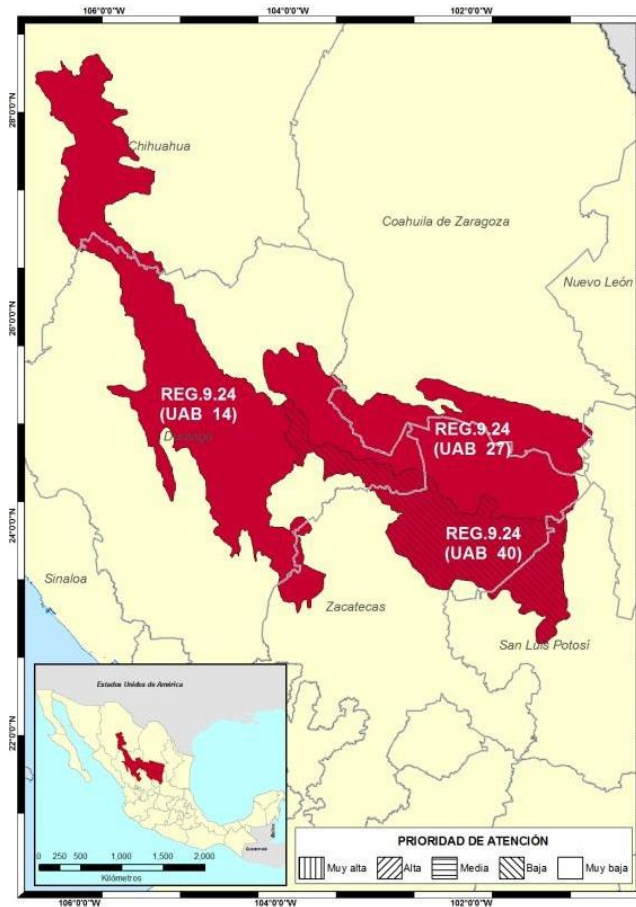
Además, para el escenario contextual se tomó en consideración información sobre presencia de actividad minera y niveles de desarrollo del espacio agrícola (subsistencia, campesina, transición, comercial y altamente tecnificada), así como sobre la disponibilidad o déficit de agua en cuencas hidrológicas y acuíferos subterráneos (CONAGUA, 2008).

Finalmente, este análisis territorial permite hacer la caracterización natural de cada una de las unidades ambientales biofísicas delimitadas, basada en la tipología de sus componentes naturales.

Bajo este contexto de regionalización, se puede ubicar la zona del Proyecto dentro de la Región Ecológica 9.24<sup>11</sup>. Específicamente, la zona del Proyecto se ubica dentro de la **UAB 27-Sierras Transversales** (Figura III.5). Las características generales de la UAB 27, de acuerdo con el POEGT se mencionan en la Tabla III.8.

---

<sup>11</sup> La Región Ecológica 9.24 está integrada por las UAB's 14. Sierras y Llanuras de Durango, 27. Sierras Transversales y 40. Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande.



**Figura III.5. Localización de la Región ecológica 9.24 y unidades biofísicas ambientales que la integran.**

**Tabla III.8. Características generales de la Unidad Ambiental Biofísica 27 (UAB 27)-Sierras Transversales.**

<b>Localización:</b> Sur de Coahuila-Noreste de Zacatecas					
Superficie en km <sup>2</sup> : 30,682.57		Población de la UAB: 130,551 hab.			
Superficie Total de la Región Ecológica: 95,767.68 km <sup>2</sup>		Población Total en la Región Ecológica: 1,106,820 hab.		Población Indígena: Sin presencia	
Estado Actual del Medio Ambiente (2008):		<b>Estable. Conflicto Sectorial Nulo.</b> Muy baja superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica no se presenta. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> ): Baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 28.8. Media marginación social. Alto índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy alto indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.			
Escenario al 2033:		Inestable			
Política Ambiental:		Aprovechamiento sustentable			
Prioridad de Atención:		Muy baja			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
27	Ganadería - Minería	Agricultura - Forestal	Poblacional	CFE-SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 19, 20, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
Estrategias. UAB 27					
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio					

B) Aprovechamiento sustentable	<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p> <p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p> <p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p>
C) Protección de los recursos naturales	<p>12. Protección de los ecosistemas.</p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>
D) Restauración	<p>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</p>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p>15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p> <p>19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p>20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.</p>
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>	
C) Agua y Saneamiento	<p>27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.</p> <p>28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.</p> <p>29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.</p>
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	<p>30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.</p>
E) Desarrollo Social	<p>33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.</p> <p>34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.</p> <p>35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.</p> <p>36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</p> <p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p>
<b>Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>	
A) Marco Jurídico	<p>42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</p>
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	<p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p>44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p>

Cabe indicar que POEGT es un instrumento inductivo que pretende una participación y colaboración de los distintos sectores involucrados en su ejecución mediante una visión integral y sinérgica de su actuación en el territorio, independientemente de la obligación

que, en términos del Reglamento en materia de ordenamiento ecológico, tienen de observar el POEGT en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

Por lo anterior, es importante señalar que los promotores del desarrollo en términos del POEGT no tienen limitación alguna para realizar sus actividades en la UAB o región de que se trate. Aquellas dependencias y entidades de la Administración Pública que no se encuentren consideradas como promotores del desarrollo, podrán realizar sus actividades en las unidades que corresponda, en la medida en que las mismas se ajusten a lo que dispone este programa en su ámbito de aplicación, y observen lo establecido en otros instrumentos de planeación vigentes y la normatividad aplicable a dichas actividades.

Como se indicó anteriormente, el POEGT no es un instrumento para autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales; sin embargo, el Proyecto de Exploración Minera Santa Rosa no se contrapone a la política ambiental decretada para el sitio; e incluso el sistema de comunicaciones y trasportes (a través de la SCT) aparece como un sector de interés para el desarrollo de la región.

### **III.4.5.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL**

Como ya fue indicado, el ordenamiento ecológico territorial es un “instrumento de la política ambiental” concebido 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.

Bajo el contexto de vinculación entre los órdenes de gobierno, la participación de la sociedad y la transparencia en la gestión ambiental, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación, la LGEEPA define cuatro modalidades del ordenamiento ecológico (General, Marino, Regional y Local).

Respecto a la Modalidad Regional del Ordenamiento Ecológico Territorial, se indica que

*Su formulación, expedición, ejecución y evaluación es competencia del Gobierno Estatal, cuando la región incluye parte o la totalidad del territorio de un estado.*



*Cuando la región a ordenar incluye el territorio de dos o más entidades federativas, el gobierno federal, se coordina con los gobiernos estatal y municipal, según el caso, en el ámbito de sus respectivas competencias, mediante la firma de convenios de coordinación.*

*Cuando la región incluye un área Natural Protegida de competencia Federal, está deberá participar en su formulación y aprobación.*

A nivel estatal, en el año 2012 el gobierno del Estado de Zacatecas emitió el **Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas** (PEDUyOTZ); este programa tiene como fundamento lo indicado en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 donde se señalaba que “se debe establecer un patrón territorial que frene la expansión de las ciudades y que, entre otras cosas, provea suelo apto para el desarrollo urbano y facilite el acceso a servicios y equipamiento en comunidades tanto urbanas como rurales”.

Tomando en cuenta lo anterior, el PEDUyOTZ fue formulado con la finalidad de establecer las disposiciones y lineamientos para avanzar en la distribución equilibrada de la población y de las actividades económicas en la entidad, conforme al Sistema Estatal de Centros de Población. Los objetivos del PEDUyOTZ son el atender las disposiciones en materia de desarrollo urbano establecidas tanto en la normatividad federal, como en la estatal, en particular en el Código Urbano del Estado de Zacatecas.

En este sentido, el PEDUyOTZ, atiende en gran medida las acciones planteadas en el Plan Estatal de Desarrollo de Zacatecas 2017-2021, en materia de desarrollo urbano, en donde la estrategia general es fomentar un desarrollo urbano eficaz y sustentable. Entre las líneas de acción que se vinculan directamente con el PEDUyOTZ se encuentran las siguientes:

- la promoción de un desarrollo más equilibrado,
- el fortalecimiento del marco institucional para el desarrollo urbano,
- la formulación de ejercicios de planeación integral del desarrollo urbano sustentable,
- el fortalecimiento de los instrumentos normativos mediante la vinculación del Ordenamiento Ecológico del Territorio,

- la apertura de nuevas zonas de crecimiento urbano de manera ordenada y planificada,
- el impulso a proyectos urbanos de vivienda y equipamiento innovadores;
- la promoción del cuidado de la imagen urbana y
- la creación de una estructura institucional con participación ciudadana que regule las acciones relativas al desarrollo urbano.

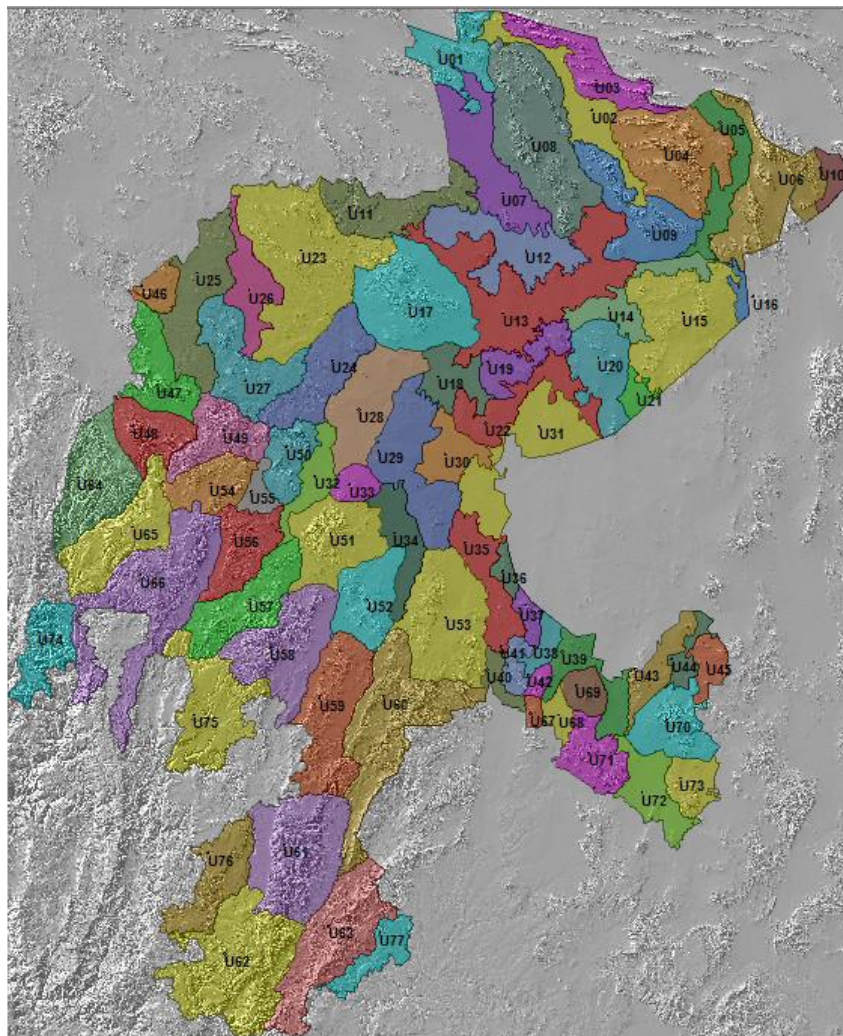
El PEDUyOTZ, es una estrategia de la política de desarrollo territorial que tiene como ejes rectores el **beneficio social** y el **fomento del crecimiento económico** a partir de una **administración correcta de los recursos**, que inicie desde la localización de los asentamientos humanos para su mejor aprovechamiento.

La revisión del marco programático relacionado con el desarrollo urbano en Zacatecas permitió detectar aquellos temas que por su relevancia se consideraron como base para el PEDUyOTZ. Entre estos instrumentos resalta la consulta del Plan Estatal de Desarrollo de Zacatecas 2010-2016, a través del cual se pretende asegurar el cumplimiento de las siguientes líneas estratégicas:

- El desarrollo humano
- La ampliación de oportunidades
- Mejorar la calidad de vida de los individuos y las familias
- Promover las libertades, los derechos humanos, la seguridad y el empleo
- Corregir las brechas de desigualdades existentes
- Garantizar un desarrollo sustentable para las nuevas generaciones

Si bien el PEDUyOTZ consideró estas líneas, también es primordial que entre sus objetivos figure el buscar su incidencia en el territorio, para ello se consideró pertinente la delimitación de regiones que respondan a las necesidades de las diversas temáticas que se abordan a lo largo del PEDUyOTZ.

Partiendo del análisis de las condiciones ambientales del estado<sup>12</sup>; en el PEDUyOTZ se presentan 77 unidades ambientales biofísicas (UAB), que se encuentran agrupadas por Región Ambiental Biofísica de México (López-Blanco, 2008) (Figura III.6). En la Tabla III.9 se presentan las características de clima, geología, relieve, suelo y tipo de vegetación y uso del suelo para el año 2010 (Serie IV de INEGI) de las UAB. Resalta la **UAB 04 Concepción del Oro** (U04) ya que es en esta donde se ubica el Sistema Ambiental (SA) definido para el Proyecto y, en consecuencia, donde se ubica el área de Proyecto.



**Figura III.6. Unidades ambientales biofísicas identificadas para Zacatecas en el PEDUyOTZ.**

<sup>12</sup> Se hizo el análisis de las condiciones o características ambientales del estado tanto para el Medio Físico-Natural (Altitud, Provincias Fisiográficas, Relieve, Clima, Geología, Edafología, Hidrología superficial y subterránea, Usos de Suelo y Vegetación) como Socioeconómico.

**Tabla III.9. Características generales de la UAB del estado de Zacatecas de acuerdo con el PEDUyOTZ.**

UNIDAD AMB. BIOF.	REGIÓN AMBIENTAL BIOFÍSICA	CLIMA <sup>1</sup>	PRECIPITACIÓN (MM)	GEOLOGÍA	ALTITUD (M)	PENDIENTE (°)	SUELO	CVUS-S4 <sup>2</sup>
U01	Sierras Transversales	BWhw	200-300	Q(al)	1600-1700	>0°-2°	Leptosol	MDR
U02	Sierras Transversales	BWhw	200-300	Q(al)	1600-1700	>0°-2°	Calcisol	MDM
U03	Sierras Transversales	BWhw	200-300	Q(al)	1600-1700	>2°-4°	Leptosol	MDR
<b>U04</b>	<b>Sierras Transversales</b>	<b>BS1kw</b>	<b>&gt;400-500</b>	<b>Q(al)</b>	<b>1800-1900</b>	<b>&gt;0°-2°</b>	<b>Leptosol</b>	<b>MDR</b>
U05	Sierras Transversales	BWhw	>300-400	Q(al)	1700-1800	>0°-2°	Calcisol	MDM
U06	Sierras Transversales	BS1kx'	>300-400	Q(al)	1900-2000	>0°-2°	Leptosol	MDR
U07	Sierras Transversales	BWhw	200-300	Q(al)	1600-1700	>0°-2°	Calcisol	MDM
U08	Sierras Transversales	BS1kw	>400-500	Q(al)	1900-2000	>0°-2°	Leptosol	MDR
U09	Sierras Transversales	BS1kw	>400-500	Q(al)	1900-2000	>0°-2°	Leptosol	MDR
U10	Sierras y Llanuras Occidentales Norte	BS0hx'	200-300	Q(al)	1700-1800	>0°-2°	Kastañozem	MDM
U11	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande	BS0hw	>300-400	Q(al)	1800-1900	>0°-2°	Calcisol	VSa/PN
U12	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande	BS0hw	>300-400	Q(al)	1700-1800	>0°-2°	Calcisol	MDM
U13	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande	BS0kw	>300-400	Q(al)	1800-1900	>0°-2°	Calcisol	MDM
U14	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande	BS0kw	>300-400	Q(al)	1900-2000	>0°-2°	Kastañozem	MDM
U15	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande	BS0kw	>300-400	Q(al)	2100-2200	>0°-2°	Leptosol	MDM
U16	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande	BS0kw(x')	>300-400	Q(al)	1900-2000	>0°-2°	Calcisol	MDM
U17	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande	BS0kw	>300-400	Q(al)	1900-2000	>0°-2°	Leptosol	MDR
U18	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande	BS0kw	>300-400	Q(al)	1900-2000	>0°-2°	Leptosol	MDM
U19	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande	BS0kw	>300-400	Q(al)	2000-2100	>0°-2°	Leptosol	VSa/PN
U20	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande	BS0kw	>300-400	Q(al)	2100-2200	>0°-2°	Leptosol	MDM
U21	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande	BS0kw	>300-400	Q(al)	2100-2200	>0°-2°	Leptosol	MDM
U22	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande	BS0kw	>300-400	Q(al)	2000-2100	>0°-2°	Leptosol	MDM
U23	Sierras y Llanuras del Norte	BS1kw	>400-500	Q(al)	2000-2100	>0°-2°	Leptosol	VSa/PN
U24	Sierras y Llanuras del Norte	BS1kw	>400-500	Ks(cz-lu-ar)	2000-2100	>0°-2°	Regosol	VSa/PN
U25	Sierras y Llanuras del Norte	BS1kw	>500-600	Q(al)	2200-2300	>0°-2°	Calcisol	TA
U26	Sierras y Llanuras del Norte	BS1kw	>400-500	Q(al)	2000-2100	>0°-2°	Calcisol	RA
U27	Sierras y Llanuras del Norte	BS1kw	>500-600	Ts(cg)	2100-2200	>2°-4°	Calcisol	TA
U28	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2000-2100	>0°-2°	Calcisol	TA
U29	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2000-2100	>0°-2°	Calcisol	TA
U30	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2000-2100	>0°-2°	Leptosol	VSa/MDM
U31	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS0kw	>300-400	Q(al)	1900-2000	>0°-2°	Calcisol	TA
U32	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2000-2100	>0°-2°	Calcisol	RA
U33	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2100-2200	>0°-2°	Calcisol	VSa/PN
U34	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2100-2200	>0°-2°	Phaeozem	RA
U35	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2000-2100	>0°-2°	Calcisol	TA
U36	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2100-2200	>0°-2°	Leptosol	MDM
U37	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2100-2200	>0°-2°	Leptosol	TA
U38	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2000-2100	>0°-2°	Calcisol	TA
U39	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2100-2200	>0°-2°	Calcisol	TA
U40	Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes	BS1kw	>400-500	Q(al)	2000-2100	>0°-2°	Calcisol	TA
U41	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Tom(R-Ta)	2100-2200	>0°-2°	Leptosol	TA
U42	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2100-2200	>2°-4°	Leptosol	TA
U43	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2200-2300	>0°-2°	Leptosol	MDM
U44	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2000-2100	>0°-2°	Calcisol	TA
U45	Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas	BS1kw	>400-500	Q(al)	2100-2200	>0°-2°	Leptosol	MDM
U46	Sierras y Llanuras de Durango	BS1kw	>500-600	Tom(R-Ta)	2300-2400	>0°-2°	Calcisol	TA

U47	Sierras y Llanuras de Durango	C(w0)	>600-700	Ts(cg)	2200-2300	>0°-2°	Calcisol	TA
U48	Sierras y Llanuras de Durango	C(w0)	>600-700	Ts(cg)	2200-2300	>4°-8°	Phaeozem	TA
U49	Sierras y Valles Zacatecanos	C(w0)	>600-700	Tom(R-Ta)	2300-2400	>8°-16°	Leptosol	BP
U50	Sierras y Valles Zacatecanos	BS1kw	>500-600	Tom(R-Ta)	2100-2200	>2°-4°	Phaeozem	TA
U51	Sierras y Valles Zacatecanos	BS1kw	>400-500	Tom(R-Ta)	2200-2300	>0°-2°	Calcisol	TA
U52	Sierras y Valles Zacatecanos	BS1kw	>400-500	Tom(R-Ta)	2200-2300	>0°-2°	Calcisol	PN
U53	Sierras y Valles Zacatecanos	BS1kw	>400-500	Tom(R-Ta)	2300-2400	>0°-2°	Leptosol	TA
U54	Sierras y Valles Zacatecanos	C(w0)	>600-700	Tom(R-Ta)	2400-2500	>4°-8°	Phaeozem	PN
U55	Sierras y Valles Zacatecanos	BS1kw	>500-600	Q(al)	2100-2200	>0°-2°	Calcisol	TA
U56	Sierras y Valles Zacatecanos	BS1kw	>600-700	Tom(R-Ta)	2200-2300	>4°-8°	Phaeozem	VSa/PN
U57	Sierras y Valles Zacatecanos	BS1kw	>600-700	Tom(R-Ta)	2200-2300	>8°-16°	Leptosol	VSa/PN
U58	Sierras y Valles Zacatecanos	BS1kw	>500-600	Tom(R-Ta)	2000-2100	>8°-16°	Leptosol	TA
U59	Sierras y Valles Zacatecanos	BS1kw	>500-600	Tom(R-Ta)	2000-2100	>4°-8°	Leptosol	TA
U60	Sierras y Valles Zacatecanos	BS1kw	>500-600	Tom(R-Ta)	2300-2400	>8°-16°	Leptosol	PN
U61	Sierras y Valles Zacatecanos	C(w1)(w)	>700-800	Tom(R-Ta)	1700-1800	>16°-32°	Regosol	TA
U62	Sierras y Valles Zacatecanos	C(w1)(w)	>800-900	Tom(R-Ta)	1800-1900	>16°-32°	Phaeozem	BQ
U63	Sierras y Valles Zacatecanos	C(w1)(w)	>700-800	Tom(R-Ta)	1500-1600	>8°-16°	Phaeozem	TA
U64	Mesetas de Jalisco, Nayarit y Zacatecas	C(w0)	>600-700	Tom(R-Ta)	2200-2300	>16°-32°	Leptosol	BMX
U65	Mesetas de Jalisco, Nayarit y Zacatecas	C(w0)	>600-700	Tom(R-Ta)	2400-2500	>8°-16°	Leptosol	BMX
U66	Mesetas de Jalisco, Nayarit y Zacatecas	C(w0)	>600-700	Tom(R-Ta)	2000-2100	>8°-16°	Leptosol	BMX
U67	Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes	BS1kw	>400-500	Ts(ar-cg)	2100-2200	>2°-4°	Leptosol	TA
U68	Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes	BS1kw	>400-500	Q(al)	2000-2100	>0°-2°	Calcisol	RA
U69	Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes	BS1kw	>400-500	Q(al)	2100-2200	>0°-2°	Calcisol	TA
U70	Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes	BS1kw	>400-500	Ts(R-Ta)	2200-2300	>0°-2°	Leptosol	TA
U71	Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes	BS1kw	>400-500	Ts(R-Ta)	2100-2200	>2°-4°	Regosol	VSa/PN
U72	Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes	BS1kw	>400-500	Q(al)	2100-2200	>0°-2°	Calcisol	TA
U73	Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes	BS1kw	>400-500	Q(al)	2100-2200	>0°-2°	Phaeozem	TA
U74	Cañones de Nayarit y Durango	C(w1)(w)	>600-700	Tom(R-Ta)	2300-2400	>16°-32°	Regosol	VSa/SBC
U75	Mesetas de Jalisco, Nayarit y Zacatecas	C(w1)	>700-800	Tom(R-Ta)	1900-2000	>0°-2°	Leptosol	PN
U76	Mesetas de Jalisco, Nayarit y Zacatecas	C(w1)(w)	>800-900	Tom(R-Ta)	2100-2200	>2°-4°	Luvisol	TA
U77	Altos de Jalisco	(A)C(w0)(w)	>700-800	Tom(R-Ta)	1800-1900	>4°-8°	Planosol	TA

- BS1kw: Semiseco Templado;** BS0kw: Seco Templado con lluvias de verano; C(w0): Templado subhúmedo caracterizado por temperatura media del mes más frío menor de 18 °C y superior a -3 °C y la del mes más cálido es superior a 10 °C.; BWhw. Muy seco, semicálido; C(w1)(w). Templado subhúmedo, con humedad media, w, de verano, (w), < 5, < 40, entre 12 y 18; BS0hw. Seco semicálido, con régimen de lluvias en verano; (A)C(w0)(w) Templado subhúmedo con lluvias en verano, presentándose lluvias invernales menor a 0.5 mm; C(w1). Templado subhúmedo con una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo; BS1hw. Semiseco semicálido con temperatura media anual entre 12°C y 18°C; BS1hw(w). Semiseco muy semicálido con una temperatura media anual que oscila entre 18.0° y 22.0° con lluvias en el verano.
- MDR: matorral desértico rosetófilo;** MDM: matorral desértico micrófilo; VSa: Vegetación secundaria arbustiva; PN: Pastizal Natural; TA: agricultura de temporal; RA: agricultura de riego; BP: Bosque de *Pinus*; BQ: Bosque de *Quercus*; BMX: Bosque mixto; SBC: Selva Baja Caducifolia.

Para determinar la aptitud territorial de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), en el contexto del ordenamiento territorial y ecológico se ha aplicado una alternativa que permite, de llevarse a cabo, garantizar la preservación del equilibrio ecológico de los ecosistemas del estado de Zacatecas, al considerar las características y particularidades biofísicas del territorio estatal.

La aptitud territorial se ha determinado en función de los criterios de la aptitud ecosistémica o biofísica, considerando la cobertura vegetal existente y potencial: Bosque Mixto, Bosque de *Pinus*, Bosque de *Quercus*, Matorral Crasicaule, Matorral Desértico Micrófilo, Matorral Desértico Rosetófilo, Pastizal Natural, Selva Baja Caducifolia y Vegetación Halófito. Asimismo, e integrando lo anterior, con el criterio de aptitud dado por el uso actual del suelo (aptitud de uso antropogénico), expresada en forma de Agricultura de Temporal y Agricultura de Riego y tomada del mapa de tipos de vegetación y uso del suelo (Serie IV de INEGI, a escala 1:250,000) del año 2010.

## **MODELO DE ORDENAMIENTO BASADO EN LA APTITUD TERRITORIAL**

El criterio principal que se usó para determinar la aptitud territorial por unidad ambiental biofísica (UAB), fue la extensión de superficie dominante que ocupa cada clase de aptitud dentro de su propia unidad. Es decir, hubo algunos casos, donde se presentaron tres aptitudes para una sola unidad, aptitud primaria, secundaria y terciaria.

### **APTITUD PRIMARIA**

Se refiere a la aptitud dominante dentro de cada UAB. Se estableció en función del criterio del mayor porcentaje de extensión superficial, dentro de cada unidad ambiental biofísica, de acuerdo con el tipo de geología, clima, relieve, suelo, tipo de vegetación y uso del suelo, dominantes. Para el caso del tipo de vegetación y uso del suelo, se consideró principalmente el mapa de tipos de vegetación y uso del suelo de 2010, del INEGI.

En general se estableció que las clases de aptitud antropogénica (uso actual del suelo) y biofísica (ecosistémica o de vegetación potencial), primaria, presentes en el estado son:

- i. Agricultura de Riego

- ii. Agricultura de Temporal
- iii. Bosque Mixto
- iv. Bosque de *Pinus*
- v. Bosque de *Quercus*
- vi. Matorral Crasicaule
- vii. Matorral Desértico Micrófilo
- viii. Matorral Desértico Rosetófilo<sup>13</sup>
- ix. Pastizal Natural.

Ninguna de las unidades presentó una aptitud primaria para la presencia de Selva Baja Caducifolia y Vegetación Halófito, aunque para el caso de la aptitud secundaria si hubo casos. Se señala al Matorral desértico rosetófilo (MDR) debido a que esta aptitud primaria es la que se presenta en la U04 (Tabla III.10) donde se ubica el SA y el área de Proyecto; sin embargo, también se indican la Agricultura de Temporal y el Bosque de *Pinus* (con mayor precisión la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino) los por ser estos los usos de suelo identificados en el sitio de Proyecto (ver capítulo IV).

### APTITUD SECUNDARIA

Las clases de aptitud secundaria que se han determinado para las unidades ambientales biofísicas del estado están relacionadas principalmente con los tipos de vegetación y usos del suelo que han estado presentes en las últimas décadas. Las aptitudes secundarias de la mayor parte de estas unidades ambientales fueron determinadas siguiendo los criterios de uso del suelo (aptitud de uso antrópico) y son las siguientes:

- i. Agricultura de riego
- ii. Agricultura de Temporal

---

<sup>13</sup> MDR (Matorral Desértico Rosetófilo). Son áreas que tienen aptitud biofísica o ecosistémica propicia para la presencia de ecosistemas de Matorral Desértico Rosetófilo. Se localizan en un intervalo altitudinal que va de los 1,600 a 2,000 msnm, la clase edáfica dominante es el Leptosol. La temperatura es de 16°C a 18°C y una precipitación de 200 a 500 mm anuales. A este tipo de aptitud primaria corresponden las unidades U01 Sierra de las Iglesias, U03 Melchor Ocampo, U04 Concepción del Oro, U06 El Astillero, U08 Sierra de San Julián y U09 Sierra La Centella.

- iii. Bosque Mixto
- iv. Bosque de Quercus.
- v. Matorral Crasicaule
- vi. Matorral Desértico Micrófilo
- vii. Matorral Desértico Rosetófilo
- viii. Pastizal Natural
- ix. Selva Baja Caducifolia
- x. Vegetación Halófito

### **APTITUD TERCIARIA**

Corresponde con las aptitudes biofísicas y antropogénicas que se presentaron en las UAB, asimismo se consideran, en algunos casos, como una alternativa a los usos del suelo que se presentan en las unidades actuales, están integradas por:

- i. Agricultura de Riego
- ii. Agricultura de Temporal
- iii. Bosque Mixto
- iv. Bosque de Pinus
- v. Bosque de Quercus
- vi. Matorral Crasicaule
- vii. Matorral Desértico Micrófilo
- viii. Pastizal Natural
- ix. Selva Baja Caducifolia.

### **ZONAS URBANAS**

Las zonas urbanas se localizan en 67 unidades ambientales biofísicas. Representan una superficie menor, en todas las unidades analizadas, son importantes porque las poblaciones tienen un impacto y un cambio en el uso del suelo sobre los ecosistemas, por



lo que se considera se deben establecer políticas de planeación para un crecimiento urbano planificado.

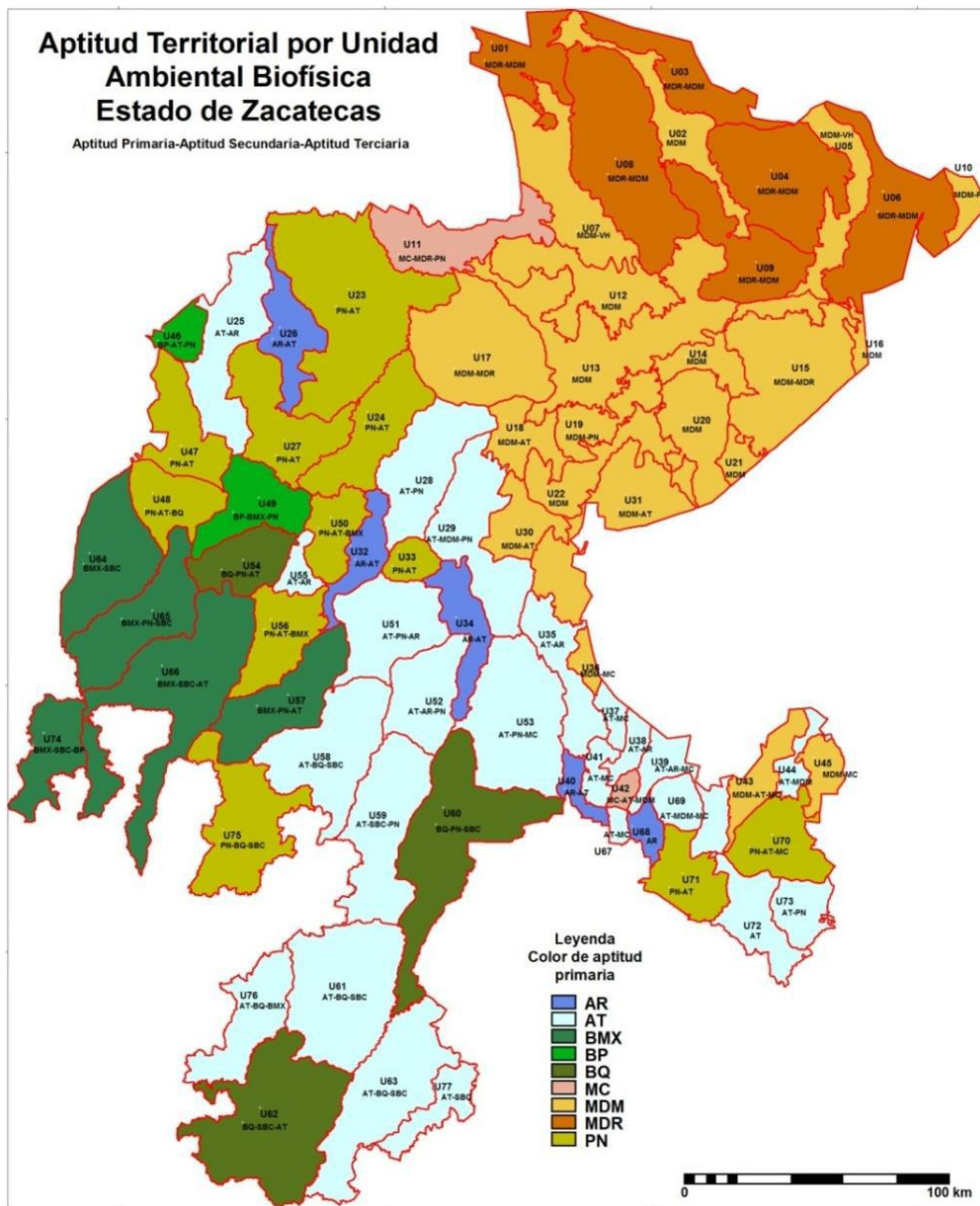
### **ACTIVIDAD MINERA**

Con respecto a las actividades mineras que se realizan en el estado, estas están provocando un deterioro a nivel local e intensivo en la cobertura vegetal y una contaminación en el suelo y agua, derivado de los procesos de extracción de minerales, por lo que se considera se deben establecer políticas que permitan la restauración, en las formas de rehabilitación y bio-remediación en esas áreas.

**Tabla III.10. Aptitudes territoriales primarias, secundarias y terciarias de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)**

CLASE DE APTITUD (BIOFÍSICA O DE USO ANTRÓPICO)	CLAVE DE APTITUD	UAB CON APTITUD PRIMARIA	UAB CON APTITUD SECUNDARIA	UAB CON APTITUD TERCIARIA	OBSERVACIONES
Agricultura de riego	AR	U26, U32, U34, U40 y U68	U25, U35, U38, U39, U52 y U55	U51	Corresponde con una aptitud de uso antrópico del suelo, de agricultura de riego, en donde se ha establecido, y se puede establecer, infraestructura para el aprovechamiento del agua subterránea mediante pozos, de captación de agua de lluvia, mediante bordos, y de escurrimiento de los ríos principales, mediante presas derivadoras, esta agricultura se desarrolla principalmente sobre suelos Luvisoles.
Agricultura temporal	AT	U25, U28, U29, U35, U37, U38, U39, U41, U44, U51, U52, U53, U55, U58, U59, U61, U63, U67, U69, U72, U73, U76 y U77	U18, U23, U24, U26, U27, U30, U31, U32, U33, U34, U40, U42, U43, U46, U47, U48, U50, U56, U70 y U71	U54, U57, U62 y U66	Corresponde con una aptitud de uso del suelo antrópico de agricultura de temporal sustentable, en donde se puede desarrollar sobre suelos Phaeozems, Luvisoles y en Calcisoles. Si se considera la humedad disponible durante el año se puede aprovechar para el establecimiento de cultivos anuales, principalmente de maíz y frijol.
<u>Bosque Mixto</u>	<u>BMX</u>	<u>U57, U64, U65, U66 y U74</u>	<u>U49</u>	<u>U50, U56 y U76</u>	<u>Corresponde con una aptitud biofísica de bosque mixto, que incluye a los pinos y encinos, en donde de acuerdo con las condiciones de geología, relieve, clima y clase edáfica es propicio para este tipo de vegetación</u>
<u>Bosque de Pinus</u>	<u>BP</u>	<u>U46 y U49</u>	-----	<u>U74</u>	<u>Corresponde con una aptitud biofísica de bosques de Pinus, en donde de acuerdo con las condiciones de geología, relieve, clima y clase edáfica es propicio para este tipo de vegetación. Se establece principalmente en los tipos de clima más húmedos del estado.</u>
Bosque de <i>Quercus</i>	BQ	U54, U60 y U62	U58, U61, U63, U75 y U76	U48	Corresponde con una aptitud biofísica de bosques de <i>Quercus</i> , en donde de acuerdo con las condiciones de geología, relieve, clima y clase edáfica es propicio para este tipo de vegetación
Matorral Crasicaule	MC	U11 y U42	U36, U37, U41, U45 y U67	U39, U43, U53, U69 y U70	Corresponde con una aptitud biofísica de matorral desértico rosetófilo, en donde y de acuerdo con las condiciones de geología, relieve, clima y clase edáfica es propicia para este tipo de vegetación. Esta aptitud biofísica es característica de tipo de clima seco y el suelo es pedregoso y poco profundo.
Matorral desértico micrófilo	MDM	U02, U05, U07, U10, U12, U13, U14, U15, U16, U17, U18, U19, U20, U21, U22, U30, U31, U36, U43 y U45	U01, U03, <b>U04</b> , U06, U08, U09, U29, U44 y U69	U42	Corresponde con una aptitud biofísica de matorral desértico rosetófilo, en donde y de acuerdo con las condiciones de geología, relieve, clima y clase edáfica es propicia para este tipo de vegetación. Esta aptitud es característica de tipo de clima seco y el suelo que es rico en carbonatos de calcio.
Matorral desértico rosetófilo	MDR	U01, U03, <b>U04</b> , U06, U08 y U09	U11, U15 y U17	-----	Corresponde con una aptitud biofísica de matorral desértico rosetófilo, en donde de acuerdo con las condiciones de geología, relieve, clima y clase edáfica es propicio para su existencia. Este tipo de vegetación es característico tipo de clima seco y de suelos pedregosos y poco profundos.

Pastizal	PN	U23, U24, U27, U33, U47, U48, U50, U56, U70, U71 y U75	U10, U19, U28, U51, U53, U54, U57, U60, U65 y U73	U11, U29, U46, U49, U52 y U59	Corresponde con una aptitud biofísica de pastizales naturales, en donde y de acuerdo con las condiciones de geología, relieve, clima y clase edáfica es propicia para su existencia. En este tipo de vegetación se incluye al pastizal natural y al pastizal halófito característico de suelos salinos. En general, este tipo de aptitud se encuentra sobre suelos pedregosos y poco profundos, y en el caso de los pastos halófitos sobre Calcisoles ricos en carbonato de calcio.
Selva baja caducifolia	SBC	-----	U59, U62, U64, U66, U74 y U77	U58, U60, U61, U63, U65 y U75	Corresponde con una aptitud biofísica de selva baja caducifolia que, de acuerdo con las condiciones de geología, relieve, clima y clase edáfica, es propicio para la existencia de este tipo de vegetación. A pesar de que este tipo de aptitud biofísica ocupa áreas relativamente pequeñas dentro del estado, es muy importante desde el punto de vista ecosistémico y refleja los cambios de tipos climáticos entre la parte norte y sur del estado.
Vegetación Halófitas	VH	-----	U05 y U07	-----	Corresponde con una aptitud biofísica de vegetación halófitas, en donde se incluyen matorrales y herbáceas tolerantes a altos niveles de salinidad en el suelo. Principalmente se localiza en terrenos planos con pendientes de 0° a 2°.



**Figura III.7. Aptitud territorial identificada para las unidades ambientales biofísicas<sup>14</sup>.**

El PEDUyOTZ además de lo previamente señalado, tiene como objetivo general establecer una estrategia de política desarrollo que promueva patrones equilibrados de ocupación y aprovechamiento del Estado, mediante la adecuada articulación funcional de las políticas sectoriales, teniendo como ejes rectores el beneficio social y el fomento del

<sup>14</sup> La zona de Proyecto se ubica en la Uo4 donde la aptitud primaria es MDR y la secundaria MDM; Clave: AR=Agricultura de Riego, AT=Agricultura de Temporal, BMX=Bosque Mixto, BP=Bosque de *Pinus*, BQ=Bosque de *Quercus*, MC=Matorral Crasicaule, MDM=Matorral Desértico Micrófilo, MDR=Matorral Desértico Rosetófilo, PN=Pastizal Natural.

crecimiento económico a partir de una administración correcta de los recursos humanos, físicos y ambientales en el territorio estatal.

A partir del análisis de aptitud del territorio, así como de las condiciones socioeconómicas de cada región, en el PEDUyOTZ se señala una serie de metas organizadas por temas y plazos, que pretenden asegurar el funcionamiento y orden en el desarrollo urbano del Estado.

Destacan, por su relación con la actividad del Proyecto, para el presente documento, los Temas **Generación de Empleo y Desarrollo económico** (Tabla III.11).

**Tabla III.11. Temas específicos y Objetivos de desarrollo indicadas en el PEDUyOTZ relacionadas con las actividades del Proyecto.**

TEMA	OBJETIVO
I. Regulación y normatividad para el desarrollo urbano y regional	Garantizar la certeza jurídica de los actores que participan en el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial.
II. Gestión y administración pública transparente y corresponsable	Asegurar la gestión efectiva y coordinada del desarrollo urbano en el Estado de Zacatecas.
III. Protección y conservación de los recursos naturales	Conservar y proteger los recursos naturales y ecosistemas, permitiendo el aprovechamiento de las actividades productivas de cada municipio y región del Estado.
<b>IV. Generación de empleo</b>	<b>Promover la actividad económica de las localidades del Sistema Estatal de Centros de Población, a partir del aprovechamiento de sus vocaciones productivas, y procurar la difusión de sus beneficios hacia las microrregiones funcionales.</b>
<b>V. Desarrollo económico</b>	<b>Promover la convergencia regional, igualar el acceso a satisfactores colectivos y elevar la calidad de los servicios públicos, a partir del aumento de la infraestructura productiva, el equipamiento social y la promoción de las actividades económicas.</b>
VI. Financiamiento para el desarrollo	Reducir las desigualdades regionales para la nivelación intermunicipal en capital humano e inversión en infraestructura productiva.
VII. Atención integral a los migrantes internacionales	Procurar la retención de la población en Zacatecas.
VIII. Densificación urbana y reservas territoriales	Aumentar la densidad de construcciones en suelo ya urbanizado, y establecer las áreas potenciales para el crecimiento físico de las ciudades y las acciones a implementar para su urbanización y provisión de equipamiento básico.
IX. Producción de vivienda	Establecer los mecanismos de coordinación intergubernamental y las coaliciones con el sector privado, a fin de atender la demanda futura de vivienda, y que dicha demanda cubra las necesidades de tamaño, para la habitabilidad, y calidad, en cuanto a la disponibilidad de servicios públicos básicos.
X. Provisión de servicios públicos	Asegurar el bien estar social de la población y reducir las desigualdades territoriales en el ámbito urbano.
XI. Dotación de equipamiento social	Incrementar el beneficio social de la población, garantizando la provisión y cobertura de servicios de educación superior y de salud.
XII. Patrimonio cultural	Proteger y conservar el paisaje y patrimonio cultural en Zacatecas.

### III.4.5.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL

La formulación, expedición, ejecución y evaluación de los programas de ordenamiento en su modalidad local es competencia del Gobierno Municipal cuando el área incluye parte o la totalidad de un municipio. Cuando el área a ordenar incluye un Área Natural Protegida de competencia de la Federación, esta deberá participar en la formulación y aprobación del programa de ordenamiento ecológico.

Un Programa de Ordenamiento Ecológico Local tiene como objetivo regular los usos del suelo fuera de los centros de población y establecer criterios de regulación ecológica dentro de los centros de población para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Los planes o programas de desarrollo urbano deberán tomar en cuenta los lineamientos y estrategias contenidas en estos programas.

Al momento, se cuenta con **Programa Regional de Ordenamiento Territorial (PROT)** para la Región Norte del Estado de Zacatecas, mismo que abarca los municipios de Concepción del Oro, Mazapil, Melchor Ocampo, El Salvador y Villa de Cos.

El PROT para la Región Norte del Estado de Zacatecas responde a la Meta 2 del Objetivo 5 "entorno adecuado para una vida digna" del Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018). Se desprende del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas 2012 y de la regionalización funcional que ahí se propone.

Asimismo este programa se encuentra alineado a los objetivos, metas y ejes estratégicos planteados en el Plan Estatal de Desarrollo de Zacatecas (PEDZ) 2011-2016, los cuales buscan asegurar el cumplimiento de fines estratégicos como son: el desarrollo humano; la ampliación de oportunidades; el mejoramiento en la calidad de vida de los individuos y las familias; la promoción de las libertades, los derechos humanos, la seguridad y el empleo; la corrección de las desigualdades existentes y garantizar un desarrollo sustentable para las nuevas generaciones.

El PROT está orientado a integrar un instrumento de planeación con los siguientes alcances:

1. Revisión de los instrumentos programáticos y normativos vigentes en las escalas federal, estatal y municipal;
2. Caracterización y diagnóstico integral del territorio (aspectos físicos, ambientales, agropecuarios y forestales, industriales, infraestructura y equipamiento, urbanos, históricos, culturales y patrimoniales);
3. Señalamiento de problemas y/o conflictos ambientales (y en los usos del suelo), sociales y económicos que inciden en el territorio regional;
4. Identificación de potencialidades y áreas de oportunidad en la gestión de los recursos naturales, físicos y humanos y sus vínculos transectoriales y extrarregionales;
5. Propuesta de estrategias, metas y acciones espaciales (municipios y unidades subregionales) y temporales (2016, 2020, 2030) que permitan el compromiso y cumplimiento, por parte de las diferentes instancias públicas, privadas y sociales, del objetivo general y los particulares;
6. Integración de una base de datos operativa (en un sistema de información geográfica, SIG) que facilite la gestión e implementación del PROT, así como la continua evaluación y ajuste de acciones y metas.

El propósito principal del PROT es establecer las disposiciones y lineamientos necesarios para avanzar en la distribución equilibrada de la población de la región y de las actividades económicas, procurando garantizar el uso racional de los recursos naturales y los servicios ambientales que de ellos se desprenden.

Para cumplir con tal propósito, se ha estructurado en cuatro grandes temas: Antecedentes y coordinación, Diagnóstico y escenarios, Estrategias y metas y, Acciones y corresponsabilidad.

En el presente análisis destaca que, como parte del Diagnóstico y Escenarios indicados en el PROT, se ha determinado que *debido a que la vegetación de matorral (vegetación primaria) es la que predomina en la RNZ, las zonas con aptitud para la actividad industrial*

*ligera<sup>15</sup> se localizaron principalmente en los municipios de Concepción del Oro y Mazapil. Mientras que, considerando la industria pesada<sup>16</sup> se distribuyen a modo de manchones al oeste y sureste de Mazapil, al norte de Concepción del Oro y Melchor Ocampo.*

Se hace alusión a este tipo de actividades por ser la que se relacionan con las actividades pretendidas por el Proyecto.

En relación con lo anterior, al establecerse las Estrategias y Metas para el desarrollo de la región, en el PROT se establecieron las llamadas Unidades Territoriales Estratégicas Regionales (UTER), mismas a las que se les asignó una política integral de actuación; destaca la UTER 5 por ser la unidad territorial donde se ubica el área de Proyecto, así como la Consolidación estratégica como política asignada (Tabla III.12).

**Tabla III.12. Políticas integrales de actuación por UTER.**

UTER	POLÍTICA
UTER1_NORTE	Consolidación estratégica
UTER2_NORTE	Impulso económico
UTER3_NORTE	Consolidación estratégica
UTER4_NORTE	Manejo ambiental
UTER5_NORTE	Manejo ambiental

Es importante señalar que la definición de una sola política integral para cada UTER no significa que la unidad no requiera de políticas complementarias que la acompañen, sino que en este caso se decidió asignar aquella que responda de entrada a los problemas más representativos de cada UTER.

En la tabla siguiente se presenta un concentrado de las políticas integrales y objetivos para la UTER 5.

<sup>15</sup> Se considera a las actividades de manufactura como la industria ligera.

<sup>16</sup> La actividad industrial pesada se relaciona con actividades de transformación de materia prima procedente de sectores de la actividad primaria o de materiales extraídos por el mismo sector industrial; el producto final de esta actividad es un insumo para otros sectores; incluye la minería.



Tabla III.13. Resumen concentrado de políticas integrales por UTER.

UTER	POLÍTICA INTEGRAL PRINCIPAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	METAS	PROYECTOS
UTER5_ NORTE	Manejo ambiental	Conservar ecosistemas, en particular áreas de vegetación endémica zonas boscosas y de matorral desértico.	Contar con un manejo forestal sustentable tanto de especies maderables como no maderables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperación de las áreas con muy alta y alta fragilidad ambiental.</li> <li>Programa de pago por servicios ambientales para la conservación de ecosistemas forestales<sup>1</sup>.</li> <li>Crear Comités capacitados y acreditados por autoridades ambientales, para vigilar las áreas forestales, integrados preferentemente por personas de las comunidades cercanas (ejidos y núcleos agrarios).</li> </ul>
		Reserva de la Biosfera Desierto Semiárido de Zacatecas	Conseguir la aprobación y decreto de la Reserva de la Biosfera Desierto Semiárido de Zacatecas	<ul style="list-style-type: none"> <li>La Reserva está en proyecto y su importancia radica en que en ella se encuentran numerosas especies endémicas de flora y fauna que corresponden al ecosistema de matorral desértico, único en el mundo por su riqueza biológica. Por tal motivo ésta representa una oportunidad de protección y conservación del medio natural, además de la conservación de servicios ambientales y el desarrollo ordenado y sustentable de actividades económicas.</li> </ul>
		Mejorar las condiciones de las viviendas en condiciones de pobreza extrema	Ampliar la cobertura de servicios básicos de las viviendas en situación de pobreza extrema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de atención a carencias básicas en viviendas en condición de pobreza extrema (pisos de tierra, techo firme, falta de agua entubada, drenaje, electricidad).</li> <li>Programa de atención al hacinamiento en viviendas con pobreza extrema.</li> <li>Desarrollar esquemas de financiamiento para la adquisición de vivienda para la población de menores ingresos, preferentemente a la que se encuentra en situación de pobreza.</li> <li>Programa de reubicación de población (en pobreza extrema) en zonas de riesgo.</li> </ul>
		Reducir el rezago educativo	Mejorar el nivel educativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Campañas extraordinarias para atender el rezago educativo.</li> <li>Combatir la deserción escolar.</li> </ul>
		Acceso a servicios de salud	Ampliar la cobertura de servicios de salud y seguridad social (derechohabiencia).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dotar de infraestructura y equipamiento básico en materia de salud a centros de atención estratégicos.</li> <li>Campañas de atención médica móvil (caravanas de salud)</li> </ul>
		Disminuir los niveles de dispersión de la población.	Consolidación de centros intermedios de distribución para el desarrollo regional (localidades rurales y mixtas).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de centros estratégicos de desarrollo social y económico en localidades rurales y mixtas</li> </ul>
		Ampliar y rehabilitar la infraestructura carretera	Garantizar la intercomunicación entre las comunidades rurales y los principales centros de población.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de construcción y rehabilitación de carreteras alimentadoras</li> </ul>

	Ampliar la cobertura de los sistemas de comunicación telefónica.	Contar con infraestructura de telecomunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestionar los mecanismos necesarios para ampliar la cobertura de los servicios de comunicación.</li> </ul>
	Impulsar el desarrollo industrial	Contar con una planta industrial socialmente responsable y amigable con el medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Programa de incentivos para la industria ligera y pesada.</u></li> <li>• Programa de capacitación para industria local.</li> <li>• <u>Adecuar los procesos industriales para disminuir sus impactos al medio ambiente, mediante la incorporación de tecnología más eficiente y menos contaminante.</u></li> <li>• Establecer criterios de regulación ecológica para las actividades industriales.</li> <li>• Fomentar los esquemas de autorregulación y auditoría ambiental.</li> <li>• Promover iniciativas para optimizar el uso de agua del sector industrial.</li> <li>• En el caso de la actividad minera se crearán mecanismos para garantizar la restauración total del sitio una vez finalizado el proceso de extracción por parte de la concesión.</li> <li>• Crear barreras de amortiguamiento entre los desarrollos industriales y las zonas de vivienda.</li> </ul>
	Disminuir los niveles de dispersión de la población.	Consolidación de centros intermedios de distribución para el desarrollo regional (localidades rurales y mixtas).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de centros estratégicos de desarrollo social y económico en localidades rurales y mixtas</li> </ul>
	Elaborar el Programa Estatal para el manejo de residuos peligrosos, especialmente aquellos derivados de la actividad minera.	Generar planes de manejo de residuos, producto de la actividad minería con base en la normatividad existente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa Estatal para el manejo de residuos peligrosos provenientes de la actividad minera.</li> </ul>

1. Se señala por su posible vinculación con las actividades del Proyecto.

En el resumen de Políticas UTER señalado en la tabla anterior, destaca la ausencia de aspectos relacionados directamente con la exploración minera, por lo que se optó por destacar aquellas que hacen referencia a tres consideraciones básicas del Proyecto:

- i. Uso de áreas perturbadas, lo cual se refleja en conservación de áreas sin perturbación.
- ii. Impulso de incentivos a la industria (ligera y pesada).
- iii. Adecuación de procesos industriales para reducir su impacto sobre el ambiente.

## III.4.6 OTROS INSTRUMENTOS NORMATIVOS

### III.4.6.1 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2017–2021

El Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021 (PED-Z) se presenta en cumplimiento de los artículos 4 y 15 de la Ley de Administración y Finanzas; 4 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Zacatecas; 1, 2, 7, 9 fracción II; 10, 11, 17, 20, 21 fracciones I, II y III; 22 fracción I incisos a y b; 33, 34 fracciones I, II y III, 36 fracciones I II y V; 40, 41 y 42 de la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Zacatecas.

El PED-Z fue elaborado tomando en cuenta la sensibilidad y participación de la sociedad zacatecana, para generar las políticas públicas idóneas que permitan atender las necesidades más apremiantes de la gente, con la única finalidad de forjar una mejor calidad de vida en el Estado.

El Plan de Desarrollo Estatal vigente estructura su estrategia de planeación en torno a Cuatro Ejes Estratégicos: 1) Gobierno Abierto y de Resultados, 2) Seguridad Humana, 3) Competitividad y prosperidad y 4) Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Destaca el **Eje Estratégico 3 Competitividad y Prosperidad** ya que se menciona la importancia de la minería al considerarla como un sector estratégico -entre otros- para la productividad del estado (debe tomarse en cuenta que el Proyecto es una prospección al potencial minero de la región de Santa Rosa).

Dentro del Eje Estratégico 3 se indica que “La visión del gobierno del estado de Zacatecas es que las actividades económicas de la entidad logren un mayor dinamismo para que en el año 2021 se vea reflejado en el crecimiento de todos los bienes y servicios.”

En este mismo apartado se reconoce la importancia de la minería:

*Las principales actividades que contribuyen al Producto Interno Bruto Estatal en 2014 son: Minería con el 28.5 %; Comercio 12.5 %; Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles 11.4 %, las Industrias Manufactureras 8.9 %, sector agropecuario con el 7.5 % y Construcción 7.0 por ciento.<sup>17</sup>*

Las actividades industriales (dentro de las cuales se ubica la minería) registraron un buen desempeño con una tasa de crecimiento de 7.3 %, mientras que el promedio nacional fue de 0.9 %. Sin embargo, de acuerdo con cifras del Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal, durante el primer semestre de 2016, la economía de Zacatecas cayó -3.0 % reflejo del descenso de las Actividades Industriales de -9.9 %.

Al respecto, el Indicador Mensual de la Actividad Industrial indicó que, a partir de diciembre de 2015 las actividades industriales observaron un comportamiento negativo, principalmente debido al descenso que ha venido registrando la minería desde diciembre 2015 al mes de julio de 2016; las industrias manufactureras venían registrando crecimiento, durante los meses de junio y julio perdieron vigor; por su parte, la industria de la construcción cayó drásticamente a partir de junio 2010 logrando reactivarse en el segundo semestre de 2014, en 2015 tuvo un crecimiento discontinuo y en 2016 registra un comportamiento positivo.<sup>18</sup>

Para revertir este proceso y reactivar la economía estatal, en el PED se plantea como un objetivo el facilitar el desarrollo de los sectores que se han desacelerado en los últimos

---

<sup>17</sup> En la composición del PIB Estatal 2014 destacan las actividades terciarias o de los servicios con la mayor participación del 47.1%, las actividades secundarias o industriales con el 45.4% y por último las actividades primarias contribuyen con el 7.5% del PIB Estatal. En las Actividades Secundarias o Industriales la mayor participación proviene de la Minería con el 28.5%, seguido de Industrias Manufactureras con el 8.9% y la Construcción el 7 % por ciento.

<sup>18</sup> Datos más específicos se comparten en el apartado “Minería sostenible”.

*años; incentivar los proyectos de energías alternativas; promoviendo el encadenamiento productivo; generar una cultura de emprendimiento; fomentar la economía del conocimiento y las tecnologías de información; dinamizar el mercado interno; impulsar el comercio exterior con el desarrollo de infraestructura para realizar despachos de importación y exportación de mercancías, entre otros.*

Adicionalmente, dentro de los temas de interés para lograr la Competitividad y Productividad en Zacatecas, se menciona un apartado dedicado a la minería, mismo que a la letra indica objetivos y acciones concretas relacionadas con el sector, formuladas para incrementar la mencionada competitividad:

### **3.8 Minería Sostenible**

**Objetivo Específico:** *Mantener e incrementar la economía de la minería en Zacatecas con una visión responsable con el medio ambiente y a la par, como un sector de desarrollo y prosperidad social.*

#### **3.8.1 Promover la inversión en el sector minero, privilegiando la que tenga una visión y manejo sustentable.**

- *Consolidar el clúster minero.*
- *Fomentar el incremento de la inversión minera a gran y pequeña escala.*
- *Fortalecer la presencia del estado en eventos nacionales e internacionales del sector minero.*
- *Promover la diversificación de la minería para la identificación de nuevos yacimientos y el aprovechamiento de nuevos minerales.*
- *Incrementar y fortalecer los apoyos para la pequeña minería local.*
- *Impulsar las certificaciones de la minería grande, mediana y pequeña como industria limpia.*
- *Asesorar a la pequeña minería en la explotación y comercialización.*

#### **3.8.2 Fortalecer la cadena de valor del sector minero y su productividad.**

- *Apoyar la gestión para el fortalecimiento de la planta de beneficio de mineral.*

- *Conformar el sistema de información minera para hacer más eficiente la productividad en el sector.*
- *Promover la incorporación y adopción de tecnología de vanguardia para mejorar la producción con responsabilidad social y ambiental.*
- *Promover la asociación de la pequeña minería para el acopio y la comercialización.*
- *Apoyar en la gestión para el fortalecimiento de la minería social.*
- *De manera conjunta con las instancias competentes impulsar la vigilancia al cumplimiento de las disposiciones normativas del sector como instrumento de competitividad.*

### **3.8.3 Ampliar y diversificar las actividades económicas y productivas en los distritos mineros que permitan su desarrollo sostenible.**

- *Optimizar el uso del Fondo Minero de los Municipios para que sea un detonante del desarrollo local y regional.*
- *Fomentar el desarrollo de la minería con visión social en específico preferentemente en fomento a las capacidades, transferencia de tecnología, educación y salud.*
- *Impulsar la generación y consolidación de una red de proveeduría local encadenada al sector minero local y nacional.*
- *Promover de manera constante y permanente en conjunto con el sector minero buenas prácticas para la seguridad laboral y el cuidado del medio ambiente.*
- *Promover la responsabilidad minera para el desarrollo de proyectos de energías alternativas.*

### **3.8.4 Implementar vínculos con el sector educativo estatal para la formación de profesionistas y técnicos de alto desempeño en el sector minero.**

- *Impulsar convenios de colaboración con organismos mineros e instituciones de educación superior para la formación de profesionistas directivos del sector minero.*
- *Impulsar carreras profesionales y técnicas que permitan la diversificación de las actividades de proveeduría para la minería.*

- *Promover la educación continua para trabajadores de la minería en activo en alianza con las empresas del ramo.*
- *Impulsar en conjunto con las empresas mineras un sistema educativo minero para la formación de ingenierías en las regiones mineras.*

En concordancia con los postulados del PED (los indicados en el presente documento no son los únicos con posible relación con el Proyecto), es preciso señalar que la Empresa mantiene una política de apoyo a las comunidades y los gobiernos locales, que se encuentra plasmada en su programa de Responsabilidad Social Corporativa.

En relación con la Responsabilidad Social Corporativa, Newmont-Goldcorp es signataria del Pacto Mundial de las Naciones Unidas, de la Iniciativa de Transparencia de las Industrias Extractivas y del Código Internacional de Manejo de Cianuro. Dentro de sus políticas internas, la Empresa ha establecido un Sistema de Gestión de la Excelencia en la Sostenibilidad, que tiene como objetivo establecer el marco y los estándares para los programas de gestión de la sostenibilidad de la Empresa.

La derrama económica que Peñasquito ha generado al país, como al estado de Zacatecas, al municipio de Mazapil y municipios colindantes (Concepción del Oro y Melchor Ocampo, así como a las localidades cercanas a la UMP), se observa en impactos directos e indirectos, resultado de la generación de empleos, pagos a proveedores de bienes y servicios, pago de impuestos, y proyectos de desarrollo comunitario, como se menciona a continuación:

- i. A 2014, Peñasquito contaba con una fuerza laboral total de 4,075 trabajadores, de los cuales 2,029 son trabajadores directos y 2,046 son contratistas. Cerca del 68 % de los empleados de Peñasquito proceden del estado de Zacatecas y el 32 % restante es de otros estados de la República Mexicana y el extranjero. Del personal contratado del estado de Zacatecas, el 51 % es de las comunidades vecinas.
- ii. El salario promedio de los empleados de Peñasquito es 3.4 veces mayor al salario mínimo a nivel nacional para 2014.
- iii. Del total de las adquisiciones de bienes y servicios de Peñasquito, el 15 % corresponde a proveedores estatales y locales durante 2014. Cabe señalar que el

mayor porcentaje de las adquisiciones van hacia las áreas de mina y planta de proceso, que provienen de proveedores nacionales e internacionales.

- iv. Desde el inicio de su operación, Minera Peñasquito ha pagado más de 270 millones de dólares en impuestos al gobierno municipal, estatal y federal, además de contribuciones voluntarias a las localidades aledañas a la unidad minera.

Además, la Empresa cuenta con un Programa de Responsabilidad Social dirigido a las localidades ubicadas dentro de su área de influencia. Dicho programa está definido bajo los siguientes ejes de acción:

- Salud– campañas de vacunación, jornadas de salud, apoyo a personas con discapacidad.
- Educación y capacitación– programa de becas educativas, apoyo a escuelas e instituciones educativas.
- Emprendimiento– capital semilla para proyectos productivos y desarrollo de microempresas.
- Rehabilitación de infraestructura y servicios - mantenimiento y construcción de caminos, construcción de aulas escolares e infraestructura productiva.

### **III.4.6.2 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2013-2016 (PDM)**

El Plan de Desarrollo Municipal de Mazapil, Zacatecas, está previsto para fomentar mejores condiciones de vida para su población, utilizando todos los recursos de los que dispone el municipio para abatir las desigualdades y sentar las bases para un desarrollo próspero y equitativo de la sociedad en su conjunto.

El Plan busca establecer una estrategia de desarrollo integral sustentable para el municipio, para los siguientes años, con la participación de todos los integrantes de las diferentes comunidades, los tres niveles de gobierno, el sector privado, organismos no gubernamentales, organizaciones internacionales e instituciones educativas.

El Plan de Desarrollo toma en cuenta líneas de articulación para el proceso de planeación que llevarán al crecimiento y desarrollo de Mazapil, estas líneas se constituyen en:

1. Desarrollo sustentable integral.



2. Un enfoque de género y respeto a los derechos humanos en toda la política pública.
3. Desarrollo económico.
4. Desarrollo Social.
5. Desarrollo Político.
6. La participación ciudadana y rendimiento de cuentas permanente.

Cabe destacar que, como se menciona en el mismo Plan, éste se encamina *a mejorar el nivel de vida de la población y la oferta de servicios públicos, así como también a favorecer la atracción de inversiones y fortalecer el posicionamiento del municipio en el contexto de la competitividad bajo un marco de sustentabilidad económica, social y ambiental.*

El Plan de Desarrollo Municipal de Mazapil 2013-2016 está constituido por varios ejes rectores que buscan delimitar las acciones que habrá de seguir y encauzar el ayuntamiento, como también las políticas que habrá de implementar. Destaca –para efectos del presente Proyecto- la consideración que se hace dentro del Plan a la actividad de la minería en su apartado XXII:

### ***XXII. Minería y Desarrollo Comunitario***

*En los últimos quince años se han descubierto enormes yacimientos mineros en este municipio que han propiciado el establecimiento de grandes empresas mineras del país y del extranjero..., dada la situación de ganancias extraordinarias que están obteniendo tales empresas se requiere una mayor corresponsabilidad con la construcción de la estrategia de desarrollo humano sustentable y equidad económica y social...*

Así, el plan implica construir una plataforma de colaboración y corresponsabilidad entre el sector minero, la población de Mazapil y el ayuntamiento bajo los siguientes ejes:

1. Buscar que el desarrollo de la actividad minera se realice en condiciones que tengan el menor impacto ambiental sobre los recursos naturales.
2. Que las empresas mineras asuman su responsabilidad en los impactos negativos sobre los recursos naturales y sobre la población ahora y en las siguientes décadas derivadas de sus explotaciones.

3. Promover la corresponsabilidad empresarial con un auténtico desarrollo humano sustentable comunitario que vaya más allá de la simple filantropía.

Basado en el primer eje mencionado, es preciso resaltar que Minera Peñasquito S.A. de C.V, desde el principio de sus operaciones –como parte de sus políticas internas y atendiendo a los señalamientos y recomendaciones de la autoridad ambiental- incluye dentro de sus planes de operación, las estrategias y actividades más apropiadas para minimizar el daño ambiental potencialmente generado por sus actividades (bajo este contexto operativo se incluirá el Proyecto Exploración Minera Santa Rosa). Asimismo, se han establecido medidas de prevención de impacto ambiental y monitoreo de condiciones ambientales –avaladas también por la autoridad ambiental- que permiten identificar cambios en el sitio y tomar acciones pertinentes en cada caso.

Respecto a la responsabilidad ambiental mencionada en el segundo eje rector, debe destacarse que no se han generado impactos ambientales negativos imprevistos y que la Empresa asumió, desde inicios de su operación, la responsabilidad de los impactos generados por su parte, tomando en todo momento las previsiones necesarias para evitarlos o atenuarlos durante la actividad minera y su remediación al final de la vida útil de la UMP. Nuevamente se hace referencia que las actividades del Proyecto se supeditarán a este contexto de responsabilidad ambiental de la Empresa.

Finalmente, respecto al desarrollo comunitario, resalta el trabajo conjunto del gobierno local y de Minera Peñasquito S.A. de C.V. respecto al rubro de la educación, ya que se ha dado continuidad a las actividades del Plantel CONALEP y su equipamiento, en el marco de los convenios de colaboración que han suscrito las anteriores administraciones municipales con la Empresa.

Minera Peñasquito S.A. de C.V., como promovente de este Proyecto, seguirá manejándose en este sentido, buscando en todo momento la colaboración y corresponsabilidad entre el sector minero, la población de Mazapil y el ayuntamiento.

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

En este capítulo se presenta la caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo y analizando de manera integral, los componentes del Sistema Ambiental donde se establecerá el Proyecto, para hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales y de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro.

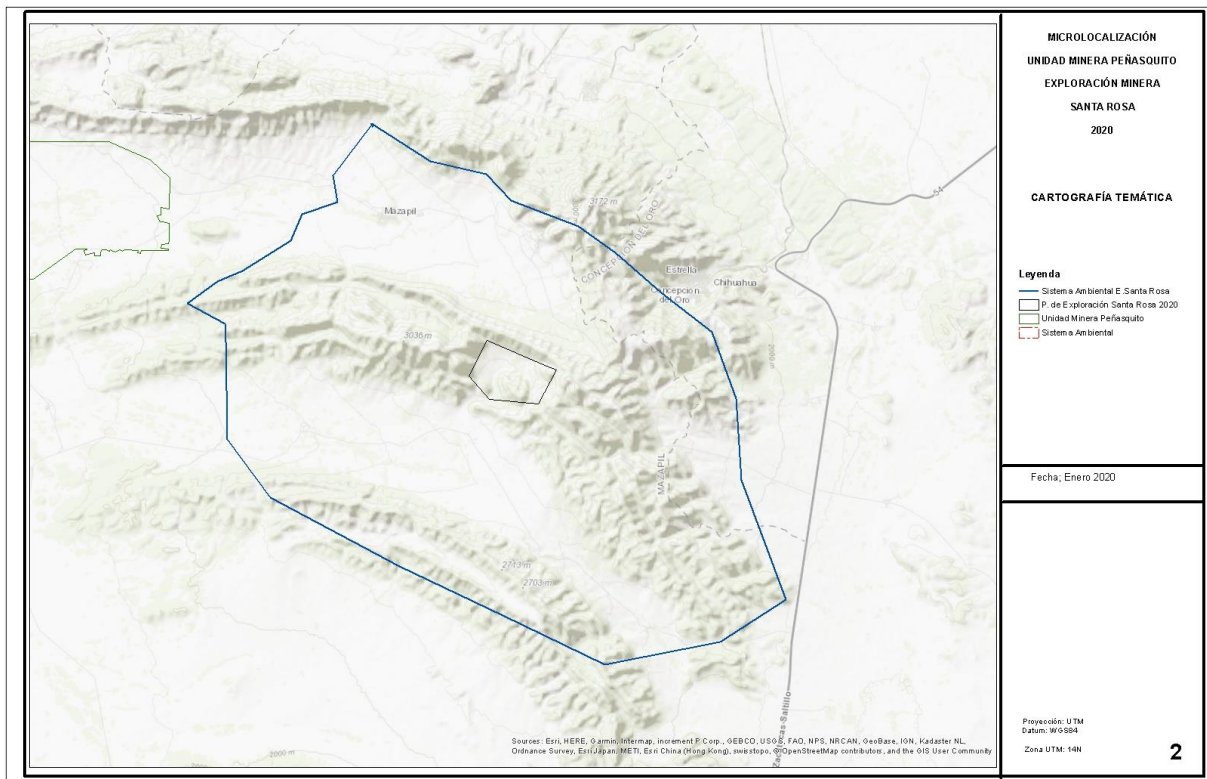
### **IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL**

Para el análisis de aspectos como hidrología, cobertura vegetal, geología y geomorfología, áreas de afectación antropogénica y uso actual del suelo se delimitó un Sistema Ambiental (SA) considerando como criterios principales, la hidrología superficial y los parteaguas naturales. Un criterio importante que considerar fue la influencia potencial del Proyecto, obras y actividades, sobre la superficie del terreno y las áreas colindantes. Lo anterior, con la premisa de que la ejecución del Proyecto no generará impactos fuera de la superficie definida para el SA pero, sobre todo, fuera del área del propio Proyecto.

Así, la delimitación del SA se realizó apoyados en la información de la carta hidrológica de aguas superficiales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) Serie II año 1993, a partir de la cual se identificaron los patrones de drenaje superficial, las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológicas. Luego, se aplicó un modelo digital de elevación para establecer el límite físico del SA cuya superficie resultante fue de 36,827.0159 ha que se emplea como área de estudio y de referencia (Tabla IV.1 y Figura IV.1).

**Tabla IV.1. Superficies de referencia del área de estudio con respecto a la Cuenca.**

ENTIDAD	SUPERFICIE (KM <sup>2</sup> )	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE RESPECTO A LA CUENCA (%)	SUPERFICIE RESPECTO A LA SUBCUENCA (%)	SUPERFICIE RESPECTO AL SA (%)
Cuenca RH36-E	100,662	10,066,266	100	-	-
Subcuenca RH36-Ea	10,353	1,035,329	10.29	100	-
Sistema Ambiental (SA)	368.27	36,827	0.36	3.55	100.0
Proyecto	0.0075	0.7500	0.000007	0.00007	0.002



**Figura IV.1. Ubicación del Proyecto respecto al SA.**

## ÁREA DE INFLUENCIA (POLÍGONO DE PROYECTO)

La delimitación del área de influencia (AI) se realizó con base en la dimensión de la obra proyectada, sus características principales, la influencia del *Proyecto de Exploración Minera Santa Rosa* (el Proyecto) en los rasgos fisiográficos, ambientales y socioeconómicos, así como la interacción de la actividad con el entorno natural.

Un criterio importante para considerar fue la influencia potencial del Proyecto sobre la superficie del terreno y las áreas colindantes. Lo anterior, con la premisa de que la ejecución de las actividades a desarrollar no generará impactos fuera de la superficie definida para la exploración minera.

Así, se definió un polígono de Proyecto de 661.26 ha, superficie dentro de la cual se distribuirán las planillas de barrenación proyectadas y, por tanto, se considera a esta superficie como el área de posible influencia del Proyecto.

El polígono de Proyecto presenta afectación antropogénica previa a los estudios presentados en este capítulo, el sitio actualmente presenta áreas desprovistas de vegetación derivadas de la presencia de caminos, algunos aprovechamientos pecuarios de baja producción (sobre todo de pastoreo) y evidencia de minería antigua y de otros trabajos de exploración; respecto al área de influencia del Proyecto, se conoce y es observable la mencionada afectación antropogénica ya que los habitantes de los Ejidos presentes en el área, realizaron desmontes para llevar a cabo actividades de aprovechamiento. Estos elementos pueden apreciarse en la Figura IV.2, que muestra los usos de suelo y los tipos de vegetación del área.

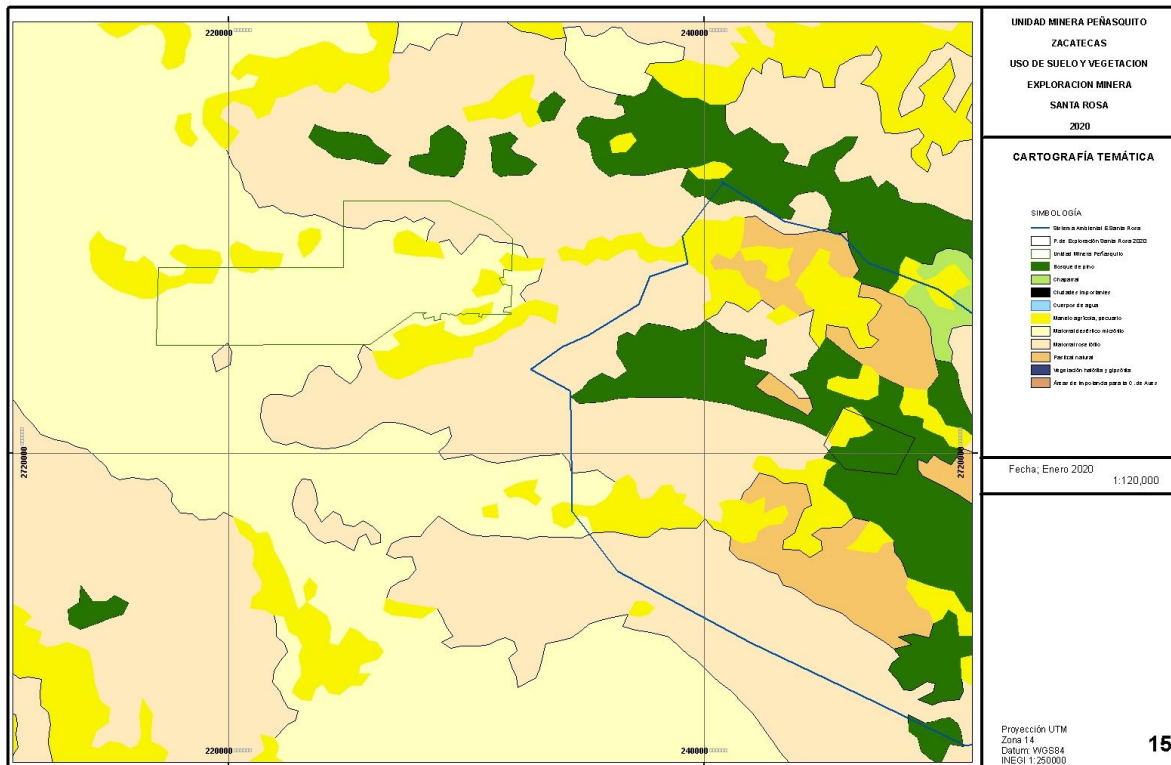


Figura IV.2. Uso de suelo y vegetación en el polígono de influencia del Proyecto y áreas circundantes.

Finalmente, considerando que los principales efectos derivados del Proyecto tienen un carácter puntual y la ubicación seleccionada se encuentra directamente relacionada con el área a ocupar por el conjunto de planillas de barrenación y caminos de acceso (no hay caminos nuevos sino rehabilitación de los existentes); el área de estudio -referida en adelante como área del Proyecto o AP- se determinó con una superficie total máxima de 0.7500 ha<sup>19</sup> ubicadas dentro del Polígono de Proyecto ya indicado de 661.26 ha.

En las siguientes secciones se describen, en primera instancia, los componentes abióticos y bióticos del Sistema Ambiental y posteriormente se describen los componentes abióticos y bióticos del AP o de su área de influencia.

## **IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SA**

### **IV.2.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA.**

Este apartado y sus secciones tiene el objetivo de exponer información que ayude a identificar con detalle las características principales de los elementos físicos (abióticos) y biológicos (bióticos) del área de estudio para, de esta manera, ser capaces de obtener una caracterización general del SA en el que se inserta el Proyecto y, de ser posible, la cantidad, calidad y valor de los recursos naturales identificados en el AP.

El objetivo final de este diagnóstico es valorar si la calidad y cantidad de esos recursos sufrirán deterioro por la implementación del Proyecto y si tal afectación hará que se vea comprometida su permanencia; derivando de esto, la propuesta de implementación de medidas compensatorias (prevención y mitigación) para atenuar los impactos potenciales del Proyecto (Capítulos V y VI de esta MIA-P).

El diagnóstico ambiental elaborado y que se presenta en este capítulo, se evaluó en términos relativos y correspondiente a cada factor estudiado por la superficie de ocupación y afectación por las diferentes actividades ejecutables por el Proyecto.

---

<sup>19</sup> Se considera para indicar esta superficie, que todas las planillas proyectadas (150) tengan el tamaño máximo de 50 m<sup>2</sup>.

## IV.2.1.1 MEDIO ABIÓTICO

### CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

En términos generales, el clima del estado de Zacatecas es seco, con una temperatura media anual de 16 °C (con variación entre 35 y 6 °C) y una precipitación pluvial media de 510 mm (con variación entre 910 y 324 mm). Las características más destacadas de las condiciones climáticas en la región son la escasa precipitación y la presencia de temperaturas extremas.

De acuerdo con la clasificación de Köppen (1948), modificada por E. García (1964), en el SA definido para el Proyecto se registran los siguientes tipos de clima:

- El clima **BS1k(x')** (semiseco templado de verano cálido) tiene temperatura media anual entre 12 y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C, temperatura del mes más caliente mayor a 18 °C. Lluvias escasas todo el año.
- El clima **BSok(x')** (seco semicálido de invierno fresco) tiene temperaturas entre 18 y 22 °C, con temperatura del mes más frío menor de 18 °C. Lluvias escasas todo el año.

En la zona cercana al SA y polígono de Proyecto también se identifica los tipos climáticos:

- El clima **BSokw** (seco templado de verano cálido) tiene temperatura media anual entre 12 y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 y 18 °C, temperatura del mes más caliente mayor a 18 °C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual.
- El clima **BSohw** (seco semicálido de invierno fresco) tiene temperaturas entre 18 y 22 °C, con temperatura del mes más frío menor de 18 °C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual.

En el polígono de Proyecto (Figura IV.3) se presenta el clima BS1k(x').

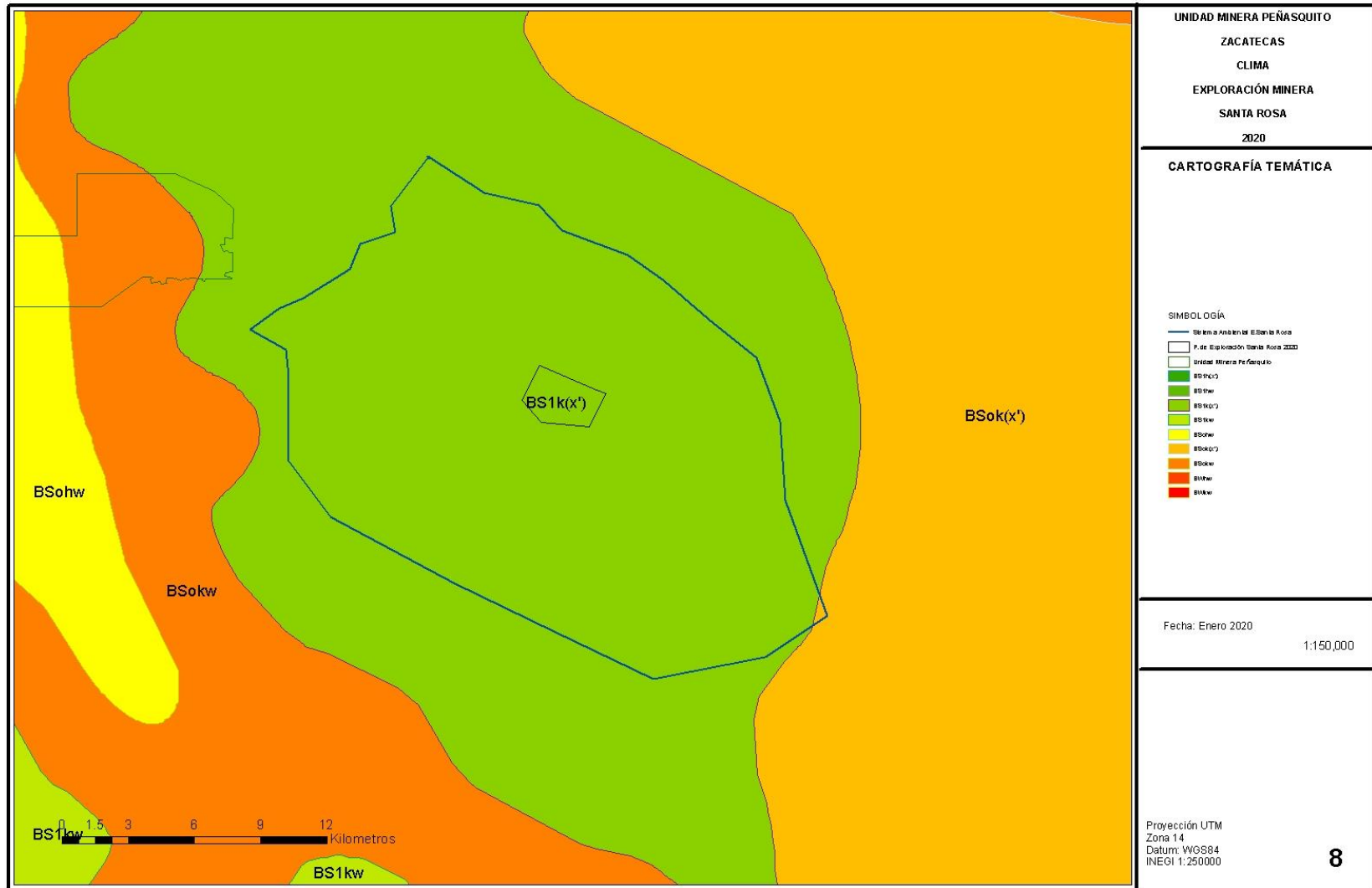


Figura IV.3. Climas en el SA y área de Proyecto.



## TEMPERATURA PROMEDIO, MENSUAL Y ANUAL

Para el análisis de temperatura en el SA se consideraron datos de dos estaciones meteorológicas (Tabla IV.2) que son las más cercanas al SA y área de Proyecto.

**Tabla IV.2. Estaciones climatológicas del sistema ambiental definido para el Proyecto.**

CLAVE DE ESTACIÓN	NOMBRE	MUNICIPIO DE UBICACIÓN	COORDENADAS	PERIODO DE ANÁLISIS
00032036	Mazapil	Mazapil, Zacatecas	24°38'26"/101°33'21"	1951-2010
00032087	Concepción del Oro	Concepción del Oro, Zac.	24°37'17"/101°23'22"	1951-2010

En promedio, los registros de estas estaciones, para el periodo 1951-2010, es de una temperatura media normal anual de 16.45 °C, temperatura máxima promedio anual de 24.35 °C y mínima promedio anual de 8.45 °C (Tabla IV.3).

**Tabla IV.3. Valores promedio de las "Normales Climatológicas" (Temperatura, Precipitación y Evaporación) de las estaciones climatológicas del SA.**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO.	SEP.	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temperatura Normal (°C)	10.65	12.15	14.7	17.7	19.85	20.9	20.2	19.9	18.7	16.8	14.2	11.55	16.45
Temperatura Máxima (°C)	18.35	20.25	23.25	26.25	28.25	28.85	27.5	27.35	26.1	24.6	22.35	19.05	24.35
Temperatura Mínima (°C)	2.9	3.9	6.15	9.15	11.45	12.85	12.65	12.35	11.35	8.85	5.9	3.95	8.45
Pp Normal (mm)	27.75	13.65	10.7	19.65	36.8	53.55	77.8	65.5	62	37.95	17.15	22.05	444.55
Evaporación total (mm)	122.5	134.4	193.55	217.75	232.45	209.1	204.8	184.7	156.05	144.8	125.65	116.15	2041.9

## PRECIPITACIÓN

En el SA la temporada de lluvias comienza entre mayo y junio, se prolonga hasta finales de septiembre o principios de octubre. La precipitación promedio anual es de 444.55 mm (ver Tabla IV.3), el mes más húmedo es julio con una precipitación media de 65.80 mm y marzo el mes más seco, con una precipitación media de 77.8 mm, por lo que esto le confiere que haya lluvias de manera intermitente a lo largo del año.

## EVAPORACIÓN POTENCIAL

Como consecuencia del régimen de temperatura y lluvia en la zona, se ha calculado que la evaporación media anual dentro del SA ronda los 2,041 mm (ver Tabla IV.3).

## EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

### CICLONES TROPICALES

De acuerdo con las trayectorias ciclónicas del Pacífico Occidental registradas por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), debido a la localización geográfica, las

tormentas tropicales son fenómenos que no afectan de manera considerable el interior del Estado de Zacatecas y por lo tanto del Sistema Ambiental y área de Proyecto, ubicándose así en una porción del país considerada de muy bajo riesgo ante el embate de estos eventos climatológicos.

## SEQUÍAS

La sequía es un fenómeno climático indicador del déficit de precipitación pluvial; para su evaluación, se utiliza la Clasificación de Intensidad de la Sequía de acuerdo con el Monitor de Sequía de América del Norte (NADM), el cual define grados de sequía (Figura IV.4).



**Figura IV.4. Clasificación de la Intensidad de Sequía (CONAGUA, 2014).**

Los reportes de intensidad de la sequía que evalúa el Servicio Meteorológico Nacional con el apoyo de la Clasificación de la Intensidad de la Sequía según el Monitor de Sequía de América del Norte (NADM), indican que el SA se ubica en una zona donde no se ha calculado el nivel de sequía, pero cercanamente a áreas consideradas con una intensidad de sequía “D0= anormalmente seca” (Figura IV.5).

Este nivel de intensidad refleja que, en esta región del estado de Zacatecas, la precipitación pluvial es escasa y por la presencia de las elevadas temperaturas la evaporación total es alta y, en consecuencia, cuando los niveles de evaporación superan la precipitación pluvial por largos periodos de tiempo, refleja la presencia de sequías, lo que indica que el área del SA no está libre de este fenómeno climático.



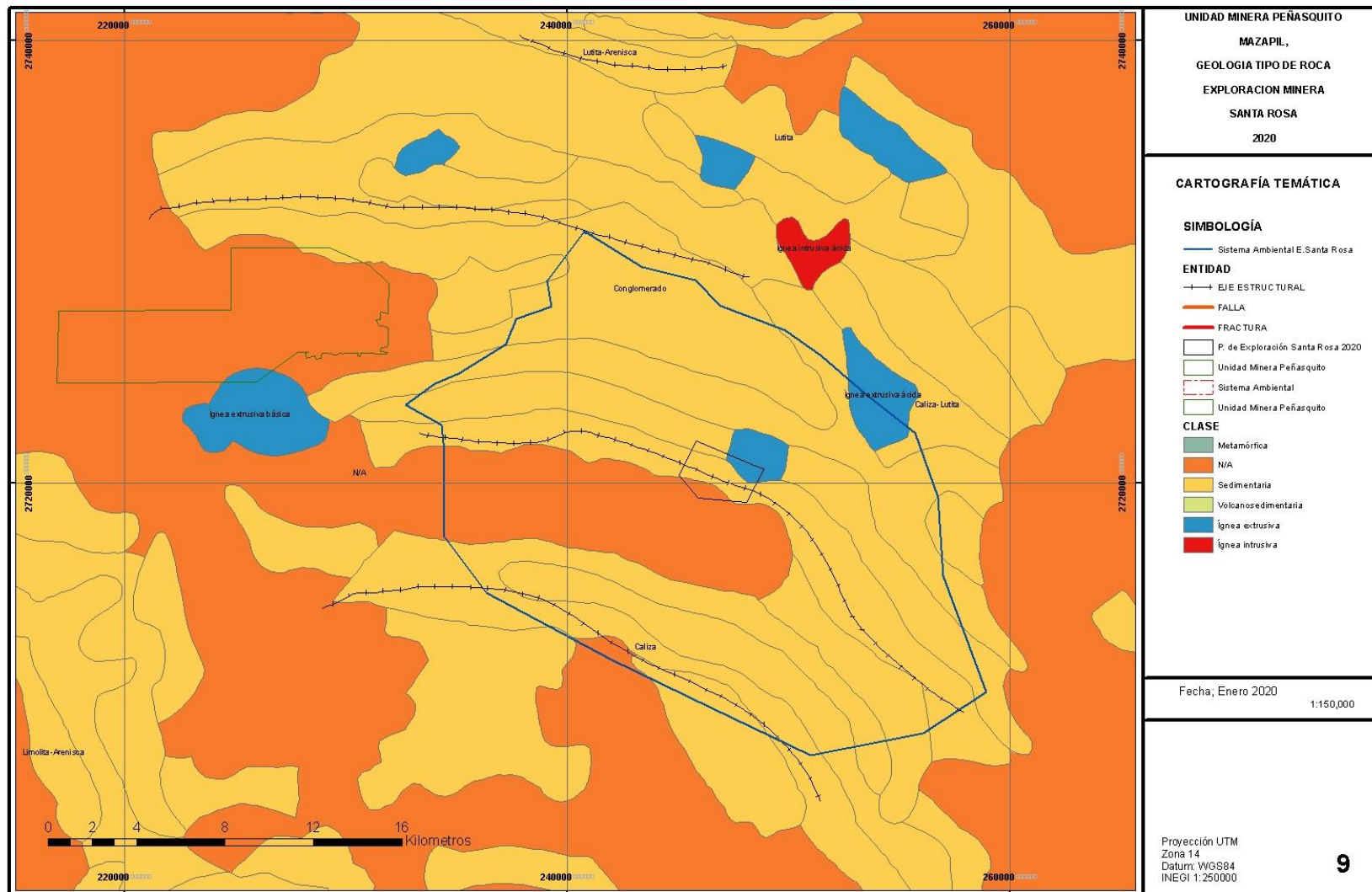


Figura IV.6. Geología del SA y del área de Proyecto.

Con base en la información geológica superficial del Servicio Geológico Mexicano, se identifican en la zona (incluye también superficie fuera del SA definido) que la columna estratigráfica del sitio expone rocas de ocho formaciones bien definidas y estudiadas<sup>20</sup>, las cuales se indican -de la más antigua a la más reciente- a continuación:

- Las rocas más antiguas son calizas biógenas y dolomías de la Caliza Zuloaga del Jurásico Superior, sobreyacidas en la formación La Caja.
- La Formación La Caja (Jurásico), compuesta por intercalaciones delgadas de limolitas y caliza arenosa con contenido fosilífero del mismo período.
- A la Formación La Caja sobreyacen calizas y calizas argiláceas de la Formación Taraises del Cretácico Inferior, con lutitas interestratificadas en capas delgadas.
- La Formación Taraises es sobreyacida por calizas de la Formación Cupido (Hauteriviano Tardío al Aptiano Temprano).
- Las calizas Cupido están sobreyacidas por una delgada capa de calizas de color gris, con intercalaciones de calizas arcillosas y lutitas que constituyen a la Formación La Peña, depositadas también durante el Cretácico Inferior.
- Sobre La Peña se encuentra la Formación Cuesta del Cura (Albiano-Cenomaniano).
- Sobreyaciendo a la Formación Cuesta del Cura se encuentra la Formación Indidura, del Cretácico Superior, que se compone por una serie de calizas y lutitas en estratos delgados.
- Con menor antigüedad, pero aún del Cretácico Superior, se encuentra también la Formación Caracol, compuesta por una serie de lutitas, con interestratificación de areniscas en estratos delgados que sobreyacen a la Formación Indidura. El material geológico de La Indidura subyace al Conglomerado Mazapil.
- Del Terciario se encuentra la Formación Ahuichila, también conocida como Conglomerado Mazapil, que se constituye por dos miembros bien definidos: uno inferior de 30 m de material tufáceo y arenoso interestratificado, muy deleznable, con colores que varían de blanco a gris, pardo grisáceo y verde; y otro superior, de delgadas capas de yeso blanco fibroso, interestratificado con material carbonoso, en el que se observan impresiones de plantas y fragmentos de tallos.

---

<sup>20</sup> Se debe aclarar, que en el SA no afloran todas las unidades de la estratigrafía regional.

- Del Cuaternario son característicos los valles y bolsones de las partes topográficamente bajas de la zona, constituidos por gravas, arenas y limos de origen fluvial, eólico y lacustre.
- Finalmente, se deben mencionar los sedimentos lacustres que se han acumulado en las partes topográficamente más bajas del SA, que en la zona donde existen lagunas efímeras se asocian a sales evaporíticas.

De acuerdo con la información proporcionada por la Carta Geológica G1410, Esc. 1:250,000 del INEGI, en el SA definido para el Proyecto se identifican al menos tres ejes estructurales (de dirección de la estructura geológica, ver Figura IV.6) lo cual puede estar relacionado con fallas o sobre posicionamientos tectónicos, aunque no necesariamente ligadas a riesgos geológicos.

### **FISIOGRAFÍA**

El territorio del estado de Zacatecas es parte de cuatro provincias fisiográficas: al oeste la Sierra Madre Occidental; al norte y zona centro del estado la Sierra Madre Oriental; al centro la Mesa (o Meseta) Central; y al sureste el Eje Neovolcánico. El SA y área de Proyecto se encuentran dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental, en la subprovincia Sierras Transversales (Figura IV.7).

La subprovincia de Sierras Transversales debe su nombre, principalmente, a la orientación este-oeste de las cadenas montañosas presentes en su demarcación. Estos cordones montañosos, formados principalmente por calizas, se encuentran ampliamente espaciados y forman sierras altas por lo regular (2,000-3,000 msnm). La subprovincia está representada por los sistemas de topofomas denominados Sierra pliegues, Sierra compleja, Sierra compleja con bajada, Sierra compleja con lomerío, Bajada, Bajada con Lomerío, Valle intermontano, Valle intermontano con lomerío y Piso de Bolsón.

El valle de Mazapil, dentro de la subprovincia Sierras Transversales, tiene su origen a partir de la unión en la parte oriente de las sierras El Mascarón y Las Bocas. Estas dos sierras son paralelas entre sí y dicha unión deriva en la formación de una cadena montañosa en forma de "U" abierta al poniente, que da lugar al valle. Las laderas de las sierras descienden suavemente hacia la planicie fluvial que constituye el fondo del valle. El valle desemboca

a unos 30 km, desde su cabeza, a una extensa llanura deprimida, o bolsón, un rasgo fisiográfico distintivo del altiplano mexicano. Hacia el oeste del valle se presentan zonas planas donde la pendiente es menor a 4 %.

La zona de Proyecto se ubica en áreas con pendientes menores que van de los seis y hasta los 20 grados (Figura IV.8).



Figura IV. 7. Ubicación del SA y área de Proyecto en la Subprovincia fisiográfica Sierras Transversales.



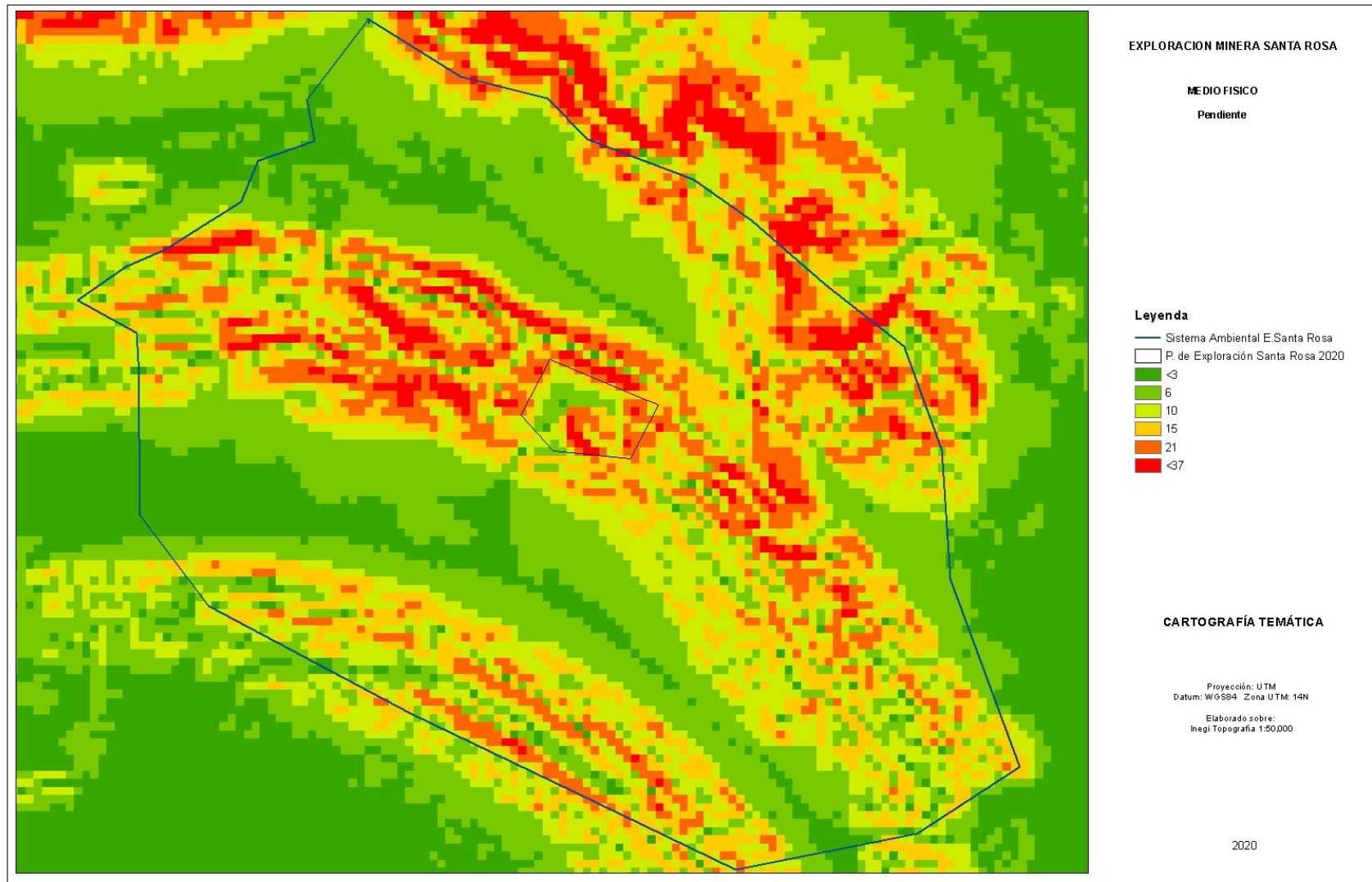
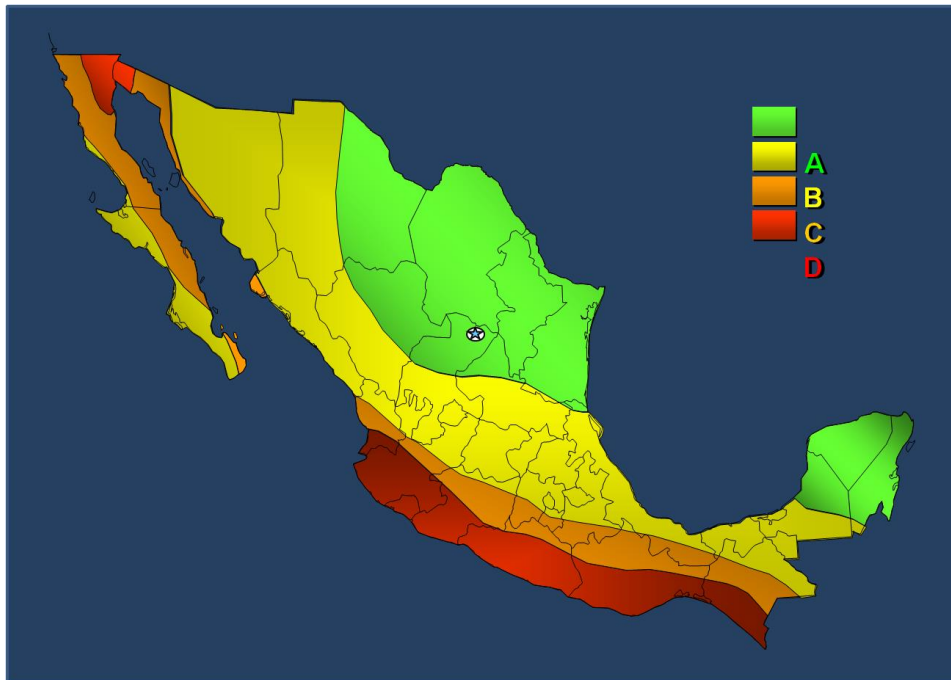


Figura IV.8. Pendientes promedio en el SA y área del Proyecto.

## SUSCEPTIBILIDAD A RIESGOS

La república mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Estas zonas son un reflejo de qué tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

Con base en esta regionalización sísmica de la república mexicana, publicada en el capítulo “Diseño por Sismo” del Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (2008), es posible determinar que el SA y Proyecto se ubican en la zona sísmica A, la cual es una zona con un peligro sísmico muy bajo (Figura IV.9).



**Figura IV.9. Regionalización sísmica de la república mexicana.** La estrella indica la ubicación aproximada del SA definido para el Proyecto.

Empleando el visualizador de mapas de peligros del Centro Nacional de Prevención de Desastres, para el SA no se registran riesgos geológicos (sismos, tsunamis, volcanes activos), ni tampoco riesgos químicos (derrames de sustancias tóxicas, sustancias inflamables). En cuanto a riesgos hidrometeorológicos, se ha registrado un potencial de peligro por granizadas de baja intensidad, peligro por inundaciones medio y se tiene el registro de sequías históricas de 1970-1978 (CENAPRED, 2011).

Teniendo en cuenta lo indicado, la zona del SA no presenta potencial para la ocurrencia de colapsos, no tiene potencial para la generación de flujos y tampoco es susceptible a hundimientos y deslizamientos.

## SUELOS

De acuerdo con el INEGI (2005) y con base en las Cartas Edafológicas (escala 1:250000) los suelos dominantes en el Sistema Ambiental corresponden al Litosol, le siguen el Xerosol (háptico y cálcico) y la Rendzina (Figura IV.10). LA Rendzina es el suelo predominante en el Polígono de Proyecto.

Para efectos de mejor análisis de las unidades de suelo que se presentan en el SA y sitio de Proyecto, se caracterizó la edafología sólo mencionando aquellas combinaciones de tipo de suelo que tengan una presencia significativa e importancia en cuanto a su cobertura, los tipos de suelo predominantes en el SA, de acuerdo con su origen, son:

- **Litosol.** Suelos muy delgados, con una profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de un estrato duro, continuo y coherente, que puede ser roca, tepetate o caliche endurecido. Presentan un horizonte superficial de color pardo oscuro y textura de migajón arcillo arenoso. Tienen bajo contenido de materia orgánica y alto en calcio, ya que se están desarrollando a partir de rocas sedimentarias.

Se encuentra sobre las sierras de Concepción del Oro y El Astillero, así como en barrancas y lomeríos. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en que se encuentren, de la topografía y del mismo suelo; puede ser desde moderada hasta muy alta. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades y su símbolo es (I).

- **Rendzina.** Suelos con un horizonte superficial gris oscuro rojizo que contiene o que está inmediatamente sobre material calcáreo con un equivalente de carbonato de calcio de más de 40 % y que de ordinario contiene fragmentos de la roca madre. Menores de 50 cm de profundidad, limitada por la presencia de roca caliza o caliche endurecido (petrocálcico).

La textura es de migajón arcillo arenoso a arcillosa y la estructura de granular a bloques pequeños subangulares, bien desarrollada. Ricos en materia orgánica, la cual se encuentra en un estado avanzado de humificación.

Se ubican sobre las laderas de las sierras y los lomeríos bajos de conglomerado del SA. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados, pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión, no tienen subunidades y su símbolo es (E).

- **Xerosol cálcico.** Suelos profundos, mayores de 150 cm, presentan un horizonte superficial de 15 a 20 cm de espesor, pero puede ser más delgado, de color rojo amarillento a pardo o pardo grisáceo, de textura migajón arcilloso, el contenido de materia orgánica es de 2.3 %. Se ubican sobre las partes planas o ligeramente onduladas del SA; en las partes más bajas de la llanura aluvial presentan problemas de salinidad.

Son suelos con baja susceptibilidad a la erosión, salvo cuando están en pendientes y sobre caliche, en donde si se presenta este problema. Se utilizan en el pastoreo extensivo de ganado vacuno y caprino, con rendimientos variables en función de la vegetación.

También se aprovechan los matorrales en donde se tienen plantas de lechuguilla y candelilla. La agricultura de temporal es insegura y de bajos rendimientos, aunque por lo general, estos suelos resultan muy fértiles si se riegan, pero en el SA esto es difícil o imposible por falta de agua. Su símbolo es (Xk).

- **Xerosol háplico.** De acuerdo con el INEGI, este tipo de suelo se define como un "Xerosol sin ninguna otra característica"; por lo que se indican a continuación las características definidas para el Xerosol.

Suelos de regiones áridas, con una capa superficial delgada de desarrollo débil, la cual es pobre en materia orgánica, pero rica en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na). El símbolo del Xerosol háplico es Xh.

De acuerdo con la carta de erosión del INEGI, escala 1:250,000, el SA presenta diferentes tipos de erosión: i) Degradación química por declinación de fertilidad, ii) Erosión hídrica con pérdida de suelo superficial y v) Erosión hídrica con deformación de terreno. La degradación química por declinación de fertilidad es la condición erosiva que se identificó como presente en el polígono de Proyecto (Figura IV.11).

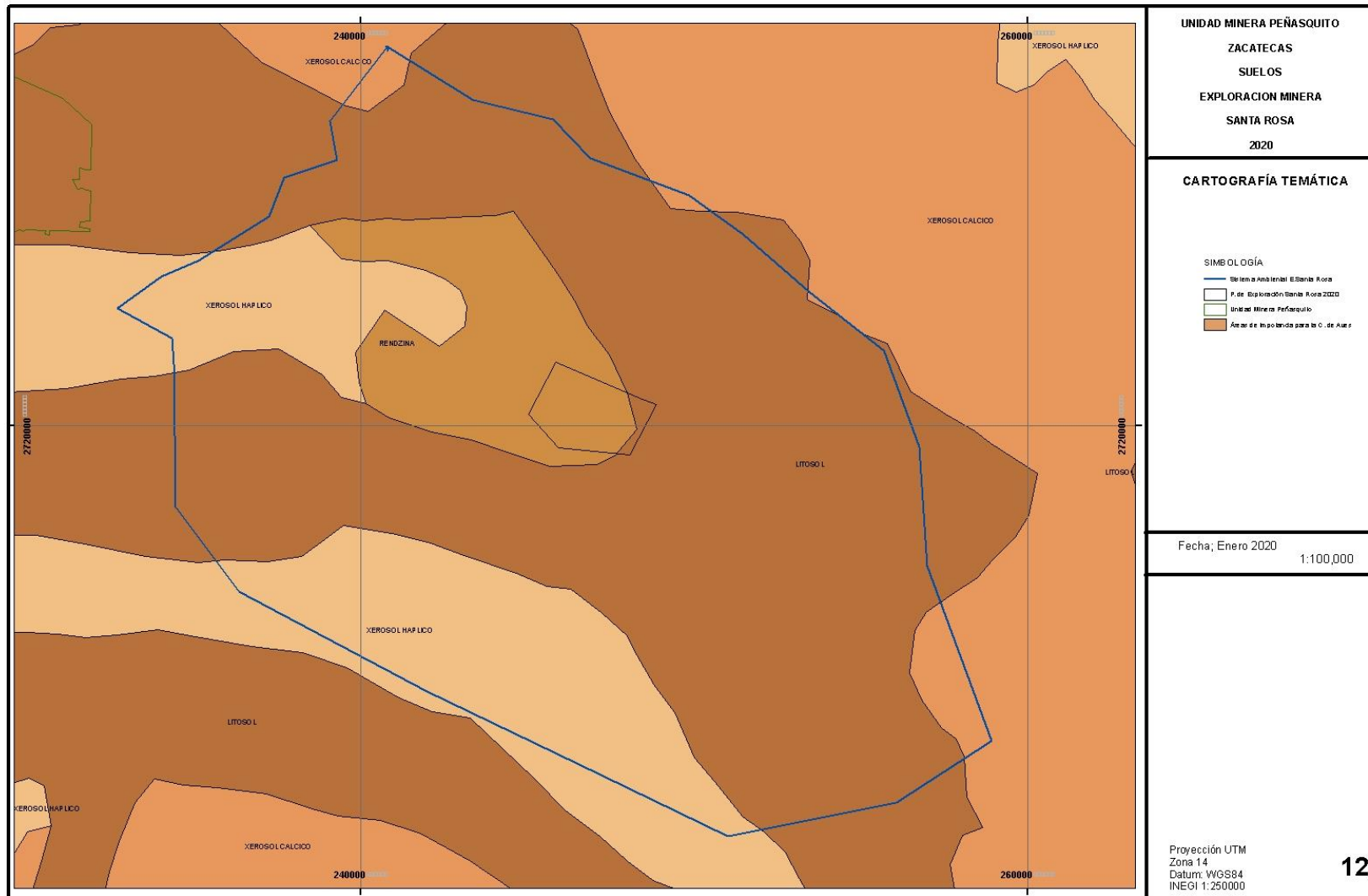


Figura IV.10. Tipos de suelo en el área de estudio (SA y área del Proyecto).

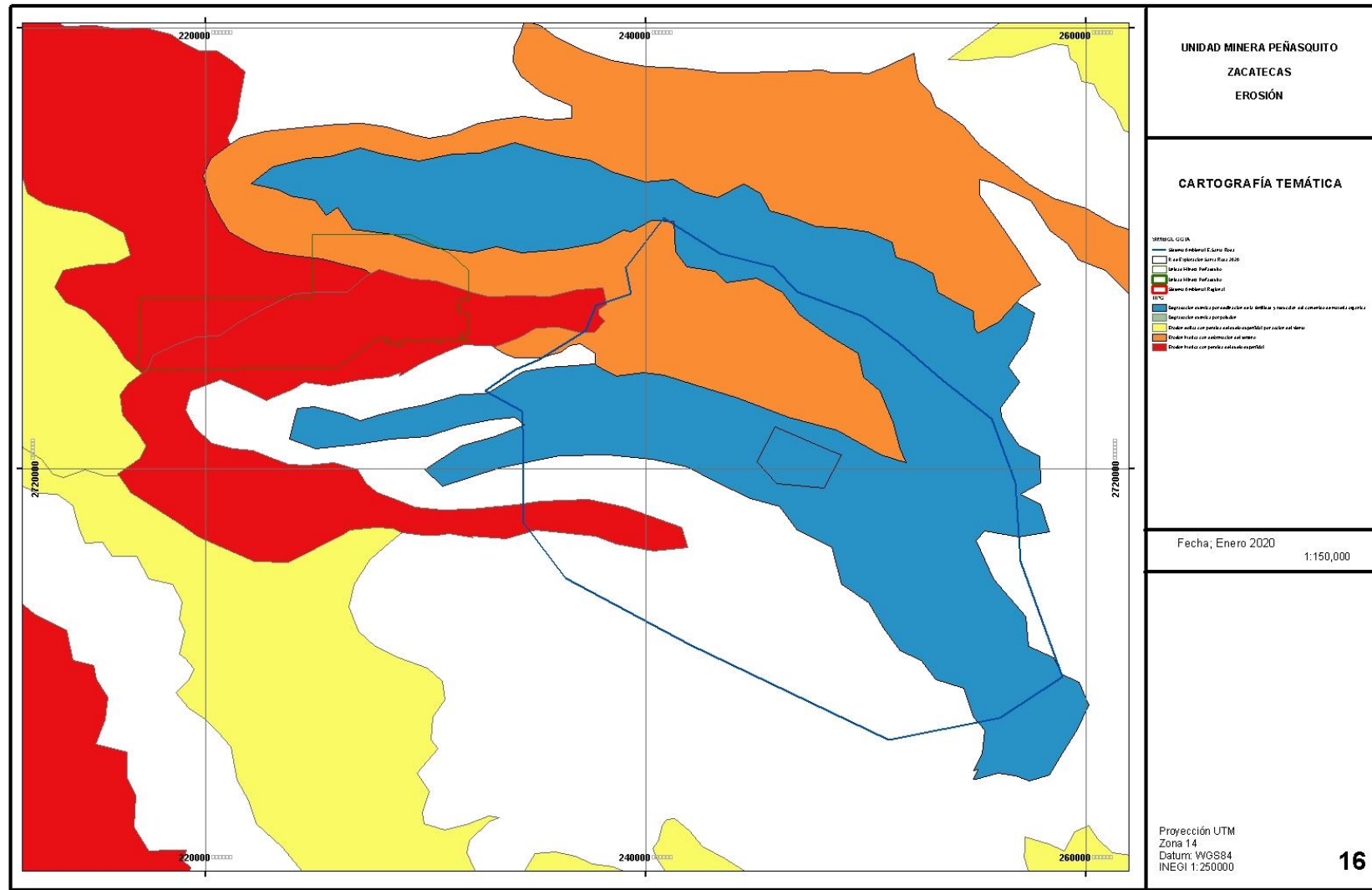
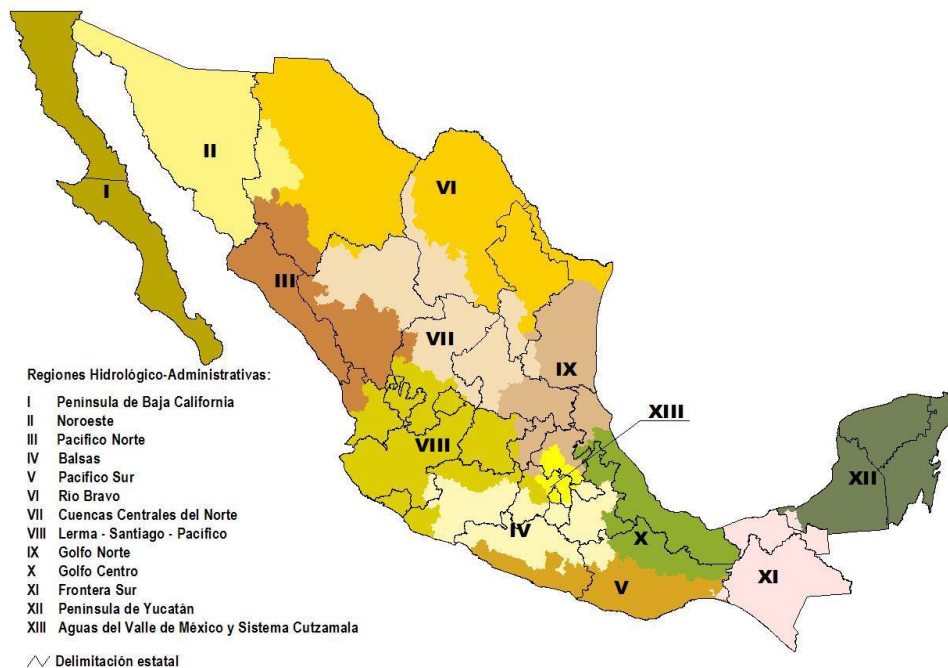


Figura IV.11. Tipos de erosión identificados en el SA y área del Proyecto.

## HIDROLOGÍA

### HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

En 2005, la Comisión Nacional del Agua dividió la república mexicana en 13 regiones hidrológicas administrativas (RH), las cuales están definidas de acuerdo con criterios tanto hidrológicos como geológicos. Dichas regiones están constituidas por una o varias cuencas hidrológicas (Figura IV.12).



**Figura IV.12. Regiones hidrológicas administrativas de la República Mexicana.**

Así tenemos que, el territorio del estado de Zacatecas pertenece a las Regiones Hidrológicas Cuencas Centrales del Norte, Lerma-Santiago–Pacífico y una pequeña parte a la Pacífico Norte. La Región Hidrológica Administrativa (RHA) Cuencas Centrales del Norte cubre mayor extensión de Zacatecas y es donde se ubica el SA y el área de Proyecto.

La RHA VII-Cuencas Centrales del Norte tiene una superficie de 185,736.74 km<sup>2</sup> que corresponde al 9.10 % de la superficie nacional. Está integrada parcialmente por cuatro estados: Coahuila, Durango, San Luís Potosí y Zacatecas; 78 municipios; 8,104 localidades; 65 acuíferos y 50 cuencas hidrográficas. Su altitud predominante es superior a los 1,000 msnm. Está conformada por una meseta cerrada de carácter continental, bordeada por

sierras y serranías. Su pendiente predominante es suavemente inclinada (39 %) y la cobertura vegetal, está compuesta principalmente por matorral desértico (52 %).

En términos de áreas de inundación, la RHA VII se ubica dentro de tres Regiones Hidrológicas: la No. 35 Mapimí, No. 36 Nazas–Aguanaval y No. 37-El Salado. Esta última es donde se ubica el SA y área de Proyecto (Figura IV.13).

La Región Hidrológica No. 37-El Salado, está constituida por una serie de cuencas cerradas de diferentes dimensiones; en su mayor extensión carece de corrientes superficiales permanentes. Los escurrimientos fluyen con base en estas cuencas hidrológicas.

Una de estas cuencas es la Sierra de Rodríguez, la cual es de tipo endorreica, con un patrón de drenaje de tipo dendrítico con lagunas intermitentes en sus partes más bajas; carece de corrientes perennes de importancia. Toma su nombre de la parte más elevada de la zona donde fluyen en época de lluvias algunos arroyos, que desaparecen debido a los altos porcentajes de infiltración y evapotranspiración. Tiene una superficie de 3,935.26 km<sup>2</sup>. De manera más específica, el Proyecto se encuentra ubicado en la porción Oeste de esta cuenca.

Para la cuenca Sierra de Rodríguez se estima un volumen disponible de 60.31 millones de metros cúbicos y se clasifica como "con Disponibilidad"<sup>21</sup>. Se indica esto aún y cuando el Proyecto no pretende el aprovechamiento de ningún cuerpo de agua.

#### **EMBALSES Y CUERPOS DE AGUA CERCANOS**

En el SA no existen cuerpos de agua ni obras hidráulicas de importancia regional, sólo algunos bordos de agua de capacidad reducida, los cuales se han construido con la finalidad de captar y almacenar agua de escurrimientos en pequeñas áreas de drenaje y

---

<sup>21</sup> Con base en información del ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas: Sierra Madre Oriental, Matehuala, Sierra de Rodríguez, Camacho-Gruñidora, Fresnillo-Yescas, Presa San Pablo y otras, Presa San José-Los Pilares y otras y Sierra Madre, mismas que forman parte de la región hidrológica número 37 El Salado, con base en la Norma Oficial Mexicana "NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del Recurso Agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", expedido por la Comisión Nacional del Agua el 17 de diciembre de 2009 y publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 25 de mayo de 2010.



tener así un abasto de agua para el ganado. Estas estructuras están ausentes en el área de Proyecto.

### **HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

Tanto el SA como el polígono de Proyecto se asientan sobre rocas sedimentarias del Cretácico; este material se considera de permeabilidad baja (Figura IV.15).

De forma un poco más específica, se puede indicar que el SA y polígono de Proyecto se ubican sobre el acuífero Guadalupe Garzarón. De acuerdo con el documento "Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Guadalupe Garzarón (3220), Estado de Zacatecas", este acuífero -identificado con clave 3220 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo de las Aguas Subterráneas (SIGMAS) de la CONAGUA- abarca principalmente los municipios de Mazapil y Concepción del Oro.

El acuífero Guadalupe Garzarón pertenece al Organismo de Cuenca VII "Cuencas Centrales del Norte", y es jurisdicción territorial de la Dirección Local Zacatecas. Su territorio se encuentra sujeto a las disposiciones del "*Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en las zonas no vedadas, así como en el resto de los Municipios del Estado de Zacatecas y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en los municipios señalados*" publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 8 de mayo de 1988. Esta veda es tipo III, en las que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2008, los municipios de Mazapil y Concepción del Oro se encuentran dentro de la zona de disponibilidad 7. El usuario principal del agua es el doméstico y pecuario. En el acuífero no se localiza distrito de riego alguno, ni tampoco se ha constituido a la fecha un Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

De acuerdo con los resultados reportados en el último censo realizado en el año 2007, se registraron un total de 151 obras en el acuífero que aprovechan el agua subterránea, de

las cuales 138 son pozos y 13 norias. Del total de obras, 109 están activas y las 42 restantes inactivas. De las obras activas, 32 se utilizan para uso doméstico, 25 al uso pecuario, 19 al uso agrícola, 12 al uso público-urbano, 12 al uso pecuario y doméstico, cuatro al uso de servicios, tres en los usos agrícola y doméstico, uno más en los usos agrícola, pecuario y doméstico y 1 solo pozo para uso industrial.

El volumen de extracción conjunta asciende a 9.100 Hm<sup>3</sup> anuales, destinados casi en su totalidad a satisfacer las necesidades del uso doméstico y pecuario.

Cabe recordar que el Proyecto no contempla el uso o explotación de acuíferos ni de agua procedente de mantos freáticos o cuerpos de agua superficiales.

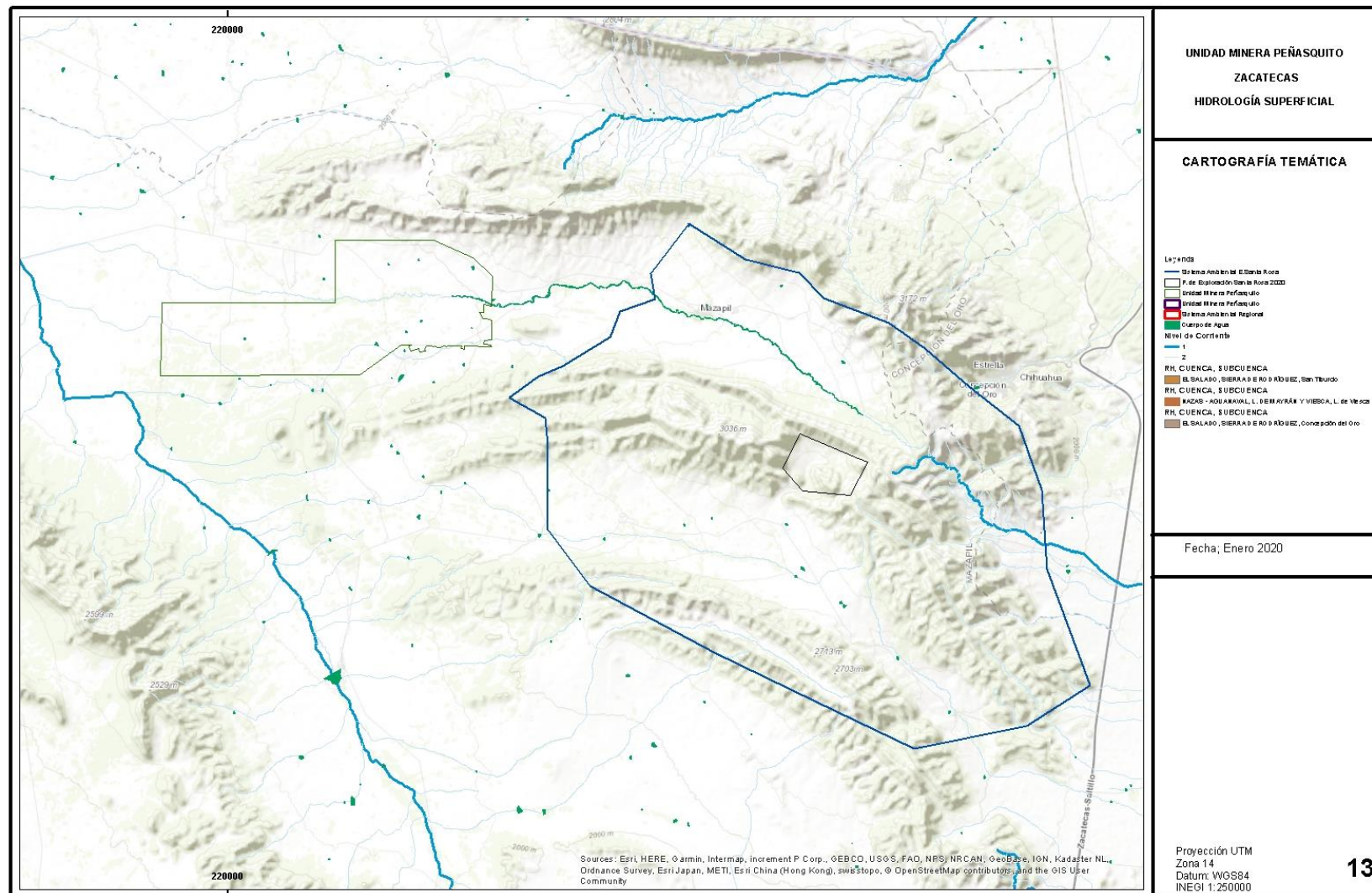


Figura IV.13. Hidrología superficial en la zona de Proyecto y SA.

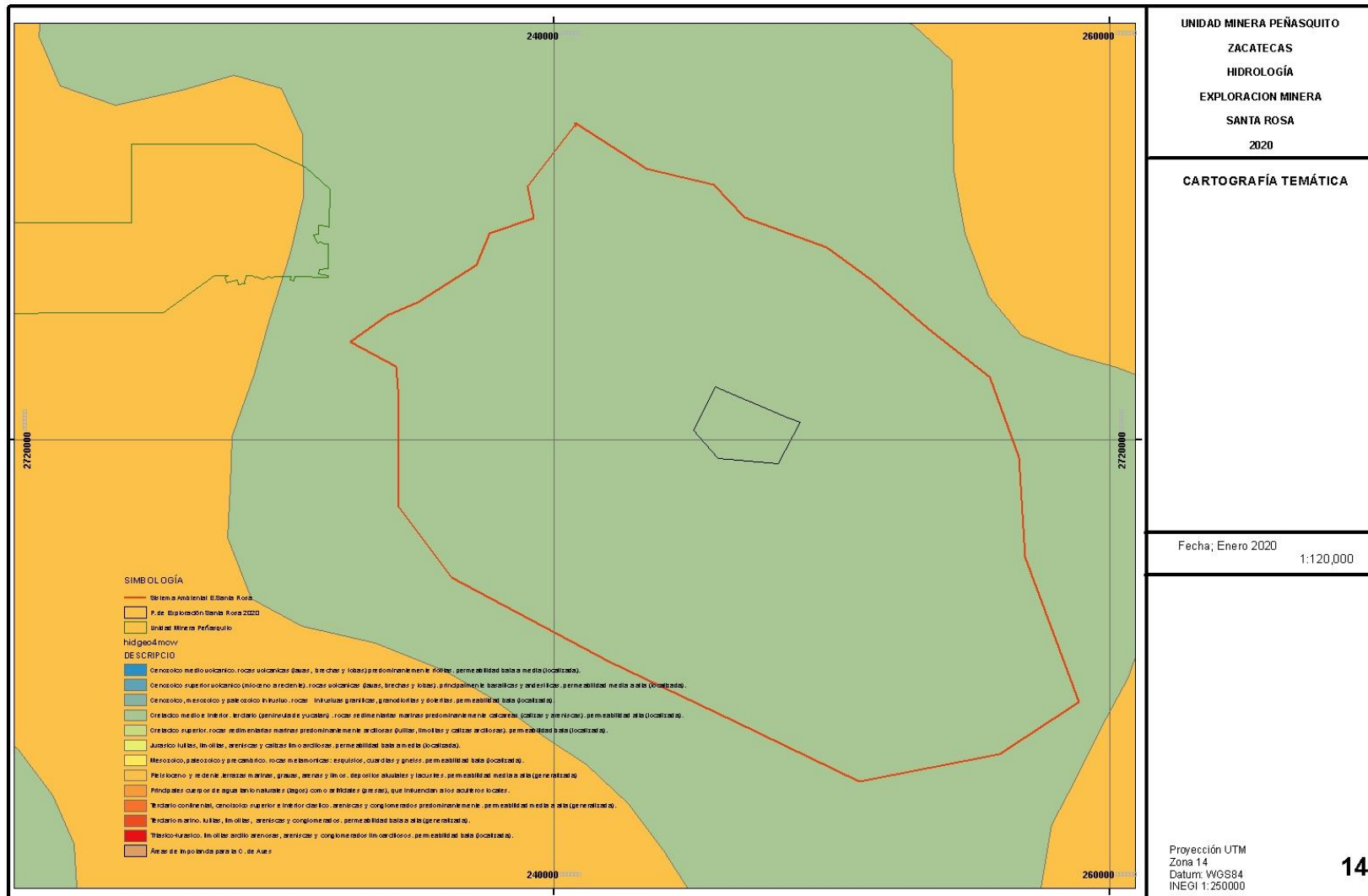


Figura IV.14. Permeabilidad de acuerdo con el tipo de roca en el SA y área del Proyecto.

## **IV.3.1.2 MEDIO BIÓTICO**

### **IV.3.1.2.1 VEGETACIÓN EN EL SA**

La vegetación es el componente ambiental de mayor importancia biológica dentro del ecosistema, ya que está representado por productores primarios, genéticamente seleccionados y adaptados a las condiciones climáticas.

En el estado de Zacatecas convergen cuatro provincias florísticas: 1) Sierra Madre Occidental, 2) Sierra Madre Oriental, 3) Altiplanicie y 4) Costa Pacífica; tanto el SA, el AI y el sitio de Proyecto, se encuentran dentro de la provincia florística Altiplanicie, también conocido como Altiplano Mexicano.

#### **TIPO DE VEGETACIÓN**

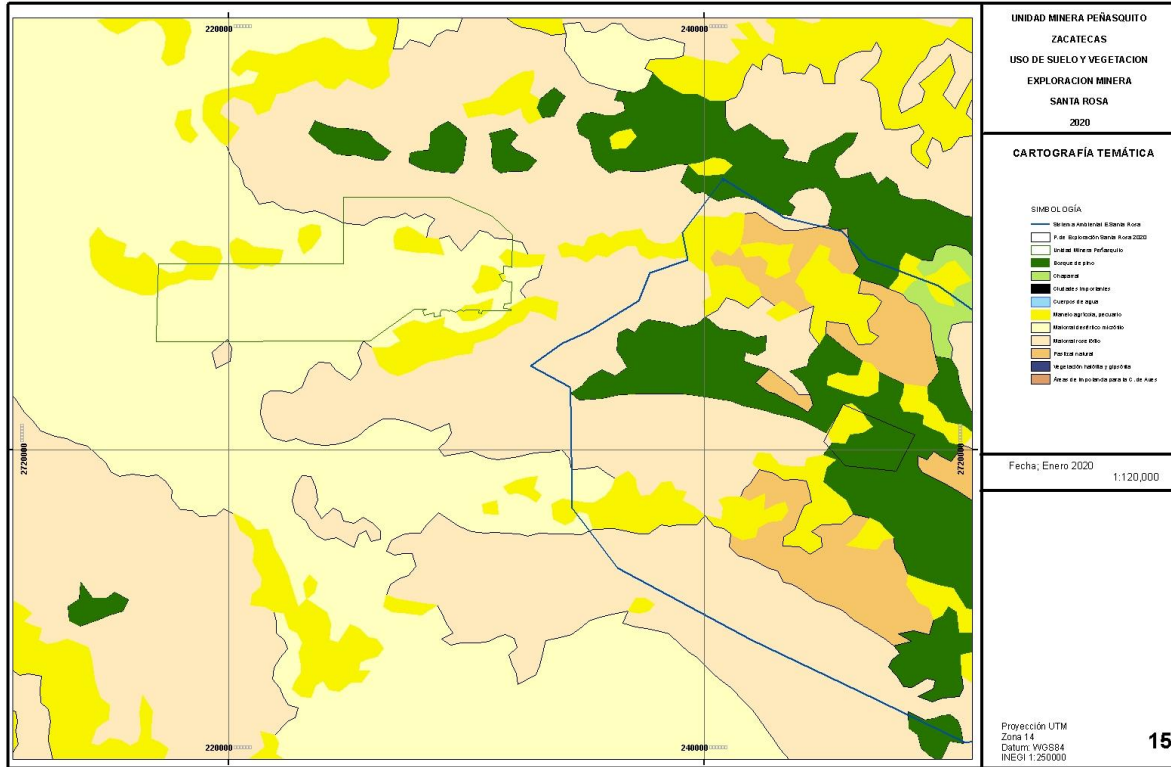
La vegetación en el SA pertenece a la flora del reino Neotropical, donde se incluyen las regiones del país con clima caliente y seco, y semiseco: la Región Xerofítica Mexicana, caracterizada por su clima árido y semiárido; y la Provincia de la Altiplanicie, que se extiende desde Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Puebla, siendo la más extensa de las reconocidas en México.

La Provincia de la Altiplanicie presenta un considerable número de especies endémicas y su abundancia es favorecida por la diversidad de sus sustratos geológicos. El número de géneros restringidos a esta provincia es de 16 si se toman en cuenta sólo las plantas leñosas, destacando los géneros Ariocarpus, Eutetras, Grusonia, Lophophora, Sartwellia y Sericodes.

En una escala más regional, el SA se encuentra dentro de la llamada Provincia del Altiplano Sur, donde predominan los climas semiáridos y la precipitación anual en el 70 % de su superficie no supera los 500 mm de precipitación, por ello la vegetación dominante es de matorrales xerófilos y pastizales (Espinosa, Organista & Ocegueda, Cruz, 2008).

De acuerdo con la Carta de uso de suelo y vegetación de INEGI serie VI, en el SA se asientan los tipos de vegetación de: i) Matorral rosetófilo, ii) Bosque de pino, iii) Pastizal

natural, iv) Matorral desértico micrófilo, v) Chaparral y vi) Manejo agrícola-pecuario (Figura IV.15).



**Figura IV.15. Uso de suelo y vegetación dentro del Sistema Ambiental.**

Sin embargo, con base en los resultados del trabajo de campo, se determinó que en SA definido para el Proyecto se considera que existe la presencia de cinco tipos de vegetación (Tabla IV.4).

**Tabla IV.4. Uso de suelo y vegetación dentro del Sistema Ambiental (SA).**

CLAVE	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN
BP	Bosque de pino
VsaBP	Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino
MC	Matorral de Coníferas
MDR	Matorral desértico rosetófilo
MDM	Matorral desértico micrófilo

El Bosque de pino se caracteriza por la presencia del género *Pinus spp.* en un porcentaje mayor del 80 %. En el SA se localiza -al igual que la VsaBP- principalmente en las zonas más altas o regiones montañosas, en climas donde la temperatura media anual fluctúa entre 10 a 18 °C, y en altitudes entre 1,500 y 3,000 msnm. Las especies de pino presentes

son *Pinus cembroides* y *P. pinceana*. Cabe indicar que el tipo de vegetación con mayor cobertura en el SA es la VsBP con el 30.09 %, el MDM representa el 23.58 %, el BP el 20.71 %, el MDR 17.72 % y finalmente el MC con el 7.91 %.

### **BOSQUE DE PINO (BP)**

El Bosque de pino es la comunidad vegetal que ocupa la mayor parte de la superficie forestal de las porciones superiores de los sistemas montañosos del país, la cual está compartida por las diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y en la mayoría de las veces de encino (*Quercus spp.*). En el Sistema Ambiental del Proyecto esta comunidad se encuentra dominada principalmente por *Pinus cembroides* y en menor abundancia por *Juniperus saltilensis* y *Pinus pinceana*. Presenta tres estratos bien definidos, sin embargo, en algunas zonas el estrato arbustivo puede llegar a ser el más abundante.

### **VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO (VsBP)**

Al norte y Sur del SA se localiza la VsBP<sup>22</sup>, la cual está directamente asociada al BP por lo que su composición florística es similar; su diferencia principal es que la VsBP presenta una mayor frecuencia de especies con hábito arbustivo y herbáceo (incluyendo especies de afinidad xerófila). Los principales componentes florísticos de este tipo de vegetación son; *Quercus striatula*, *Agave salmiana* y *Mimosa aculeaticarpa*.

### **MATORRAL DE CONÍFERAS (MC)**

Comunidad compuesta por coníferas menores a 5 m de altura. Se localiza en las partes altas de las montañas del SA, en suelos de tipo Castañozem y Calcisol. Son comunes los ejemplares arbustivos de *P. cembroides* y *J. saltilensis*; también son comunes elementos característicos del MDR como los son *Yucca filifera* y varias especies de *Agave*.

### **MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO (MDM)**

Este tipo de vegetación se distribuye en las zonas más bajas del SA, en llanuras con suelo profundo, así como las partes inferiores de los abanicos aluviales y en laderas de los cerros formando parte del ecotono con el MDR.

---

<sup>22</sup> Se considera “vegetación secundaria” a una fase sucesional que se desarrolla a partir del hecho que algunas especies de plantas logran establecerse en áreas con condiciones distintas a las que normalmente se establecen, este proceso está propiciado tanto por efectos antrópicos o procesos ecológicos naturales propios de las comunidades vegetales.

Presenta tres estratos bien definidos: i) el estrato arbóreo ésta compuesto por pocas especies dentro de las que destacan *Y. filifera* y *Prosopis glandulosa*; ii) un estrato arbustivo dominante donde las especies más representativas son *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua* y *Agave lechuguilla* y iii) un estrato herbáceo compuesto por diferentes especies de temporada.

### **MATORRAL DESÉRTICO ROSETÓFILO (MDR)**

El MDR se distribuye entre el MDM y la VsaBP, principalmente en las laderas que presentan altitudes medias.

Esta vegetación presenta tres estratos bien definidos. Las especies más representativas en el estrato arbóreo son *Yucca carnerosana*, *Chilopsis linearis* y *J. saltillensis*. El estrato arbustivo es más abundante y lo conforman especies como *Calliandra eriophylla*, *Lindleya mespiloides*, *Acacia neovernicosa* y *Agave scabra*.

### **CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN**

La información de vegetación aquí presentada fue obtenida a partir de un muestreo aleatorio en toda el Sistema Ambiental.

El muestreo consistió en el establecimiento unidades circulares (rodales) con radio de 17.84 m<sup>23</sup>, distribuidas en las 4 direcciones cardinales dentro del SA. En esta área fueron muestreados todos los elementos del estrato arbóreo incluyendo los individuos de renuevo En un círculo concéntrico con radio de 12.62 m (superficie de 500 m<sup>2</sup>) fueron muestreados los arbustos y elementos de las familias Agavaceae y Cactaceae que estuvieran presentes. En un círculo concéntrico menor (5.64 m de radio, superficie equivalente de 100 m<sup>2</sup>), fueron muestreadas las herbáceas. El listado florístico (riqueza de especies), fue elaborado con la identificación de las especies presentes en estos rodales.

Los resultados obtenidos muestran que en el SA se tiene el registro de 222 especies, pertenecientes a 53 Familias y 137 Géneros (Tabla IV.5).

<sup>23</sup> Equivalente a 1000 m<sup>2</sup> por cada sitio rodal, este método se basa en lo propuesto por Rodríguez (1953) para inventario forestales en México.



**Tabla IV.5. Especies vegetales presentes en el SA definido para el Proyecto. NOM-059: Pr= Protección especial.**

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059
Amaranthaceae	Atriplex	<i>Atriplex canescens</i>	Cenizo	
Anacardiaceae	Rhus	<i>Rhus microphylla</i>	Agrillo	
		<i>Rhus trilobata</i>	Zumaque Apestoso	
		<i>Rhus virens</i>	Capulín	
Apocynaceae	Asclepias	<i>Asclepias linaria</i>	Pinillo	
Asparagaceae	Agave	<i>Agave scabra</i>	Magüey de Cerro	
		<i>Agave filifera</i>	Magüey	
		<i>Agave gentryi</i>	Magüey Verde	
		<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	
		<i>Agave salmiana</i>	Magüey Verde	
		<i>Agave striata</i>	Magüey Espadín	
	Nolina	<i>Nolina cespitifera</i>	Cortadillo	
Yucca	<i>Yucca carnerosana</i>	Palma samandoca		
	<i>Yucca filifera</i>	Palma china		
Dasyliirion	<i>Dasyliirion cedrosanum</i>	Sotol		
Asphodelaceae	Asphodelus	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín	
Parthenium	<i>Parthenium argentatum</i>	Guayule		
	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola		
Acourtia	<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	Nube Cimarrón		
	<i>Acourtia nana</i>	Clavelito		
Ageratina	<i>Acourtia parryi</i>	Clavelito		
	<i>Ageratina scorodonioides</i>	Amargoso		
Artemisia	<i>Ageratina wrightii</i>			
	<i>Artemisia dracunculus</i>	Estafiate		
Aster	<i>Artemisia ludoviciana</i>	Estafiate		
	<i>Aster subulatus</i>			
Baccharis	<i>Baccharis squarrosa</i>			
	<i>Baccharis sulcata</i>			
Bahia	<i>Bahia absinthifolia</i>			
	<i>Bidens ferulifolia</i>	Rosilla		
Bidens	<i>Bidens odorata</i>	Aceitilla		
	<i>Brickellia laciniata</i>			
Brickellia	<i>Brickellia secundiflora</i>	Jara Blanca		
	<i>Brickellia subuligera</i>			
	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Estrellita		
Chrysactinia	<i>Chrysactinia mexicana</i>	Damianita		
Dahlia	<i>Dahlia tubulata</i>			
Dyssodia	<i>Dyssodia papposa</i>			
Eupatorium	<i>Eupatorium pulchellum</i>			
	<i>Flourensia cernua</i>	Hojasen		
Gnaphalium	<i>Gnaphalium sp.</i>	Gordolobo		
	<i>Gnaphalium viscosum</i>	Gordolobo		
	<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i>	Gordolobo		
Gochnatia	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	Ocotillo		
Gymnosperma	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho		
Heterotheca	<i>Heterotheca inuloides</i>	Árnica		
Jefea	<i>Jefea brevifolia</i>	Hoja corta		
Montanoa	<i>Montanoa leucantha</i>	Talaco		
Pseudognaphalium	<i>Pseudognaphalium canescens</i>	Gordolobo		
Senecio	<i>Senecio flaccidus</i>			
	<i>Stevia lucida</i>	Hierba de la Araña		
	<i>Stevia salicifolia</i>	Chacal		
	<i>Stevia serrata</i>	Burrillo		
Stevia	<i>Stevia viscida</i>	Hierba de la Pulga		
	<i>Tagetes lunulata</i>	Flor de muerto		
Tagetes	<i>Tagetes micrantha</i>	Anisillo		
	<i>Thymophylla setifolia</i>	Paraleña		
Viguiera	<i>Viguiera cordifolia</i>			
	<i>Viguiera stenoloba</i>			
Zinnia	<i>Zinnia acerosa</i>			
	<i>Zinnia angustifolia</i>	Clavelón		

Berberidaceae	Berberis	<i>Berberis trifoliolata</i>	Palo Amarillo		
Bignoniaceae	Chilopsis	<i>Chilopsis linearis</i>			
Boraginaceae	Tiquilia	<i>Tiquilia greggii</i>	Hierba del Cenizo		
Brassicaceae	Lepidium	<i>Lepidium alyssoides</i>			
	Lesquerella	<i>Lesquerella fendleri</i>			
Bromeliaceae	Hechtia	<i>Hechtia glomerata</i>	Guapilla		
	Tillandsia	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinita		
	Ariocarpus	<i>Ariocarpus retusus</i>	Peyote cimarrón	Pr	
	Corynopuntia	<i>Corynopuntia schottii</i>			
	Coryphantha	<i>Coryphantha delicata</i>		Pr	
	Cylindropuntia	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi		
		<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Tasajillo		
		<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Clavelina		
	Echinocactus	<i>Echinocactus horizonthalonius</i>	Biznaga Meloncillo		
		<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga Burra	Pr	
	Echinocereus	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Alicoche		
		<i>Echinocereus parkeri</i>	Alicoche		
		<i>Echinocereus pectinatus</i>	Alicoche Peine		
		<i>Echinocereus pentalophus</i>	Alicoche falso		
		<i>Echinocereus stramineus</i>	Alicoche		
	Escobaria	<i>Escobaria dasyacantha</i>			
	Ferocactus	<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga roja	Pr	
Cactaceae		<i>Mammillaria formosa</i>	Biznaga finamente formada		
	Mammillaria	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga Chilitos		
		<i>Mammillaria lasiacantha</i>	Biznaga de Espinas Pubescentes		
	Neolloydia	<i>Neolloydia conoidea</i>	Biznaga Cónica		
		<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Nopal Arrastradillo		
		<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal de Engelmann		
		<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo		
		<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador		
		Opuntia	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal Rastrero	
			<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	
			<i>Opuntia stenopetala</i>	Arrastradillo	
			<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	
			<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	
	Stenocactus	<i>Stenocactus multicostatus subsp. zacatecasensis</i>	Biznaga Ondulada de Muchas Costillas		
Celastraceae	Mortonia	<i>Mortonia palmeri</i>	Afinador		
Cistaceae	Helianthemum	<i>Helianthemum glomeratum</i>	Damiana		
Comelinaceae	Commelina	<i>Commelina erecta</i>			
	Tradescantia	<i>Tradescantia crassifolia</i>			
Convolvulaceae	Cuscuta	<i>Cuscuta</i> sp.			
Crassulaceae	Echeveria	<i>Echeveria agavoides</i>	Conchita maguey		
		<i>Echeveria paniculata</i>	Conchita maguey		
	Sedum	<i>Sedum wrightii</i>			
Cucurbitaceae	Cucurbita	<i>Cucurbita foetidissima</i>	Calabacilla Loca		
Cupressaceae	Juniperus	<i>Juniperus saltillensis</i>	Táscate		
Ephedraceae	Ephedra	<i>Ephedra aspera</i>	Canutillo		
		<i>Ephedra compacta</i>	Sanguinaria		
Ericaceae	Arbutus	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño		
	Arctostaphylos	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Pingüica		
	Acalypha	<i>Acalypha monostachya</i>	Hierba del Cáncer		
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton dioicus</i>	Suapatle		
	Euphorbia	<i>Euphorbia campestris</i>			
	Jatropha	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de Drago		
	Acacia	<i>Acacia constricta</i>	Vara prieta		
		<i>Acacia glandulifera</i>	Colmillo de víbora		
		<i>Acacia neovernicosa</i>	Vara prieta		
Fabaceae	Calliandra	<i>Calliandra eriophylla</i>	Charrasquillo		
	Cologania	<i>Cologania angustifolia</i>	Guía		
	Dalea	<i>Dalea bicolor</i>	Engorda cabra		
		<i>Dalea capitata</i>			
		<i>Dalea foliolosa</i>	Almaraduz		

	Desmodium	<i>Desmodium subrosum</i>	
	Eysenhardtia	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	
	Lupinus	<i>Lupinus montanus</i>	Garbancillo
	Mimosa	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño
		<i>Mimosa zygophylla</i>	Uña de gato
	Prosopis	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite
	Senna	<i>Senna wislizeni</i>	Carrozo
		<i>Quercus eduardii</i>	Encino blanco
		<i>Quercus greggii</i>	
Fagaceae	Quercus	<i>Quercus grisea</i>	Encino Gris
		<i>Quercus laeta</i>	Roble Blanco
		<i>Quercus potosina</i>	
		<i>Quercus prinlei</i>	Chaparro
		<i>Quercus striatula</i>	Encinillo
Fouquieriaceae	Fouquieria	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo
Garryaceae	Garrya	<i>Garrya ovata</i>	Zumaque
Koeberliniaceae	Koeberlinia	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Corona de Cristo
Krameriaceae	Krameria	<i>Krameria cytisoides</i>	Chayotillo
		<i>Salvia ballotiflora</i>	Mejorana
Lamiaceae	Salvia	<i>Salvia coulteri</i>	
		<i>Salvia greggii</i>	
		<i>Salvia salicifolia</i>	
	Stachys	<i>Stachys coccinea</i>	Mirto
Loasaceae	Mentzelia	<i>Mentzelia hispida</i>	Pega ropa
Nyctaginaceae	Mirabilis	<i>Mirabilis glabrifolia</i>	
Oleaceae	Forestiera	<i>Forestiera angustifolia</i>	
Onagraceae	Oenothera	<i>Oenothera suffrutescens</i>	
		<i>Castilleja lanata</i>	
Orobanchaceae	Castilleja	<i>Castilleja lithospermoides</i>	
		<i>Castilleja tenuiflora</i>	Garañona
Oxalidaceae	Oxalis	<i>Oxalis albicans</i>	Trébol
		<i>Oxalis latifolia</i>	Trébol
Papaveraceae	Argemone	<i>Argemone mexicana</i>	Chicalote
Pinaceae	Pinus	<i>Pinus cembroides</i>	Pino Piñonero
		<i>Pinus pinceana</i>	Pino piñonero llorón P
Plantaginaceae	Maurandya	<i>Maurandya antirrhiniflora</i>	Hierba del Corazón
	Aristida	<i>Aristida adscensionis</i>	Pasto
		<i>Aristida schiedeana</i>	Tres barbas abierto
	Bouteloua	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Banderilla
		<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita azul
		<i>Bouteloua hirsuta</i>	Gramma
		<i>Bouteloua radicata</i>	Navajita morada
	Cenchrus	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Zacate Buffel
	Dasyochloa	<i>Dasyochloa pulchella</i>	
	Eragrostis	<i>Eragrostis intermedia</i>	
		<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate Llanero
Poaceae	Heteropogon	<i>Heteropogon contortus</i>	
	Lycurus	<i>Lycurus phleoides</i>	Palo bobo
		<i>Muhlenbergia distans</i>	
		<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	Cola de Zorra
	Muhlenbergia	<i>Muhlenbergia repens</i>	Liendrilla Aparejo
		<i>Muhlenbergia sp.</i>	Zacate
		<i>Muhlenbergia virescens</i>	Pastos
		<i>Muhlenbergia torreyi</i>	Zacate
	Rhynchelytrum	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado
	Setaria	<i>Setaria leucopila</i>	Zacate Tempranero
		<i>Setaria macrostachya</i>	Pajita Tempranera
	Sporobolus	<i>Sporobolus airoides</i>	Zacatón alcalino
		<i>Sporobolus indicus</i>	Cola de Ratón
Polemoniaceae	Loeselia	<i>Loeselia coerulea</i>	Jarrito
Polygonaceae	Eriogonum	<i>Eriogonum jamesii</i>	Flor de Borrego
Polypodiaceae	Polypodium	<i>Polypodium polypodioides</i>	Siempre viva
Pottiaceae	Aloina	<i>Aloina rigida</i>	
Pteridaceae	Adiantum	<i>Adiantum poiretii</i>	Helecho Culantrillo

	Astrolepis	<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla
	Notholaena	<i>Notholaena aschenborniana</i>	Helecho
	Argyrosma	<i>Argyrosma limitanea</i>	Culantrillo
	Pellaea	<i>Pellaea ovata</i>	Helecho
		<i>Pellaea ternifolia</i>	Helecho de Tres Hojas
	Cheilanthes	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho
		<i>Cheilanthes kaulfussii</i>	Helecho
		<i>Cheilanthes lendigera</i>	
		<i>Cheilanthes sinuata</i>	Helecho ondulado
Rhamnaceae	Ceanothus	<i>Ceanothus caeruleus</i>	Chaquira
		<i>Ceanothus greggii</i>	Palo de Zorrillo
	Condalia	<i>Condalia hookeri</i>	Abrojo
		<i>Condalia spathulata</i>	Abrojo
Rosaceae	Holodiscus	<i>Holodiscus fissus</i>	
	Cercocarpus	<i>Cercocarpus montanus</i>	
	Lindleya	<i>Lindleya mespiloides</i>	Barreta
	Prunus	<i>Prunus serotina</i>	Capulín
	Purshia	<i>Purshia plicata</i>	Rosa de Monte
Rubiaceae	Bouvardia	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla
	Galium	<i>Galium uncinatum</i>	
	Hedyotis	<i>Hedyotis palmeri</i>	
		<i>Hedyotis rubra</i>	
Santalaceae	Phoradendron	<i>Phoradendron bolleanum</i>	Muérdago
Saxifragaceae	Heuchera	<i>Heuchera rubescens</i>	
Scrophulariaceae	Buddleja	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán Blanco
		<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla
	Leucophyllum	<i>Leucophyllum minus</i>	Cenizo
Solanaceae	Lycium	<i>Lycium berlandieri</i>	Cilindrillo
	Nicotiana	<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo
		<i>Solanum brachistotrichum</i>	
		<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo
		<i>Solanum rostratum</i>	
Verbenaceae	Aloysia	<i>Aloysia gratissima</i>	Vara dulce
	Verbena	<i>Verbena perennis</i>	
Zygophyllaceae	Larrea	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora

Las familias mejor representadas son Cactaceae, Asteraceae, Poaceae, Asparagaceae y Fabaceae.

## ANÁLISIS DE DIVERSIDAD EN EL SA

Para el análisis de diversidad, el presente trabajo se enfocó en la zona de Bosque de pino (BP) y Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de pino (VsBP) por ser estos tipos de vegetación los presentes en el área de interés o de asentamiento para el Proyecto Exploración Minera Santa Rosa. Se presentan a continuación los valores de importancia de cada estrato en ambos tipos de vegetación en el SA.

### BOSQUE DE PINO (BP)

El estrato arbóreo del BP se encuentra representado principalmente por especies con un rango de altura de 3.7 hasta 6.9 m de, la altura promedio es de 5 m; el estrato arbóreo está conformado por 9 especies, *Pinus cembroides* es la especie que presenta mayor

abundancia, frecuencia y dominancia, por tanto, es la especie con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI de 126.92); le sigue en importancia *Juniperus Saltillensis* con un IVI de 27.62 (Tabla IV.6).

El estrato arbustivo presentó alturas desde los 0.10 m hasta los 2.5 m, el promedio general es de 0.75 m. La riqueza es de 86 especies, la de mayor importancia de acuerdo con sus valores de Abundancia, Frecuencia y Dominancia es *Agave Salmiana*, el IVI de esta especie se calculó en 18.24 (Tabla IV.7).

El estrato herbáceo está representado principalmente por especies cuyo rango de altura promedio fue de 0.38 m. La riqueza en este estrato fue de 84 especies; la de mayor importancia es *Tagetes micrantha* cuyo IVI fue calculado en 17.35 (Tabla IV.8).

De acuerdo con los valores del análisis de diversidad (índices Shannon y Equitatividad de Pielou)<sup>24</sup>, la diversidad del BP se puede considerar alta, respecto al resto de los tipos de vegetación del SA. Puede inferirse que los factores que inciden en este resultado son la alta riqueza de especies principalmente del estrato herbáceo y arbustivo, aunado a la abundancia y dominancia similar entre especies. Cabe mencionar que el BP es el tipo de vegetación que presenta la mejor calidad de conservación, así mismo en esta comunidad se encuentran una especie enlistada en la NOM-059 *Pinus pinceana*, la cual sólo se ubica en el SA.

---

<sup>24</sup>El Índice de Shannon fluctúa entre 0 y 5, valores inferiores a tres, denotan baja diversidad y superiores a este valor se interpretan como alta diversidad.

El Índice de Equidad de Pielou (J) va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a escenarios donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

**Tabla IV.6. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbóreo del Bosque de Pino del SA.** D=dominancia; A=abundancia, F=frecuencia, IVI= Índice de Valor de Importancia, AR= Abundancia relativa, DR= Dominancia relativa y Fr= Frecuencia relativa.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Juniperus saltillensis</i>	Táscate	27	3.50	3	5.67	16.18	5.77	27.62
<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	320	4.73	28	67.23	21.84	63.47	152.54
<i>Pinus pinceana</i>	Pino blanco	2	1.75	1	0.42	8.09	1.92	10.43
<i>Prunus serotina</i>	Capulín	14	4.03	1	2.94	18.64	1.92	23.51
<i>Quercus grisea</i>	Encino gris	50	0.77	5	10.50	3.56	9.62	23.68
<i>Quercus laeta</i>	Roble blanco	4	2.80	2	0.84	12.94	3.85	17.63
<i>Quercus potosina</i>	Encino	6	2.40	2	1.26	11.09	3.85	16.20
<i>Yucca carnerosana</i>	Palma samandoca	47	1.02	4	9.87	4.71	7.69	22.27
<i>Yucca filifera</i>	Palma china	6	0.63	1	1.26	2.93	1.92	6.11
<b>Total</b>		<b>476</b>	<b>21.63</b>	<b>52</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300.00</b>

**Tabla IV.7. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbustivo del Bosque de Pino del SA.** D=dominancia; A=abundancia, F=frecuencia, IVI= Índice de Valor de Importancia, AR= Abundancia relativa, DR= Dominancia relativa y Fr= Frecuencia relativa.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Acacia neovernicosa</i>	Vara prieta	2	0.70	1	0.04	1.47	0.25	1.76
<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	116	0.16	2	2.08	0.34	0.51	2.93
<i>Agave salmiana</i>	Maguey pulquero	757	0.41	15	13.57	0.86	3.82	18.24
<i>Agave striata</i>	Maguey espadín	17	0.36	1	0.30	0.76	0.25	1.32
<i>Agave gentryi</i>	Maguey verde	25	0.48	1	0.45	1.01	0.25	1.71
<i>Agave filifera</i>	Maguey de maceta	5	0.40	1	0.09	0.84	0.25	1.19
<i>Agave scabra</i>	Maguey de cerro	421	0.52	15	7.54	1.10	3.82	12.47
<i>Ageratina scorodonoides</i>	Amargoso	4	0.50	1	0.07	1.05	0.25	1.38
<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita	5	0.90	2	0.09	1.89	0.51	2.49
<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	2	0.75	2	0.04	1.58	0.51	2.12
<i>Bouvardia ternifolia</i>	Bouvardia	122	0.17	2	2.19	0.35	0.51	3.05
<i>Berberis trifoliolata</i>	Palo amarillo	3	0.50	1	0.05	1.05	0.25	1.36
<i>Brickellia secundiflora</i>	Jara blanca	6	0.40	1	0.11	0.84	0.25	1.20
<i>Brickellia veronicifolia</i>	Estrellita	52	0.54	12	0.93	1.13	3.05	5.12
<i>Castilleja tenuiflora</i>	Castilleja	34	0.23	2	0.61	0.47	0.51	1.59
<i>Ceanothus caeruleus</i>	Palo colorado	6	1.50	3	0.11	3.16	0.76	4.03
<i>Ceanothus greggii</i>	Palo de zorrillo	4	1.40	3	0.07	2.95	0.76	3.78
<i>Cercocarpus montanus</i>	Cercocarpus	14	0.55	3	0.25	1.16	0.76	2.17
<i>Chrysactinia mexicana</i>	Damianita	84	0.28	4	1.51	0.59	1.02	3.12
<i>Coryphantha delicata</i>	Biznaga partida de Jaumave	1	0.08	1	0.02	0.17	0.25	0.44
<i>Corynopuntia schottii</i>	Perritos	4	0.05	2	0.07	0.11	0.51	0.69
<i>Croton dioicus</i>	Suapatle	63	0.35	3	1.13	0.74	0.76	2.63
<i>Chrysactinia mexicana</i>	Olorosa	88	0.34	4	1.58	0.72	1.02	3.31
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi	3	0.50	2	0.05	1.05	0.51	1.61
<i>Dalea bicolor</i>	Engorda cabra	66	0.34	5	1.18	0.72	1.27	3.17
<i>Dalea capitata</i>	Engorda cabra	259	0.58	5	4.64	1.22	1.27	7.14
<i>Dasyliroton cedrosanum</i>	Sotol	113	0.98	12	2.03	2.07	3.05	7.15

<i>Echeveria agavoides</i>	Conchita maguey	4	0.10	1	0.07	0.21	0.25	0.54
<i>Escobaria dasyacantha</i>	Biznaga	2	0.08	1	0.04	0.17	0.25	0.46
<i>Echeveria paniculata</i>	Magueyito	4	0.08	1	0.07	0.18	0.25	0.50
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Alicoche verde	2	0.10	1	0.04	0.21	0.25	0.50
<i>Echinocereus pectinatus</i>	Biznaga arcoiris	1	0.10	1	0.02	0.21	0.25	0.48
<i>Echinocereus parkeri</i>	Alicoche	11	0.21	3	0.20	0.43	0.76	1.39
<i>Echinocereus pectinatus</i>	Alicoche peine	4	0.07	3	0.07	0.14	0.76	0.98
<i>Echinocereus stramineus</i>	Alicoche	27	0.18	10	0.48	0.38	2.54	3.41
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	4	0.75	2	0.07	1.58	0.51	2.16
<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga colorada	11	0.22	2	0.20	0.46	0.51	1.17
<i>Hechtia glomerata</i>	Guapilla	1	0.40	1	0.02	0.84	0.25	1.11
<i>Holodiscus fissus</i>	Pomos	20	1.24	1	0.36	2.61	0.25	3.22
<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	6	0.20	2	0.11	0.42	0.51	1.04
<i>Juniperus saltillensis</i>	Táscate	55	1.44	10	0.99	3.04	2.54	6.57
<i>Krameria cytisoides</i>	Chayotillo	1	0.70	1	0.02	1.47	0.25	1.75
<i>Koeberlinia spinosa</i>	Corona de cristo	1	0.80	1	0.02	1.68	0.25	1.96
<i>Lindleya mespiloides</i>	Barreta	70	0.68	13	1.25	1.44	3.31	6.00
<i>Mammillaria formosa</i>	Biznaga chilitos	62	0.08	9	1.11	0.17	2.29	3.58
<i>Mammillaria lasiacantha</i>	Biznaga de Pubescentes Espinas	9	0.05	3	0.16	0.10	0.76	1.02
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	359	0.77	10	6.43	1.63	2.54	10.61
<i>Montanoa leucantha</i>	Talacao	1	1.00	1	0.02	2.10	0.25	2.38
<i>Mortonia palmeri</i>	Afinador	49	1.10	2	0.88	2.32	0.51	3.71
<i>Nolina cespitifera</i>	Cortadillo	74	0.40	6	1.33	0.84	1.53	3.69
<i>Neolloydia conoidea</i>	Biznaga cónica	14	0.10	1	0.25	0.21	0.25	0.71
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Nopal cuijo	55	0.40	13	0.99	0.84	3.31	5.14
<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal	37	0.75	6	0.66	1.58	1.53	3.77
<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	22	0.64	3	0.39	1.35	0.76	2.51
<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador	6	0.28	3	0.11	0.59	0.76	1.46
<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	27	0.50	8	0.48	1.05	2.04	3.57
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	25	0.66	9	0.45	1.40	2.29	4.13
<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal de cerro	46	0.84	5	0.82	1.76	1.27	3.86
<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	5	0.33	2	0.09	0.70	0.51	1.30
<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	2	0.10	1	0.04	0.21	0.25	0.50
<i>Phoradendron bolleanum</i>	Muérdago	12	0.60	5	0.22	1.26	1.27	2.75
<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	295	1.04	23	5.29	2.19	5.85	13.33
<i>Pinus pinceana</i>	Pino blanco	3	1.57	1	0.05	3.30	0.25	3.60
<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	13	1.32	3	0.23	2.77	0.76	3.77
<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	2	1.05	1	0.04	2.21	0.25	2.50
<i>Prunus serotina</i>	Capulín	1	0.20	1	0.02	0.42	0.25	0.69
<i>Purshia plicata</i>	Rosa silvestre	11	0.46	3	0.20	0.96	0.76	1.92
<i>Salvia ballotiflora</i>	Salvia	7	0.50	1	0.13	1.05	0.25	1.43
<i>Quercus eduardii</i>	Encino blanco	97	0.87	6	1.74	1.82	1.53	5.09
<i>Quercus grisea</i>	Encino gris	24	1.97	5	0.43	4.16	1.27	5.86
<i>Quercus potosina</i>	Encino	292	0.75	8	5.23	1.58	2.04	8.85
<i>Quercus pringlei</i>	Encino chino	230	0.54	7	4.12	1.13	1.78	7.04

<i>Quercus laeta</i>	Roble blanco	95	0.75	3	1.70	1.58	0.76	4.04
<i>Quercus striatula</i>	Encinillo	214	0.75	4	3.84	1.57	1.02	6.42
<i>Rhus microphylla</i>	Agrito	4	0.65	3	0.07	1.37	0.76	2.20
<i>Rhus trilobata</i>	Zumaque apestoso	41	0.68	5	0.73	1.44	1.27	3.44
<i>Rhus virens</i>	Manzanito	17	0.78	8	0.30	1.63	2.04	3.97
<i>Salvia ballotiflora</i>	Mejorana	16	0.73	1	0.29	1.54	0.25	2.08
<i>Salvia greggii</i>	Chupamirto	150	0.33	13	2.69	0.70	3.31	6.70
<i>Stenocactus multicosatus</i> <i>subsp. zacatecasensis</i>	Biznaga cerebro	455	0.06	15	8.15	0.12	3.82	12.09
<i>Stevia salicifolia</i>	Chacal	217	0.42	16	3.89	0.89	4.07	8.85
<i>Sedum wrightii</i>	Siempre viva de Wright	16	0.06	4	0.29	0.13	1.02	1.44
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo	21	0.10	2	0.38	0.21	0.51	1.10
<i>Yucca carnerosana</i>	Palma samandoca	44	0.75	7	0.79	1.58	1.78	4.14
<i>Yucca carnerosana</i>	Palma Samandoca	6	0.81	4	0.11	1.70	1.02	2.83
<i>Yucca filifera</i>	Palma china	4	0.45	2	0.07	0.95	0.51	1.53
<b>Total</b>		<b>5580</b>	<b>94.34</b>	<b>5580</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>300</b>

**Tabla IV.8. Resultados del análisis de diversidad para el estrato herbáceo del Bosque de Pino del SA.** D=dominancia; A=abundancia, F=frecuencia, IVI= Índice de Valor de Importancia, AR= Abundancia relativa, DR= Dominancia relativa y Fr= Frecuencia relativa.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Acourtia parryi</i>	Árnica	224	0.30	4	0.61	1.49	1.44	3.55
<i>Adiantum poiretii</i>	Helecho Culantrillo	136	0.30	1	0.37	0.37	1.43	2.18
<i>Aloina rigida</i>		52	0.05	1	0.14	0.37	0.24	0.75
<i>Artemisia ludoviciana</i>	Estafiate	4470	0.26	5	12.22	1.86	1.25	15.33
<i>Artemisia dracunculus</i>	Estragón	242	0.12	3	0.66	1.12	0.57	2.35
<i>Argyroschisma limitanea</i>	Culantrillo	264	0.11	5	0.72	1.86	0.52	3.11
<i>Aristida schiedeana</i>	Tres barbas abierto	218	0.43	4	0.60	1.49	2.07	4.15
<i>Asclepias linaria</i>	Hierba pinito	21	0.40	1	0.06	0.37	1.91	2.34
<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín	988	0.29	2	2.70	0.74	1.38	4.83
<i>Aster subulatus</i>	Metezurras	158	0.20	2	0.43	0.74	0.95	2.13
<i>Astrolepis sinuata</i>	Helecho ondulado	630	0.22	7	1.72	2.61	1.07	5.40
<i>Baccharis sulcata</i>		158	0.30	3	0.43	1.12	1.43	2.98
<i>Bahia absinthifolia</i>	Aceitilla amarilla	79	0.20	3	0.22	1.12	0.95	2.29
<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla roja	61	0.23	2	0.17	0.74	1.07	1.98
<i>Bidens ferulifolia</i>	Aceitilla amarilla	94	0.16	5	0.26	1.86	0.77	2.89
<i>Bidens odorata</i>	Aceitilla	12	0.50	1	0.03	0.37	2.39	2.79
<i>Brickellia laciniata</i>	Jarilla	70	0.50	2	0.19	0.74	2.39	3.32
<i>Brickellia veronicifolia</i>	Jarilla	358	0.47	5	0.98	1.86	2.22	5.06
<i>Brickellia subulifera</i>		91	0.25	4	0.25	1.49	1.19	2.93
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Banderilla	76	0.10	2	0.21	0.74	0.48	1.43
<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita azul	364	0.10	2	0.99	0.74	0.48	2.22
<i>Bouteloua radicata</i>	Navajita morada	227	0.25	4	0.62	1.49	1.19	3.30
<i>Buddleja cordata</i>	Jarilla	24	0.98	2	0.07	0.74	4.65	5.46
<i>Castilleja lanata</i>	Calzón de indio	233	0.21	6	0.64	2.23	0.98	3.86
<i>Cheilanthes kaulfussii</i>	Helecho	1818	0.15	1	4.97	0.37	0.72	6.06
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho labio	3	0.15	1	0.01	0.37	0.72	1.10



<i>Cheilanthes lendigera</i>	Helecho pinito	364	0.12	6	0.99	2.23	0.56	3.79
<i>Cheilanthes sinuata</i>	Helecho manita	1255	0.20	10	3.43	3.72	0.93	8.09
<i>Chrysactinia mexicana</i>	Damiana	248	0.36	6	0.68	2.23	1.71	4.62
<i>Cologania angustifolia</i>	Frijolillo	61	0.15	3	0.17	1.12	0.72	2.00
<i>Commelina erecta</i>	Hierba del pollo	164	0.16	9	0.45	3.35	0.78	4.58
<i>Dahlia tubulata</i>	Girasol	6	0.30	1	0.02	0.37	1.43	1.82
<i>Desmodium subrosum</i>	Pegapegas	9	0.50	1	0.02	0.37	2.39	2.78
<i>Dyssodia papposa</i>	Flor de muerto	388	0.18	6	1.06	2.23	0.86	4.16
<i>Euphorbia campestris</i>	Hierba del coyote	24	0.35	1	0.07	0.37	1.67	2.11
<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	821	0.26	5	2.24	1.86	1.24	5.35
<i>Eriogonum jamesii</i>	Eriogonum	15	0.20	1	0.04	0.37	0.95	1.37
<i>Eupatorium pulchellum</i>	Zacate rastrero	424	0.06	1	1.16	0.37	0.29	1.82
<i>Gnaphallium viscosum</i>	Gordolobo	42	0.10	3	0.12	1.12	0.48	1.71
<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i>	Gordolobo	9	0.20	1	0.02	0.37	0.95	1.35
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	270	0.27	11	0.74	4.10	1.30	6.14
<i>Galium uncinulatum</i>		152	0.10	1	0.41	0.37	0.48	1.26
<i>Gnaphallium sp</i>	Gordolobo	9	0.10	1	0.02	0.37	0.48	0.87
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	155	0.38	6	0.42	2.23	1.82	4.48
<i>Hedyotis palmeri</i>		91	0.20	1	0.25	0.37	0.95	1.58
<i>Helianthemum glomeratum</i>	Hierba de la gallina	779	0.12	5	2.13	1.86	0.57	4.56
<i>Heteropogon contortus</i>	Barba negra	897	0.37	3	2.45	1.12	1.75	5.32
<i>Heterotheca inuloides</i>	Árnica	933	0.20	2	2.55	0.74	0.95	4.25
<i>Heuchera rubescens</i>	Calflora	48	0.10	1	0.13	0.37	0.48	0.98
<i>Loeselia coerulea</i>	Jarrito	212	0.08	2	0.58	0.74	0.38	1.71
<i>Lupinus montanus</i>	Garbancillo	24	0.45	1	0.07	0.37	2.15	2.59
<i>Lycurus phleoides</i>	Palo bobo	1794	0.16	10	4.90	3.72	0.79	9.41
<i>Mentzelia hispida</i>	Pega ropa	15	0.40	1	0.04	0.37	1.91	2.32
<i>Muhlenbergia distans</i>	Pasto cola de zorra	91	0.70	3	0.25	1.12	3.34	4.71
<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	Cola de Zorra	345	0.47	6	0.94	2.23	2.23	5.41
<i>Muhlenbergia sp</i>	Zacatón	103	0.40	3	0.28	1.12	1.91	3.31
<i>Mirabilis glabrifolia</i>		12	0.25	1	0.03	0.37	1.19	1.60
<i>Notholaena aschenborniana</i>	Helecho	218	0.24	3	0.60	1.12	1.17	2.88
<i>Oxalis albicans</i>	Xocoyol	939	0.03	2	2.57	0.74	0.12	3.43
<i>Oxalis latifolia</i>	Trébol	1455	0.08	4	3.98	1.49	0.36	5.82
<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	3	0.65	1	0.01	0.37	3.10	3.48
<i>Pellaea ovata</i>	Helecho	106	0.16	2	0.29	0.74	0.76	1.80
<i>Pellaea ternifolia</i>		30	0.16	3	0.08	1.12	0.78	1.98
<i>Polypodium polypodioides</i>	Siempre viva	45	0.10	1	0.12	0.37	0.48	0.97
<i>Pseudognaphalium canescens</i>	Manzanilla de río	124	0.20	6	0.34	2.23	0.95	3.53
<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado	27	0.20	2	0.07	0.74	0.95	1.77
<i>Salvia coulteri</i>	Salvia	6	0.32	1	0.02	0.37	1.50	1.89
<i>Salvia salicifolia</i>	Stevia aguja	15	0.30	1	0.04	0.37	1.43	1.85
<i>Setaria leucopila</i>	Zacate Tempranero	176	0.30	2	0.48	0.74	1.43	2.66
<i>Setaria macrostachya</i>	Pajita Tempranera	3061	0.21	4	8.37	1.49	1.01	10.87
<i>Solanum brachistotrichum</i>	Papa silvestre	303	0.15	2	0.83	0.74	0.72	2.29
<i>Senecio flaccidus</i>		188	0.49	4	0.51	1.49	2.32	4.32
<i>Sporobolus airoides</i>	Zacate alcalino	2203	0.26	8	6.02	2.98	1.25	10.25

<i>Stachys coccinea</i>	Mirto	61	0.15	2	0.17	0.74	0.72	1.63
<i>Stevia serrata</i>	Cola de borrego	664	0.32	12	1.81	4.47	1.52	7.80
<i>Stevia viscida</i>	Hierba de la pulga	76	0.15	1	0.21	0.37	0.72	1.30
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo	58	0.10	2	0.16	0.56	0.48	1.19
<i>Tagetes lunulata</i>	Flor de muerto	364	0.15	2	0.99	0.74	0.72	2.45
<i>Tagetes micrantha</i>	Anisillo	5070	0.19	7	13.86	2.61	0.89	17.35
<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallitos	409	0.10	1	1.12	0.37	0.48	1.97
<i>Thymophylla setifolia</i>	Parraleña	18	0.08	1	0.05	0.37	0.38	0.80
<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallitos	106	0.10	3	0.29	1.12	0.48	1.88
<i>Viguiera cordifolia</i>		15	0.60	1	0.04	0.37	2.86	3.28
<i>Zinnia acerosa</i>	Oreja de ratón	15	0.07	1	0.04	0.37	0.33	0.75
<b>Total</b>		<b>36,585</b>	<b>20.96</b>	<b>269</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Tabla IV.9. Valores de los Índices de diversidad -Shannon (H)- y de la Equitatividad (J) para los tres estratos en el BP en el SA del Proyecto. S= Riqueza específica, Hmax= Diversidad máxima.

Estrato	S	H	J	Hmax	Diferencia Diversidad
Arbóreo	9	1.52	0.66	2.30	0.79
Arbustivo	86	3.42	0.77	4.45	1.03
Herbáceo	84	3.39	0.76	4.43	1.04

### VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO (VsABP)

El estrato arbóreo de VsABP, se encuentra representado principalmente por especies con un rango de altura de 3.7 a 9.22 m de altura (promedio de 5.43 m). La riqueza de especies fue de siete. La especie de mayor importancia -en función de su abundancia, frecuencia y dominancia- es *Pinus cembroides* con un I.V.I. calculado de 94.14 (Tabla IV.10).

Respecto al estrato arbustivo, se encuentra representado principalmente por especies que pueden alcanzar hasta los 2.5 m de altura, aunque el promedio de altura en este estrato fue de 0.76 m. Se identificaron 72 especies para la riqueza de este estrato. La especie de mayor importancia -de acuerdo con los cálculos de I.V.I. y otros parámetros es *Quercus striatula* (Tabla IV.11).

El estrato herbáceo indica una riqueza de 38 especies presentes, el estrato tuvo un promedio de altura de 0.49 m; se considera a *Asphodelus fistulosus* como la especie de mayor importancia con un I.V.I. de 41.37 (Tabla IV.12).

La riqueza total de especies para la VsABP fue de 105 especies de plantas vasculares. De acuerdo con el índice de diversidad (H) calculado para este tipo de vegetación, se observa que el valor más alto lo presenta el estrato arbustivo, seguido del estrato herbáceo y con menor valor de diversidad el estrato arbóreo.

La diversidad de la VsABP se puede considerar media, respecto a la diversidad del resto de los tipos de vegetación del SA. Se puede inferir que el factor principal que incide en este resultado es la existencia de especies no necesariamente características del BP principalmente arbustivas, las cuales han formado la vegetación secundaria arbustiva del BP. Sin embargo, si se mantienen las condiciones actuales en el sitio puede llegar a desaparecer la sucesión secundaria de la vegetación y convertirse en la comunidad que originalmente prevalecía.

**Tabla IV.10. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbóreo en la VsaBP del SA.** D=dominancia; A=abundancia, F=frecuencia, IVI= Índice de Valor de Importancia, AR= Abundancia relativa, DR= Dominancia relativa y Fr= Frecuencia relativa.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	95	4.10	6	47.0	17.11	30	94.14
<i>Quercus pringlei</i>	Encino chaparro	10	2.20	1	5.0	9.19	5	19.14
<i>Yucca carnerosana</i>	Palma samandoca	13	0.88	5	6.4	3.68	25	35.11
<i>Pinus cembroides</i>	Piñonero enano	30	6.77	5	14.9	28.29	25	68.15
<i>Pinus pinceana</i>	Pino Blanco	4	1.75	1	2.0	7.31	5	14.29
<i>Juniperus saltillensis</i>	Táscate	49	3.24	1	24.3	13.52	5	42.78
<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	1	5.00	1	0.5	20.89	5	26.39
<b>Total</b>		<b>202</b>	<b>23.93</b>	<b>20</b>	<b>100.0</b>	<b>100.00</b>	<b>100</b>	<b>300.00</b>

**Tabla IV.11. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbustivo en la VsaBP del SA.** D=dominancia; A=abundancia, F=frecuencia, IVI= Índice de Valor de Importancia, AR= Abundancia relativa, DR= Dominancia relativa y Fr= Frecuencia relativa.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Acacia glandulifera</i>	<i>Vara prieta</i>	2	0.60	1	0.04	1.32	1	1.80
<i>Acacia neovernicosa</i>	<i>Vara prieta</i>	15	2.00	3	0.32	4.40	3	6.03
<i>Acourtia parryi</i>		30	0.25	1	0.64	0.55	1	1.63
<i>Agave gentryi</i>	<i>Maguay verde</i>	303	4.00	4	6.48	8.79	4	17.02
<i>Agave lechuguilla</i>	<i>Lechuguilla</i>	37	0.12	1	0.79	0.26	1	1.49
<i>Agave salmiana</i>	<i>Maguay pulquero</i>	333	0.37	9	7.12	0.81	9	11.87
<i>Agave scabra</i>	<i>Maguay de cerro</i>	16	0.42	1	0.34	0.93	1	1.71
<i>Agave striata</i>	<i>Guapilla lisa</i>	50	0.50	3	1.07	1.10	3	3.48
<i>Ariocarpus retusus</i>	<i>Peyote cimarrón</i>	16	0.08	1	0.34	0.16	1	0.94
<i>Arbutus xalapensis</i>	<i>Madroño</i>	3	0.94	2	0.06	2.07	2	3.00
<i>Argyrosma limitanea</i>	<i>Hierba Pinito</i>	7	0.40	1	0.15	0.88	1	1.47
<i>Astrolepis sinuata</i>	<i>Doradilla Ondulada</i>	20	0.12	1	0.43	0.26	1	1.13
<i>Baccharis squarrosa</i>		64	0.44	2	1.37	0.96	2	3.20
<i>Berberis trifoliolata</i>	<i>Palo amarillo</i>	2	1.45	1	0.04	3.19	1	3.67
<i>Brickellia laciniata</i>	<i>Jarilla</i>	100	0.50	2	2.14	1.10	2	4.11
<i>Buddleja cordata</i>	<i>Tepozán</i>	7	0.94	1	0.15	2.07	1	2.66
<i>Ceanothus greggii</i>	<i>Palo de zorrillo</i>	61	1.00	4	1.31	2.19	4	5.24
<i>Chrysactinia mexicana</i>	<i>Olorosa</i>	57	0.34	2	1.22	0.75	2	2.84
<i>Cercocarpus montanus</i>	<i>Cercocarpus</i>	4	0.35	1	0.09	0.77	1	1.29
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	<i>Cardenchi</i>	19	0.97	4	0.41	2.13	4	4.29
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	<i>Clavellina</i>	1	0.20	1	0.02	0.44	1	0.90
<i>Commelina erecta</i>		6	0.45	1	0.13	0.99	1	1.55
<i>Dalea bicolor</i>	<i>Engorda cabra</i>	39	0.54	3	0.83	1.18	3	3.32
<i>Dalea capitata</i>	<i>Engorda cabra</i>	51	0.31	4	1.09	0.69	4	3.53
<i>Dasyliion cedrosanum</i>	<i>Sotol</i>	91	0.69	11	1.95	1.52	11	8.27
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	<i>Biznaga burra</i>	1	0.40	1	0.02	0.88	1	1.34
<i>Echinocereus parkeri</i>	<i>Alicoche</i>	2	0.25	1	0.04	0.55	1	1.03
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	<i>Palo dulce</i>	2	0.55	1	0.04	1.21	1	1.69
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	<i>Alicoche verde</i>	2	0.10	1	0.04	0.22	1	0.70

<i>Echinocereus stramineus</i>	<i>Alicoche</i>	8	0.16	4	0.17	0.35	4	2.27
<i>Ephedra compacta</i>	<i>Sanguinaria</i>	64	0.18	1	1.37	0.40	1	2.20
<i>Ferocactus pilosus</i>	<i>Biznaga colorada</i>	27	0.31	6	0.58	0.67	6	3.87
<i>Garrya ovata</i>	<i>Zumaque</i>	3	0.40	7	0.06	0.88	7	4.00
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	<i>Tatalencho</i>	19	0.25	2	0.41	0.55	2	1.83
<i>Hechtia glomerata</i>	<i>Guapilla</i>	12	0.45	1	0.26	0.99	1	1.68
<i>Juniperus saltillensis</i>	<i>Táscate</i>	140	1.62	6	3.00	3.56	6	9.18
<i>Koeberlinia spinosa</i>	<i>Corona de cristo</i>	2	0.80	1	0.04	1.76	1	2.24
<i>Larrea tridentata</i>	<i>Lechuguilla</i>	118	0.26	1	2.52	0.57	1	3.53
<i>Leucophyllum minus</i>	<i>Cenizo</i>	7	1.00	2	0.15	2.20	2	3.22
<i>Lindleya mespiloides</i>	<i>Barreta</i>	116	0.52	8	2.48	1.14	8	7.12
<i>Mammillaria formosa</i>	<i>Biznaga chilitos</i>	37	0.05	5	0.79	0.11	5	3.08
<i>Mammillaria lasiacantha</i>	<i>Biznaga de Espinas</i>	10	0.05	1	0.21	0.11	1	0.76
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	<i>Gatuño</i>	200	0.89	10	4.28	1.96	10	10.60
<i>Mortonia palmeri</i>	<i>Afinador</i>	74	0.42	4	1.58	0.92	4	4.25
<i>Nolina cespitifera</i>	<i>Cortadillo</i>	16	0.31	3	0.34	0.69	3	2.34
<i>Neolloydia conoidea</i>	<i>Biznaga conica</i>	45	0.10	5	0.96	0.22	5	3.36
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	<i>Nopal cuijo</i>	44	0.01	8	0.94	0.01	8	4.45
<i>Opuntia engelmannii</i>	<i>Nopal</i>	3	0.90	2	0.06	1.98	2	2.92
<i>Opuntia microdasys</i>	<i>Nopal cegador</i>	14	0.45	2	0.30	0.99	2	2.16
<i>Opuntia rastrera</i>	<i>Nopal rastrero</i>	41	0.45	4	0.88	0.98	4	3.60
<i>Opuntia stenopetala</i>	<i>Nopal de cerro</i>	19	1.40	5	0.41	3.08	5	5.67
<i>Opuntia streptacantha</i>	<i>Nopal cardón</i>	13	1.69	3	0.28	3.72	3	5.31
<i>Opuntia robusta</i>	<i>Nopal tapón</i>	9	0.95	3	0.19	2.09	3	3.59
<i>Phoradendron bolleanum</i>	<i>Muérdago</i>	29	0.44	2	0.62	0.97	2	2.46
<i>Pinus cembroides</i>	<i>Pino piñonero</i>	40	0.88	7	0.86	1.94	7	5.85
<i>Pinus cembroides</i>	<i>Pino piñonero</i>	128	1.03	13	2.74	2.26	13	10.68
<i>Pinus pinceana</i>	<i>Pino blanco</i>	6	1.57	1	0.13	3.44	1	4.01
<i>Prosopis glandulosa</i>	<i>Mezquite</i>	4	1.05	1	0.09	2.31	1	2.83
<i>Purshia plicata</i>	<i>Rosa silvestre</i>	62	0.39	7	1.33	0.86	7	5.24
<i>Quercus greggii</i>		8	1.30	1	0.17	2.86	1	3.47
<i>Quercus pringlei</i>	<i>Encino chaparro</i>	118	0.95	1	2.52	2.09	1	5.05
<i>Quercus striatula</i>	<i>Encinilla</i>	1199	0.73	7	25.65	1.62	7	30.32
<i>Rhus microphylla</i>	<i>Agrito</i>	18	0.71	4	0.39	1.56	4	3.69
<i>Rhus trilobata</i>	<i>Zumaque apestoso</i>	5	0.69	3	0.11	1.51	3	2.93
<i>Rhus virens</i>	<i>Manzanito</i>	25	0.98	4	0.53	2.15	4	4.44
<i>Stenocactus multicostatus</i>	<i>Biznaga cerebro</i>	47	0.07	3	1.01	0.15	3	2.47
<i>subsp. zacatecasensis</i>								
<i>Stevia salicifolia</i>		80	0.32	2	1.71	0.70	2	3.29
<i>Sedum wrightii</i>	<i>Siempreviva de Wright</i>	5	0.12	1	0.11	0.26	1	0.81
<i>Salvia greggii</i>	<i>Chupamirto</i>	34	0.33	3	0.73	0.74	3	2.77
<i>Yucca carnerosana</i>	<i>Palma samandoca</i>	48	0.79	4	1.03	1.75	4	4.52
<i>Yucca filifera</i>	<i>Palma china</i>	2	0.15	1	0.04	0.33	1	0.81
<i>Tillandsia recurvata</i>		434	0.10	1	9.29	0.22	1	9.94
<b>Total</b>		<b>4674</b>	<b>45.493</b>	<b>229</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Tabla IV.12. Resultados del análisis de diversidad para el estrato herbáceo en la VsaBP del SA.** D=dominancia; A=abundancia, F=frecuencia, IVI= Índice de Valor de Importancia, AR= Abundancia relativa, DR= Dominancia relativa y Fr= Frecuencia relativa.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Acourtia nana</i>	Peinitos	6	0.25	1	0.14	1.76	1.23	3.14
<i>Artemisia ludoviciana</i>	Estafiate	12	0.08	1	0.28	0.56	1.23	2.08
<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín	1249	0.30	8	29.40	2.09	9.88	41.37
<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla Ondulada	50	0.17	2	1.18	1.20	2.47	4.84
<i>Aster subulatus</i>	Metezurras	13	0.20	3	0.31	1.41	3.70	5.42
<i>Baccharis sulcata</i>		100	0.15	1	2.35	1.06	1.23	4.65
<i>Bouteloua gracilis</i>	Zacate navajita	357	0.78	2	8.40	5.52	2.47	16.39
<i>Bouvardia ternifolia</i>	Bobardia	36	0.20	5	0.85	1.43	6.17	8.45
<i>Brickellia laciniata</i>	Jarilla	3	0.60	2	0.07	4.23	2.47	6.77
<i>Brickellia veronicifolia</i>	Estrellita	216	0.57	10	5.08	4.03	12.35	21.46
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho	22	0.20	1	0.52	1.41	1.23	3.16
<i>Cheilanthes lendigera</i>	Helecho	6	0.20	1	0.14	1.41	1.23	2.79
<i>Chrysactinia mexicana</i>	Garañona	180	0.34	6	4.24	2.42	7.41	14.07
<i>Cucurbita foetidissima</i>	Calabaza loca	4	1.00	1	0.09	7.05	1.23	8.38
<i>Dalea foliolosa</i>		15	0.30	1	0.35	2.11	1.23	3.70
<i>Euphorbia campestris</i>	Hierba del coyote	9	0.57	1	0.21	3.99	1.23	5.44
<i>Eriogonum jamesii</i>	Flor de borrego	10	0.38	1	0.24	2.68	1.23	4.15
<i>Gnaphallium sp</i>	Gordolobo	12	0.65	2	0.28	4.58	2.47	7.33
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	102	0.35	6	2.40	2.44	7.41	12.25
<i>Heterotheca inuloides</i>	Árnica	10	0.40	1	0.24	2.82	1.23	4.29
<i>Lepidium alyssoides</i>		100	0.05	1	2.35	0.35	1.23	3.94
<i>Lycurus phleoides</i>		100	0.10	1	2.35	0.70	1.23	4.29
<i>Maurandya antirrhiniflora</i>	Hierba del corazón	6	0.40	1	0.14	2.82	1.23	4.19
<i>Muhlenbergia torreyi</i>	Zacate redondo	558	0.30	3	13.13	2.11	3.70	18.95
<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	Cola de Zorra	200	0.55	1	4.71	3.88	1.23	9.82
<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	2	0.10	2	0.05	0.70	2.47	3.22
<i>Pseudognaphalium canescens</i>		30	0.55	1	0.71	3.88	1.23	5.82
<i>Muhlenbergia virescens</i>	Zacate liendrilla	30	0.40	1	0.71	2.82	1.23	4.76
<i>Salvia greggii</i>	Chupamirto	5	0.77	1	0.12	5.40	1.23	6.76
<i>Senecio flaccidus</i>	Calflora	12	0.46	2	0.28	3.22	2.47	5.97
<i>Sporobolus indicus</i>	Pasto alambre	442	0.55	2	10.40	3.88	2.47	16.75
<i>Stevia lucida</i>	Hierba de la araña	161	0.36	1	3.79	2.57	1.23	7.59
<i>Thymophylla setifolia</i>	Parraleña	52	0.08	3	1.22	0.56	3.70	5.49
<i>Tradescantia crassifolia</i>		20	0.20	1	0.47	1.41	1.23	3.11
<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallitos	5	0.70	1	0.12	4.93	1.23	6.29
<i>Tiquilia greggii</i>	Hierba del cenizo	100	0.13	1	2.35	0.92	1.23	4.50
<i>Verbena perennis</i>	Verbena	6	0.20	1	0.14	1.41	1.23	2.79
<i>Viguiera cordifolia</i>		8	0.60	1	0.19	4.23	1.23	5.65
<b>Total</b>		<b>4249</b>	<b>14.19</b>	<b>81</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Tabla IV.13. Valores de los Índices de diversidad -Shannon (H)- y de la Equitatividad (J) para los tres estratos en la VsaBP en el SA del Proyecto.**  
S= Riqueza específica, Hmax= Diversidad máxima.

<b>Estrato</b>	<b>S</b>	<b>H</b>	<b>J</b>	<b>Hmax</b>	<b>Diferencia Diversidad</b>
Arbóreo	7	1.41	0.73	1.95	0.54
Arbustivo	72	3.52	0.82	4.28	0.76
Herbáceo	38	2.54	0.70	3.64	1.09

## ESPECIES DEL SA EN CATEGORIZADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

De las especies que se reportan para el SA, cinco se encuentran consideradas bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuatro consideradas como especies bajo Protección especial (Pr) y una como especie en Peligro de extinción (P) (Tabla IV.14).

**Tabla IV.14. Especies del SA catalogadas dentro de alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	CATEGORÍA NOM-059
Cactaceae	<i>Coryphantha delicata</i>	Pr
	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Pr
	<i>Ferocactus pilosus</i>	Pr
	<i>Ariocarpus retusus</i>	Pr
Pinaceae	<i>Pinus pinceana</i>	P

## ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL SA

Los diferentes tipos de vegetación encontrados dentro del SA muestran grados de conservación variable, situación que sido influenciada principalmente por las actividades antropogénicas. Así, se puede encontrar desde manchones de vegetación relativamente bien conservados hasta la presencia dominante de vegetación secundaria; esta segunda situación se debe principalmente a la agricultura, los aprovechamientos no autorizados, las actividades extractivas (incluida la apertura de brechas) y la ganadería.

De acuerdo con las observaciones y los datos obtenidos en campo, tanto la vegetación de BP como la VsaBP del SA definido para el Proyecto presentan las especies características de estos tipos de vegetación, con una dominancia del estrato arbustivo y con valores muy cercanos a su máximo de diversidad. Además, no se encontró evidencia de la presencia de alguna plaga forestal en la vegetación.

Por lo anterior, se considera que el estado de conservación de la vegetación en el SA es bueno.

### IV.3.1.2.2 VEGETACIÓN EN SITIO DE PROYECTO

Como se ha manifestado en el Capítulo II de este mismo documento, las actividades pretendidas por el Proyecto son trabajos de exploración minera.

En este sentido, las actividades pretendidas se ceñirán a la superficie considerada como suficiente (0.75 ha dentro de un polígono de Proyecto de 661.26 ha) para la habilitación



de los caminos de accesos y planillas de barrenación consideradas, así como para mantener los márgenes de seguridad operativa y viabilidad ambiental (desde el punto de vista de afectación al ecosistema).

Tomando en cuenta este uso del terreno que se pretende y las posibles modificaciones en materia de impacto ambiental; al igual que en la superficie del SA, se implementaron muestreos aleatorios (empleando la misma técnica de rodalizado) para determinar la estructura (riqueza de especies, índices de diversidad) en la zona de Proyecto.

Cabe destacar que, debido a que el sitio de proyecto se ubica únicamente en superficies con cobertura de BP, el muestreo se refiere a este tipo de vegetación.

Los resultados obtenidos muestran que en el sitio de Proyecto se tiene el registro de 125 especies, pertenecientes a 30 Familias y 85 Géneros (Tabla IV.15).

**Tabla IV.15. Especies vegetales presentes en la superficie del Proyecto. Nom-059-2010: Pr= Protección especial, P= en Peligro de extinción.**

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	
Anacardiaceae	Rhus	<i>Rhus microphylla</i>	Agrillo		
		<i>Rhus trilobata</i>	Zumaque Apestoso		
		<i>Rhus virens</i>	Capulín		
Asparagaceae	Agave	<i>Agave scabra</i>	Magüey de Cerro		
		<i>Agave filifera</i>	Magüey		
		<i>Agave gentryi</i>	Magüey Verde		
		<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla		
		<i>Agave salmiana</i>	Magüey Verde		
		<i>Agave striata</i>	Magüey Espadín		
		Nolina	<i>Nolina cespitifera</i>	Cortadillo	
	Yucca	<i>Yucca carnerosana</i>	Palma samandoca		
	Dasyliirion	<i>Dasyliirion cedrosanum</i>	Sotol		
	Asteraceae	Parthenium	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	
Acourtia		<i>Acourtia parryi</i>	Clavelito		
Ageratina		<i>Ageratina scorodonioides</i>	Amargoso		
Artemisia		<i>Artemisia dracunculus</i>	Estafiate		
		<i>Artemisia ludoviciana</i>	Estafiate		
Aster		<i>Aster subulatus</i>			
Baccharis		<i>Baccharis sulcata</i>			
Bidens		<i>Bidens ferulifolia</i>	Rosilla		
		<i>Bidens odorata</i>	Aceitilla		
Asteraceae		Brickellia	<i>Brickellia secundiflora</i>	Jara Blanca	
			<i>Brickellia subuligera</i>		
			<i>Brickellia veronicifolia</i>	Estrellita	
		Chrysactinia	<i>Chrysactinia mexicana</i>	Damianita	
		Dahlia	<i>Dahlia tubulata</i>		
		Dyssodia	<i>Dyssodia papposa</i>		
	Eupatorium	<i>Eupatorium pulchellum</i>			
	Gnaphalium	<i>Gnaphalium viscosum</i>	Gordolobo		
		<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i>	Gordolobo		
	Gymnosperma	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho		
Heterotheca	<i>Heterotheca inuloides</i>	Árnica			
Montanoa	<i>Montanoa leucantha</i>	Talaco			

	Pseudognaphalium	<i>Pseudognaphalium canescens</i>	Gordolobo
		<i>Stevia salicifolia</i>	Chacal
	Stevia	<i>Stevia serrata</i>	Burrillo
		<i>Stevia viscida</i>	Hierba de la Pulga
	Tagetes	<i>Tagetes lunulata</i>	Flor de muerto
		<i>Tagetes micrantha</i>	Anisillo
	Thymophylla	<i>Thymophylla setifolia</i>	Paraleña
	Zinnia	<i>Zinnia angustifolia</i>	Clavelón
Bromeliaceae	Hechtia	<i>Hechtia glomerata</i>	Guapilla
	Tillandsia	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinita
	Corynopuntia	<i>Corynopuntia schottii</i>	
	Echinocereus	<i>Echinocereus parkeri</i>	Alicoche
		<i>Echinocereus pectinatus</i>	Alicoche Peine
		<i>Echinocereus stramineus</i>	Alicoche
	Escobaria	<i>Escobaria dasyacantha</i>	
	Ferocactus	<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga roja Pr
		<i>Mammillaria formosa</i>	Biznaga finamente formada
Cactaceae	Mammillaria	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga Chilitos
		<i>Mammillaria lasiacantha</i>	Biznaga de Espinas Pubescentes
		<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Nopal Arrastradillo
		<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal de Engelmann
	Opuntia	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo
		<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador
		<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal Rastrero
		<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón
	Stenocactus	<i>Stenocactus multicostatus subsp. zacatecasensis</i>	Biznaga Ondulada de Muchas Costillas
Cistaceae	Helianthemum	<i>Helianthemum glomeratum</i>	Damiana
Comelinaceae	Commelina	<i>Commelina erecta</i>	
Crassulaceae	Echeveria	<i>Echeveria agavoides</i>	Conchita maguey
		<i>Echeveria paniculata</i>	Conchita maguey
	Sedum	<i>Sedum wrightii</i>	
Cupressaceae	Juniperus	<i>Juniperus saltillensis</i>	Táscate
Ericaceae	Arbutus	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño
	Arctostaphylos	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Pingüica
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton dioicus</i>	Suapatle
	Jatropha	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de Drago
	Cologania	<i>Cologania angustifolia</i>	Guía
	Dalea	<i>Dalea bicolor</i>	Engorda cabra
		<i>Dalea capitata</i>	
Fabaceae	Desmodium	<i>Desmodium subrosum</i>	
	Eysenhardtia	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	
	Lupinus	<i>Lupinus montanus</i>	Garbancillo
	Mimosa	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño
		<i>Quercus eduardii</i>	Encino blanco
		<i>Quercus grisea</i>	Encino Gris
Fagaceae	Quercus	<i>Quercus potosina</i>	
		<i>Quercus pringlei</i>	Chaparro
		<i>Quercus striatula</i>	Encinillo
Krameriaceae	Krameria	<i>Krameria cytisoides</i>	Chayotillo
		<i>Salvia ballotiflora</i>	Mejorana
Lamiaceae	Salvia	<i>Salvia greggii</i>	
		<i>Salvia salicifolia</i>	
	Stachys	<i>Stachys coccinea</i>	Mirto
Loasaceae	Mentzelia	<i>Mentzelia hispida</i>	Pega ropa
Orobanchaceae	Castilleja	<i>Castilleja lanata</i>	
		<i>Castilleja tenuiflora</i>	Garañona
Oxalidaceae	Oxalis	<i>Oxalis albicans</i>	Trébol
		<i>Oxalis latifolia</i>	Trébol
Pinaceae	Pinus	<i>Pinus cembroides</i>	Pino Piñonero
Poaceae	Aristida	<i>Aristida schiedeana</i>	Tres barbas abierto
	Bouteloua	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Banderilla
		<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita azul

		<i>Bouteloua radicata</i>	Navajita morada
	Eragrostis	<i>Eragrostis intermedia</i>	
	Heteropogon	<i>Heteropogon contortus</i>	
	Lycurus	<i>Lycurus phleoides</i>	Palo bobo
	Muhlenbergia	<i>Muhlenbergia distans</i>	
		<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	Cola de Zorra
		<i>Muhlenbergia sp.</i>	Zacate
	Rhynchelytrum	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado
	Setaria	<i>Setaria leucopila</i>	Zacate Tempranero
		<i>Setaria macrostachya</i>	Pajita Tempranera
	Sporobolus	<i>Sporobolus airoides</i>	Zacatón alcalino
Polemoniaceae	Loeselia	<i>Loeselia coerulea</i>	Jarrito
Polygonaceae	Eriogonum	<i>Eriogonum jamesii</i>	Flor de Borrego
Polypodiaceae	Polypodium	<i>Polypodium polypodioides</i>	Siempre viva
	Adiantum	<i>Adiantum poiretii</i>	Helecho Culantrillo
	Astrolepis	<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla
	Notholaena	<i>Notholaena aschenborniana</i>	Helecho
	Argyroschisma	<i>Argyroschisma limitanea</i>	Culantrillo
Pteridaceae	Pellaea	<i>Pellaea ovata</i>	Helecho
		<i>Pellaea ternifolia</i>	Helecho de Tres Hojas
	Cheilanthes	<i>Cheilanthes kaulfussii</i>	Helecho
		<i>Cheilanthes lendigera</i>	
		<i>Cheilanthes sinuata</i>	Helecho ondulado
Rhamnaceae	Ceanothus	<i>Ceanothus greggii</i>	Palo de Zorrillo
Rosaceae	Cercocarpus	<i>Cercocarpus montanus</i>	
	Lindleya	<i>Lindleya mespiloides</i>	Barreta
Rubiaceae	Bouvardia	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla
	Hedyotis	<i>Hedyotis palmeri</i>	
Santalaceae	Phoradendron	<i>Phoradendron bolleanum</i>	Muérdago
		<i>Solanum brachistotrichum</i>	
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo

Las familias mejor representadas son: Asteraceae, Poaceae, Cactaceae y Asparagaceae.

### ANÁLISIS DE DIVERSIDAD EN EL SITIO DE PROYECTO

El estrato arbóreo en el sitio de Proyecto está conformado por cinco especies, de las cuales *Pinus cembroides* es la de mayor representación y mayor I.V.I. (Tabla IV.16), le sigue en orden de importancia *Quercus grisea*; resulta importante destacar la presencia de algunos ejemplares de *Juniperus saltillensis* y de *Yucca carnerosana*, esta última especie es un reflejo de la transición con el MDR.

El estrato arbustivo está representado principalmente por especies arbustivas propias de bosques de Pino como *Stevia salicifolia*, *Quercus* spp. y arbustos jóvenes de *P. cembroides*, la dominancia en cobertura de estos arbustos hace que la cubierta vegetal sea densa y cerrada. En este estrato se identificaron 64 especies (Tabla IV.17).

El estrato herbáceo presentó una riqueza de 62 especies, donde la de mayor importancia calculada es *Tagetes micrantha* (Tabla IV.18).

Como ya fue indicado, la riqueza total de especies en el sitio de Proyecto fue de 125 especies de plantas vasculares, casi todas del estrato arbustivo y herbáceo. De acuerdo con el índice de diversidad calculado para estas especies, se considera que el valor más alto lo presenta el estrato arbustivo. La diversidad del BP del sitio de Proyecto se puede considerar baja respecto a la diversidad del BP en SA.

Puede inferirse que los factores que inciden en la riqueza de especies principalmente del estrato herbáceo y arbustivo son el establecimiento de herbáceas de temporal.

**Tabla IV.16. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbóreo en el sitio de Proyecto.** IVI= Índice de Valor de Importancia, AR= Abundancia relativa, DR= Dominancia relativa y Fr= Frecuencia relativa.

ESPECIE	AR	FR	DR	IVI
<i>Pinus cembroides</i>	79.45	68.97	26.07	174.49
<i>Quercus grisea</i>	13.70	17.24	23.18	54.12
<i>Juniperus saltillensis</i>	0.68	3.45	31.03	35.16
<i>Quercus potosina</i>	4.11	6.90	16.19	27.19
<i>Yucca carnerosana</i>	2.05	3.45	3.53	9.03
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Tabla IV.17. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbustivo en el sitio de Proyecto.** IVI= Índice de Valor de Importancia, AR= Abundancia relativa, DR= Dominancia relativa y Fr= Frecuencia relativa.

ESPECIE	AR	FR	DR	IVI
<i>Agave filifera</i>	0.13	0.35	1.18	1.66
<i>Agave gentryi</i>	0.64	0.35	1.41	2.41
<i>Agave lechuguilla</i>	1.85	0.35	0.85	3.06
<i>Agave salmiana</i>	4.40	2.83	1.06	8.30
<i>Agave scabra</i>	9.63	4.59	1.47	15.70
<i>Agave striata</i>	1.21	0.71	1.62	3.54
<i>Ageratina scorodonioides</i>	0.10	0.35	1.47	1.93
<i>Arbutus xalapensis</i>	0.03	0.35	2.36	2.74
<i>Arctostaphylos pungens</i>	1.96	2.12	3.31	7.39
<i>Bouvardia ternifolia</i>	2.63	1.77	0.73	5.12
<i>Brickellia secundiflora</i>	0.15	0.35	1.18	1.69
<i>Brickellia veronicifolia</i>	1.34	4.24	1.59	7.17
<i>Castilleja tenuiflora</i>	0.88	0.71	0.66	2.25
<i>Ceanothus greggii</i>	0.05	0.71	4.71	5.47
<i>Cercocarpus montanus</i>	0.15	0.71	2.36	3.22
<i>Chrysactinia mexicana</i>	2.16	1.41	0.83	4.41
<i>Corynopuntia schottii</i>	0.10	0.71	0.15	0.96
<i>Croton dioicus</i>	1.62	1.06	1.03	3.71
<i>Dalea bicolor</i>	1.60	1.41	1.37	4.38
<i>Dalea capitata</i>	5.31	3.89	1.45	10.64
<i>Dasylyrion cedrosanum</i>	0.95	2.83	2.91	6.69
<i>Echeveria agavoides</i>	0.10	0.35	0.29	0.75
<i>Echeveria paniculata</i>	0.10	0.35	0.25	0.70
<i>Echinocereus parkeri</i>	0.28	1.06	0.61	1.95
<i>Echinocereus pectinatus</i>	0.10	1.06	0.20	1.36
<i>Echinocereus stramineus</i>	0.49	2.47	0.70	3.67
<i>Escobaria dasyacantha</i>	0.05	0.35	0.24	0.64
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0.05	0.35	2.21	2.61
<i>Ferocactus pilosus</i>	0.23	1.77	0.80	2.80
<i>Hechtia glomerata</i>	0.03	0.35	1.18	1.56
<i>Jatropha dioica</i>	0.15	0.71	0.59	1.45

<i>Juniperus saltillensis</i>	0.28	1.06	4.70	6.04
<i>Krameria cytisoides</i>	0.03	0.35	2.06	2.44
<i>Lindleya mespiloides</i>	0.21	1.41	2.44	4.06
<i>Mammillaria formosa</i>	1.24	2.12	0.19	3.55
<i>Mammillaria heyderi</i>	0.57	1.41	0.24	2.22
<i>Mammillaria lasiacantha</i>	0.23	1.06	0.13	1.43
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	8.40	2.47	1.51	12.38
<i>Montanoa leucantha</i>	0.03	0.35	2.95	3.32
<i>Nolina cespitifera</i>	0.21	0.35	1.10	1.66
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	0.98	3.18	1.00	5.16
<i>Opuntia engelmannii</i>	0.93	1.77	2.35	5.04
<i>Opuntia leucotricha</i>	0.28	0.71	1.33	2.32
<i>Opuntia microdasys</i>	0.15	1.06	0.83	2.05
<i>Opuntia rastrera</i>	0.21	1.06	1.67	2.94
<i>Opuntia robusta</i>	0.26	2.12	1.39	3.77
<i>Parthenium incanum</i>	0.05	0.35	0.29	0.70
<i>Phoradendron bolleanum</i>	0.31	1.77	1.77	3.84
<i>Pinus cembroides</i>	3.17	5.65	3.50	12.32
<i>Quercus eduardii</i>	2.50	2.12	2.55	7.17
<i>Quercus grisea</i>	0.62	1.77	5.82	8.20
<i>Quercus potosina</i>	7.52	2.83	2.21	12.56
<i>Quercus pringlei</i>	5.72	2.12	2.09	9.93
<i>Quercus striatula</i>	4.74	1.06	2.20	8.00
<i>Rhus microphylla</i>	0.08	0.71	2.95	3.73
<i>Rhus trilobata</i>	0.10	0.71	2.25	3.06
<i>Rhus virens</i>	0.10	0.71	2.28	3.09
<i>Salvia ballotiflora</i>	0.41	0.35	2.16	2.93
<i>Salvia greggii</i>	3.86	4.59	0.98	9.44
<i>Sedum wrightii</i>	0.41	1.41	0.18	2.01
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0.54	0.71	0.29	1.54
<i>Stenocactus multicosatus</i> subsp. zacatecasensis	11.62	4.95	0.19	16.75
<i>Stevia salicifolia</i>	5.59	5.65	1.24	12.49
<i>Yucca carnerosana</i>	0.15	1.41	2.38	3.95
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Tabla IV.18. Resultados del análisis de diversidad para el estrato arbustivo en el sitio de Proyecto.** IVI= Índice de Valor de Importancia, AR= Abundancia relativa, DR= Dominancia relativa y Fr= Frecuencia relativa.

ESPECIE	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	IVI
<i>Tagetes micrantha</i>	15.29	3.24	1.34	19.88
<i>Artemisia ludoviciana</i>	13.42	1.85	1.63	16.90
<i>Setaria macrostachya</i>	9.23	1.85	1.54	12.62
<i>Sporobolus airoides</i>	6.65	3.70	1.90	12.25
<i>Lycurus phleoides</i>	5.41	4.63	1.19	11.23
<i>Stevia serrata</i>	2.00	5.56	2.30	9.85
<i>Cheilanthes sinuata</i>	3.78	4.63	1.42	9.83

<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.81	5.09	1.97	7.88
<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	1.04	2.78	3.37	7.19
<i>Cheilanthes kaulfussii</i>	5.48	0.46	1.08	7.03
<i>Oxalis latifolia</i>	4.39	1.85	0.54	6.78
<i>Heteropogon contortus</i>	2.71	1.39	2.65	6.74
<i>Muhlenbergia distans</i>	0.27	1.39	5.06	6.72
<i>Eragrostis intermedia</i>	2.48	2.31	1.88	6.67
<i>Astrolepis sinuata</i>	1.83	2.78	1.79	6.39
<i>Commelina erecta</i>	0.49	4.17	1.18	5.84
<i>Aristida schiedeana</i>	0.66	1.85	3.13	5.64
<i>Helianthemum glomeratum</i>	2.35	2.31	0.87	5.53
<i>Dyssodia papposa</i>	1.17	2.78	1.31	5.26
<i>Heterotheca inuloides</i>	2.82	0.93	1.45	5.19
<i>Castilleja lanata</i>	0.64	2.31	1.90	4.85
<i>Acourtia parryi</i>	0.68	1.85	2.19	4.71
<i>Pseudognaphalium canescens</i>	0.37	2.78	1.45	4.60
<i>Muhlenbergia sp</i>	0.31	1.39	2.89	4.59
<i>Bouteloua radicata</i>	0.69	1.85	1.81	4.34
<i>Bidens odorata</i>	0.04	0.46	3.61	4.11
<i>Desmodium subrosum</i>	0.03	0.46	3.61	4.10
<i>Baccharis sulcata</i>	0.48	1.39	2.17	4.03
<i>Oxalis albicans</i>	2.83	0.93	0.18	3.94
<i>Brickellia subulifera</i>	0.27	1.85	1.81	3.93
<i>Argyrochosma limitanea</i>	0.80	2.31	0.79	3.90
<i>Notholaena aschenborniana</i>	0.66	1.39	1.77	3.81
<i>Lupinus montanus</i>	0.07	0.46	3.25	3.79
<i>Cheilanthes lendigera</i>	0.48	2.31	0.98	3.77
<i>Bidens ferulifolia</i>	0.28	2.31	1.17	3.76
<i>Setaria leucopila</i>	0.53	0.93	2.17	3.62
<i>Mentzelia hispida</i>	0.05	0.46	2.89	3.40
<i>Tagetes lunulata</i>	1.10	0.93	1.08	3.11
<i>Adiantum poiretii</i>	0.41	0.46	2.17	3.04
<i>Artemisia dracunculus</i>	0.73	1.39	0.87	2.99
<i>Solanum brachistotrichum</i>	0.91	0.93	1.08	2.92
<i>Bouteloua gracilis</i>	1.10	0.93	0.72	2.75
<i>Salvia salicifolia</i>	0.05	0.46	2.17	2.68
<i>Dahlia tubulata</i>	0.02	0.46	2.17	2.65
<i>Pellaea ternifolia</i>	0.04	0.93	1.63	2.59
<i>Rhynchelytrum repens</i>	0.08	0.93	1.45	2.45
<i>Tillandsia recurvata</i>	0.32	1.39	0.72	2.43
<i>Pellaea ovata</i>	0.32	0.93	1.16	2.40
<i>Gnaphallium viscosum</i>	0.13	1.39	0.72	2.24
<i>Stachys coccinea</i>	0.18	0.93	1.08	2.19
<i>Hedyotis palmeri</i>	0.27	0.46	1.45	2.18
<i>Eupatorium pulchellum</i>	1.28	0.46	0.43	2.18
<i>Loeselia coerulea</i>	0.64	0.93	0.58	2.14
<i>Eriogonum jamesii</i>	0.05	0.46	1.45	1.95

<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i>	0.03	0.46	1.45	1.94
<i>Bouteloua curtipendula</i>	0.23	0.93	0.72	1.88
<i>Cologania angustifolia</i>	0.14	0.93	0.72	1.79
<i>Stevia viscida</i>	0.23	0.46	1.08	1.78
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0.04	0.93	0.72	1.69
<i>Polypodium polypodioides</i>	0.14	0.46	0.72	1.32
<i>Thymophylla setifolia</i>	0.05	0.46	0.58	1.10
<i>Zinnia angustifolia</i>	0.05	0.00	0.87	0.91
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Tabla IV.19. Valores de los Índices de diversidad -Shannon (H)- y de la Equitatividad (J) para los tres estratos en la VsaBP en el SA del Proyecto. S=**  
Riqueza específica, Hmax= Diversidad máxima.

ESTRATO	S	H	J	HMAX	DIFERENCIA DIVERSIDAD
Arbóreo	5	0.70	0.44	1.61	0.91
Arbustivo	64	3.25	0.78	4.16	0.91
Herbáceo	62	3.15	0.76	4.13	0.97



## ESPECIES DEL ÁREA DE PROYECTO CATEGORIZADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

De las especies presentes en el sitio de Proyecto, se destacó la presencia de *Ferocactus pilosus* como especie considerada bajo “Protección especial” (Pr) de acuerdo con las categorías de riesgo indicadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### IV.3.1.2.3 FAUNA

Con el término “Fauna” nos referimos al conjunto de animales presentes en una región geográfica determinada; también puede considerarse como tal, a las especies propias de un período geológico o de un ecosistema determinado. En todos los casos se debe tener presente que la supervivencia y desarrollo de un tipo de fauna depende de los factores bióticos y abióticos de la región en cuestión; es decir, que las especies que forman la fauna están íntima y múltiplemente relacionadas entre sí y con el resto de los componentes del ecosistema (vegetación, suelo, clima, agua, etc.).

Considerando esta interrelación entre los factores bióticos y abióticos, P. L. Sclater y A.L. Wallace, establecieron a nivel mundial seis zonas biogeográficas donde la fauna y la flora presentan gran afinidad y semejanza. En el continente americano existen dos de estas regiones: la Neártica, al norte del continente, y la Neotropical, en Centro y Sudamérica.

Los límites de estas regiones se ubican en el territorio mexicano (formando una zona de confluencia y transición), fenómeno decisivo para explicar la gran diversidad faunística del país.

Actualmente a escala internacional, se tiene registro de 1,700,000 especies, pero las tendencias actuales -en el descubrimiento de nuevas especies- indican que esta cifra puede llegar a cinco o diez millones más (McNeely *et al.* 1990). Todo esto posiciona a México como el tercer país megadiverso en fauna del mundo; de acuerdo con Toledo (1988, 1994), México:

- Tiene el primer lugar en presencia de reptiles, con 717 especies de las aproximadamente 6,300 clasificadas en el planeta; 574 de estas especies son endémicas.

- Se ubica en el segundo lugar en diversidad de mamíferos, al contar con 449 de las 4,170 especies existentes.
- En anfibios ocupa el cuarto lugar mundial, con 282 de las 4,184 especies que se han descrito.
- En aves ocupa el decimosegundo lugar, con 1,150 de las 9,198 clases hasta ahora conocidas.

De igual forma, 32 % de la fauna nacional de vertebrados es endémica y 52 % lo comparte únicamente con Mesoamérica (Retana y Lorenzo, 2002). De las especies registradas en México, 2,584 presentan alguna categoría de riesgo de extinción (CONABIO, 1998).

Zacatecas tiene una extensión territorial de 75,275 km<sup>2</sup> lo cual representa el 3.8 del territorio nacional. Sin embargo, son pocos los trabajos que se han publicado respecto a la fauna del estado, entre los más destacados podemos mencionar a:

- Smith y Taylor (1945; 1948; 1950) al hacer una síntesis de información sobre herpetofauna en México, presentan listados en los que registran 39 taxones para Zacatecas.
- Ochoa y Flores (2006), realizaron un estudio sobre las áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana utilizando dos tipos de análisis PAE (análisis de parsimonia de endemismos) y GARP (genetic algorithm for rule-set production), sus resultados indicaron la existencia de 99 especies para el estado de Zacatecas, situándolo dentro de los tres últimos estados en cuanto a riqueza específica.
- Barker *et al.* (1967), publicaron notas de sus observaciones sobre seis especies de reptiles y algunos mamíferos del sur de Zacatecas. La mayoría de ellas de afinidad tropical ya que su estudio abarcó los alrededores del Río Juchipila.
- Liner y Dundee (1977) registraron por primera vez para el estado a *Lampropeltis mexicana* (Garman, 1884) en el municipio de Troncoso. Mientras que McCraine (1977) publicó el primer registro para el estado de la presencia de la culebra *Tantilla bocourti* Günther, 1895).
- Wilson y McCraine (1979) realizaron un estudio sobre los reptiles y anfibios presentes en Sierra Morones y Sierra Fría, en los estados de Zacatecas y Aguascalientes respectivamente, en donde registraron 17 especies para Zacatecas.

- Howell y Webb (1995) impulsaron el conocimiento de la distribución de las especies de aves en México al publicar los primeros mapas de distribución en México de la mayoría las especies. En el estado de Zacatecas se reportó la presencia de 362 especies de aves, tanto residentes como migratorias (<http://avesmx.conabio.gob.mx>).
- Campos-Rodríguez *et al* (2004) registraron por primera vez a la lagartija *Gerrhonotus liocephalus* Wiegman, 1828, para Zacatecas en la Sierra de Valparaíso.
- Ber Van Perlo (2006) presenta el libro Birds of Mexico and Central American, la cual es una guía de campo que ilustran la gran mayoría de las especies presentes para el país junto con sus mapas de distribución.
- Ceballos y Oliva (2005) publican la mayor obra hasta la fecha sobre la Mastofauna del país, en la cual incluyen fichas biológicas y mapas de distribución de todas las especies descritas hasta ese momento y con ocurrencia en el país.

Para la caracterización e inventario de la fauna vertebrada (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) presentes en el SA y polígono de Proyecto<sup>25</sup>, se realizó una visita de campo en noviembre del año 2019, donde se hicieron recorridos generales de la zona, que sentó las bases para el registro de la fauna presente<sup>26</sup>.

Es preciso mencionar que el trabajo de campo tiene la finalidad de obtener evidencia fehaciente (captura y/o fotografiado de ejemplares, así como evidencias indirectas como las huellas y excretas) de la presencia de especies de los cuatro grupos de fauna terrestre dentro y fuera del polígono correspondiente al Proyecto.

La información recabada permite conformar la llamada “línea base” y obtener un inventario de especies, así como la determinación parcial de índices de diversidad y especies de importancia ecológica en el área. Es importante resaltar que sólo las especies de las que se constata su presencia dentro del área de estudio se reportaran en el listado

---

<sup>25</sup> En el área de trabajo se encontraron zonas con escurrimientos poco a medianamente profundos, así como un suelo con afloramientos rocosos, estas condiciones aportan una gran cantidad de refugios y microambientes que los animales, principalmente los pequeños, pueden ocupar para protegerse de sus depredadores o de los climas extremos de la zona.

<sup>26</sup> Los recorridos y esfuerzo de muestreo para el registro de la fauna de la zona fueron diurno y crepuscular, ya que debido a las condiciones ambientales y propias de la región no fue posible llevar a cabo recorridos nocturnos ni tampoco la colocación de trampas o redes para la captura y determinación de especies de difícil registro.

final de este trabajo, cabe señalar que los resultados se comparan con un listado bibliográfico de las especies de potencial ocurrencia en el estado y en la zona de estudio.

La técnica empleada para el registro de las especies de la fauna silvestre en cada uno de los grupos se describe a continuación.

1. **Anfibios y reptiles.** Se realiza una búsqueda y colecta intensiva que consiste en hacer recorridos de distancia variable durante los cuales se revisan los distintos microhábitats (rocas, troncos caídos, oquedades, cuerpos de agua) y se realiza la captura de organismos. La captura de ejemplares se hace directamente con las manos o ganchos herpetológicos.

Para la identificación taxonómica se emplearon: i) la recopilación de claves de Flores-Villela *et al.* (1995), ii) claves para anfibios y claves para tortugas (Ernst y Barbour, 1989), iii) claves para bufónidos (Oliver-López *et al.* 2009), iv) claves de anfibios y reptiles de los estados de Sonora, Chihuahua y Coahuila de Lemos-Espinal (2007 y 2009) y otras claves generales (Campbell, 1998; Lee, 1996). Finalmente, se utilizaron los nombres actualizados de especies, la actualización se hizo con base en las publicaciones de Faivovich *et al.* (2005), Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004); Frost *et al.* (2006); y Hedges *et al.* (2008).

2. **Aves.** Para el registro de las especies de aves se empleó la técnica de detección visual y colecta fotográfica
  - o La técnica de detección visual consiste en recorrer diversos senderos, caminos y/o rutas de fácil acceso en las cuales se observan a los ejemplares de las diferentes especies de aves en los diversos hábitats presentes, con ayuda de binoculares de largo alcance. La observación de aves se realiza durante las horas de mayor actividad, es decir, en las primeras horas de la mañana y hacia el final de la tarde.
  - o Para poder constar las diversas especies de aves se procedió a la colecta fotográfica. Esta técnica consiste obtener imágenes de las aves registradas durante los diversos recorridos, por lo general, cuando se los encuentra perchando.

Para la identificación de las especies de este grupo se emplearon las guías ilustradas de Van Perlo (2006), Peterson y Chalif (2008), Steve y Webbs (2010), Sibley (2003) y la guía de Howell y Webb (1995).

3. **Mamíferos.** Para maximizar las opciones de registro de especies de mamíferos se utilizan dos diferentes técnicas:
- Registros Directos. Durante recorridos por los diversos hábitats es posible observar directamente a los ejemplares de algunas especies de mamíferos, mismas que son determinadas con el uso de guías de organismos para el país y para la región.
  - Registros indirectos. Este tipo de registro consiste en la colecta de dos tipos diferentes de evidencia: (i) Huellas y/o (ii) Rastros (excretas, marcas en troncos, "rascaderos", madrigueras, echaderos de descanso y partes de cuerpos).

Para la identificación taxonómica de los mamíferos presentes en el área de estudio, se empleó la guía ilustrada de Peterson (2006), las claves de identificación de Anderson (1972), Jiménez-Guzmán *et al.* (1999), Guía de campo de Aranda (2012); y Ceballos y Oliva (2005).

Una vez obtenida la lista de especies de vertebrados terrestres, se corroboró si estaban o no considerados en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés)<sup>27</sup>.

Con los datos colectados, se hizo en primera instancia una evaluación del esfuerzo de muestreo para obtener una curva de acumulación de especies con los datos de riqueza específica por día de registro (Moreno, 2001).

Además, se evaluó la diversidad con el índice de Shannon (H') en el SA (Línea base), en el polígono de Proyecto y por categoría taxonómica (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) siguiendo lo propuesto por Magurran (1988, 2004).

La diversidad consiste en dos componentes, la riqueza de especies y la abundancia relativa de las especies. El índice de Shannon combina el número de especies (S) con el número

---

<sup>27</sup> Dentro de la NOM-059 se consideran cuatro Categorías de riesgo: Probablemente extinta en el medio silvestre (E), En peligro de extinción (P), Amenazadas (A) y Sujetas a protección especial (Pr).

En tanto, la IUCN presenta un número mayor de categorías, aunque su definición resulta compleja y de difícil comprensión. Tales categorías son: Extinta (EX), EW (extinta en vida silvestre), CR (en peligro crítico), EN (en peligro), VU (vulnerable), NT (cercaamente amenazada), DD (datos deficientes), LC (preocupación menor) y SC (sin categoría).

de individuos (N) y estima la diversidad de especies en relación con la aparición de cada especie. El valor del índice usualmente se encuentra entre cero y tres (rara vez sobre pasa cuatro), teniendo que comunidades poco diversas se acercan al valor de cero y comunidades muy diversas a valores de tres (Magurran, 1988 y 2004). Se calcula con la ecuación siguiente:

$$H' = - \sum p_i (\ln p_i)$$

Dónde:  $p_i$  es la abundancia proporcional de la especie  $i$ .

### ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE FAUNA EN EL SA

Durante los trabajos de campo establecidos para el presente Proyecto; en el SA se registró la presencia de 52 especies de vertebrados terrestres, divididas en 12 órdenes, 30 familias y 45 géneros (Tabla IV.20). Destaca la ausencia de especies de anfibios. La Tabla IV.21 presenta el listado de las especies registradas en el SA.

**Tabla IV.20. Número de Ordenes, Familias, Géneros y Especies presentes en el SA.**

	ANFIBIOS	REPTILES	AVES	MAMÍFEROS	TOTAL
Orden	-	1	6	5	12
Familia	-	1	21	8	30
Género	-	1	29	15	45
Especie	-	4	33	15	52

**Tabla IV.21. Listado de especies registradas en el SA definido para el Proyecto.**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM	IUCN	ENDÉMICO
<b>Reptiles</b>					
SQUAMATA	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	-	LC	
		<i>Sceloporus grammicus</i>	-	LC	
		<i>Sceloporus parvus</i>	-	LC	
		<i>Sceloporus minor</i>	-	LC	X
<b>Aves</b>					
ACCIPITRIFORMES	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	-	LC	
	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	-	LC	
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	-	LC	
		<i>Zenaida macroura</i>	-	LC	
CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	-	LC	
PICIFORMES	Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	-	LC	
		<i>Dryobates villosus</i>	-	LC	
FALCONIFORMES	Falconidae	<i>Colaptes auratus</i>	-	LC	
		<i>Falco sparverius</i>	-	LC	
		<i>Falco peregrinus</i>	Pr	LC	
		<i>Sayornis nigricans</i>	-	LC	
PASSERIFORMES	Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	-	LC	
		<i>Tyrannus vociferans</i>	-	LC	
	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	-	LC	
		<i>Corvus corax</i>	-	LC	
	Corvidae	<i>Aphelocoma californica</i>	-	LC	
		<i>Psaltriparus minimus</i>	Pr	LC	
Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	-	LC		

	Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	-	LC
	Turdidae	<i>Sialia mexicana</i>	-	LC
	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	-	LC
	Ptiliognatidae	<i>Phainopepla nitens</i>	-	LC
	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	-	SC
		<i>Melospiza fusca</i>	-	SC
		<i>Spizella atrogularis</i>	-	LC
	Emberizidae	<i>Spizella passerina</i>	-	LC
		<i>Spizella pallida</i>	-	LC
		<i>Amphispiza bilineata</i>	-	LC
		<i>Junco phaeonotus</i>	-	LC
	Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	-	LC
	Sittidae	<i>Sitta carolinensis</i>	-	LC
	Peucedramidae	<i>Peucedramus taeniatus</i>	-	LC
	Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	-	SC
<b>Mamíferos</b>				
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	-	LC
CHIROPTERA	Phyllostomatidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	A	NT
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	-	LC
		<i>Sylvilagus audubonii</i>	-	LC
RODENTIA	Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	-	LC
		<i>Oryzomys couesi</i>	-	LC
		<i>Sigmodon hispidus</i>	-	LC
	Muridae	<i>Neotoma mexicana</i>	-	LC
		<i>Neotoma leucodon</i>	-	LC
		<i>Peromyscus sp</i>	-	-
CARNIVORA	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	-	LC
		<i>Puma concolor</i>	-	LC
	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	-	LC
		<i>Canis latrans</i>	-	LC
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	-	LC

### ESFUERZO DE MUESTREO

Como ya se indicó, para obtener el registro de los vertebrados terrestres presentes en el SA se realizó una búsqueda mediante recorridos intensivos.

De acuerdo con lo mostrado en la Figura IV.16, se considera que el esfuerzo de muestreo fue apropiado ya que se percibe la asíntota en algunos de los grupos taxonómicos, esta asíntota indica que se registró una cantidad de especies muy cercana al número de especies probable para las condiciones y temporada de muestreo.

Se puede apreciar el crecimiento exponencial de las curvas de acumulación en donde en los primeros días de trabajo de campo el número de especies registradas se incrementa y posteriormente hacia los últimos momentos, el crecimiento se estabiliza mostrando una asíntota, en el caso de los mamíferos el número de especies siguió en crecimiento inclusive en el último día. En el grupo de los reptiles desde el primer día el número de

especies no cambio y se mantuvo igual. Se debe considerar que el número de especies puede aumentar si se continúa el trabajo de campo en diferentes épocas del año.

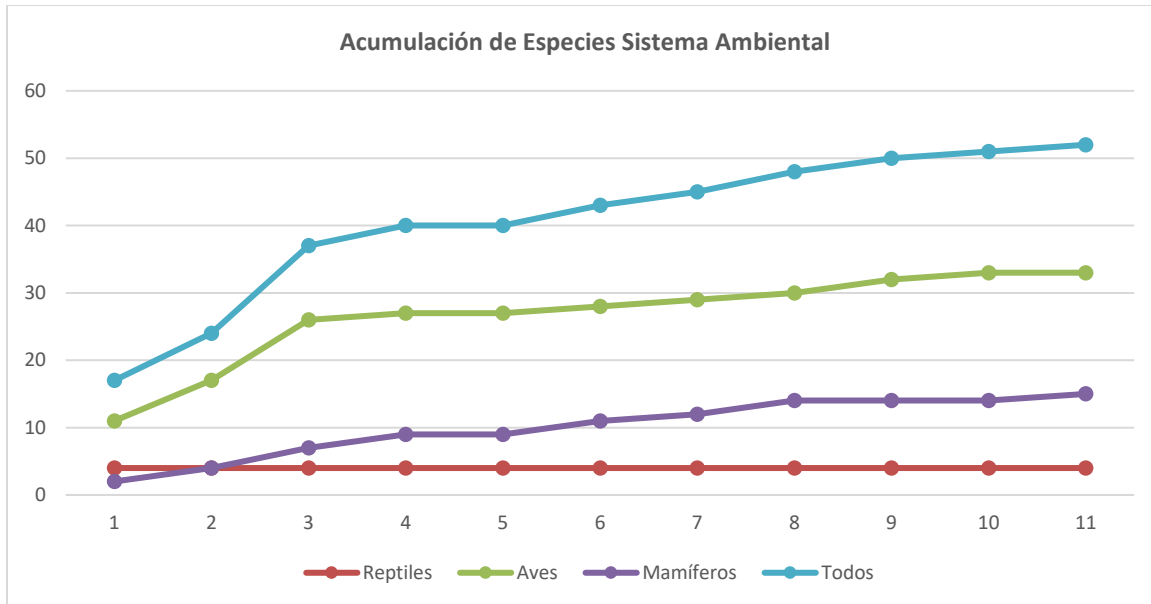


Figura IV.16. Esfuerzo de Muestreo por categoría Taxonómica y total en el Sistema Ambiental.

### ABUNDANCIA RELATIVA Y DIVERSIDAD CALCULADA

#### Abundancia

Se obtuvo el registro (directo e indirecto) total de 845 ejemplares de fauna considerando las 52 especies registradas en el SA.

El grupo taxonómico con el mayor número de registros fue el de las aves, seguido de los mamíferos, y con valores muy cercanos, los reptiles. (Tabla IV.22, Figura IV.17).

La abundancia se clasificó en función del número de individuos registrados por especie siguiendo los siguientes rangos: **Raro**, de uno a cinco registros; **Común**, de seis a quince registros; y **Abundante**, con más de 16 registros, para así poder comprender si existe dominancia de alguna especie (Tabla IV.23).

Tabla IV.22. Especies registradas y abundancia por categoría taxonómica en el Sistema Ambiental.

GRUPO	RIQUEZA	ABUNDANCIA	%
Reptiles	4	71	8.4
Aves	33	699	82.7
Mamíferos	15	75	8.9
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>845</b>	<b>100</b>



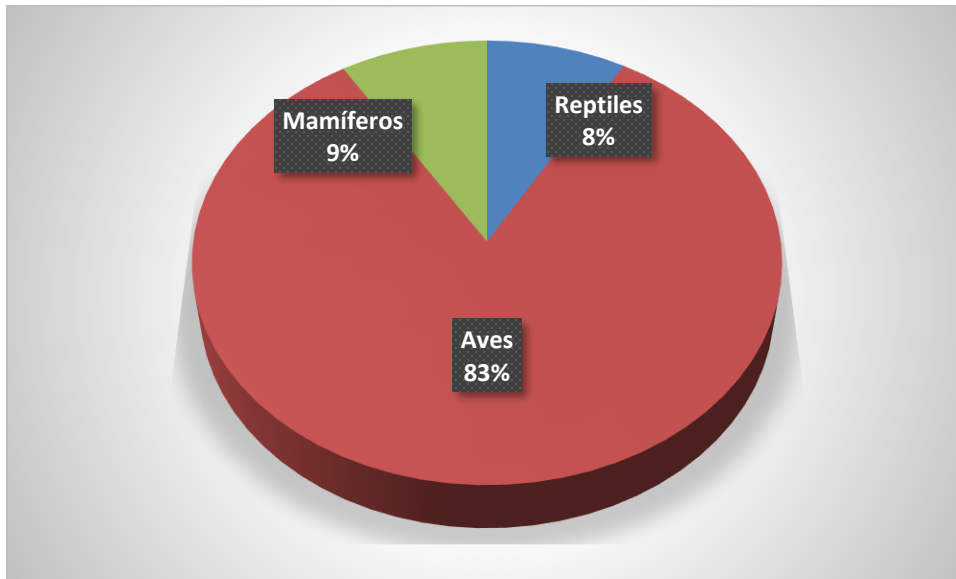


Figura IV.17. Abundancia de vertebrados terrestres en el Sistema Ambiental.

Tabla IV.23. Categorías de abundancia en el Sistema Ambiental.

	RIQUEZA	REPTILES	AVES	MAMÍFEROS
Raro	23	1	13	9
Común	15	0	9	6
Abundante	14	3	11	0
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>4</b>	<b>33</b>	<b>15</b>

Para el grupo de los **Reptiles** (8.4 %) de los registros en el SA; se considera dentro de la categoría "Raro" a una lagartija *Sceloporus parvus*, mientras que las tres lagartijas restantes se ubican dentro de la categoría de "Abundante". La especie con el mayor número de individuos registrados fue la lagartija común *Sceloporus grammicus* (Figura IV.18). Se resalta que a pesar de las condiciones climáticas de la temporada en la que se realizó el trabajo de campo con temperatura de templada a fría y lapsos soleados los reptiles presentaron buena actividad. No fue posible encontrar ningún representante de serpientes, aunque se tiene el reporte de algunas de ellas observadas en el polígono entre las que resaltan de la familia Colubridae y Viperidae; tampoco fue posible el registro de anfibios, esto posiblemente se debió a la época del año.

El grupo de las **Aves** presentó la mayor cantidad de ejemplares dentro del Sistema Ambiental, la categoría *Raro* presentó 13 especies (39.4 %), se considera *Comunes* a un total de nueve especies (27.3 %), finalmente la categoría de *Abundante* fue conformada por 11 especies (33.3 %). Para este grupo debe tomarse en consideración que hay especies

tanto residentes como migratorias y que esto ocasiona variaciones en cuanto a la riqueza y la abundancia de las especies dependiendo de la época del año en la que se realice el trabajo de campo. La especie con el mayor número de organismos avistados fue *Psaltriparus minimus* con 136 individuos, seguida de *Spizella passerina* con 119 y *Junco phaeonotus* con 107 (Figura IV.18).

En cuanto al grupo de los **Mamíferos**, bajo la categoría de *Raro* se contabilizan nueve especies, mientras que seis especies se clasifican como *comunes*, ninguna de las especies se presentó con valores para la categoría de Abundante; la especie con mayor número de organismos registrados fue el ratón *Peromyscus sp* con once registros, seguido del conejo *Sylvilagus audubonii* con 10 individuos, y el ardillón *Otospermophilus variegatus* con ocho (Figura IV.18).

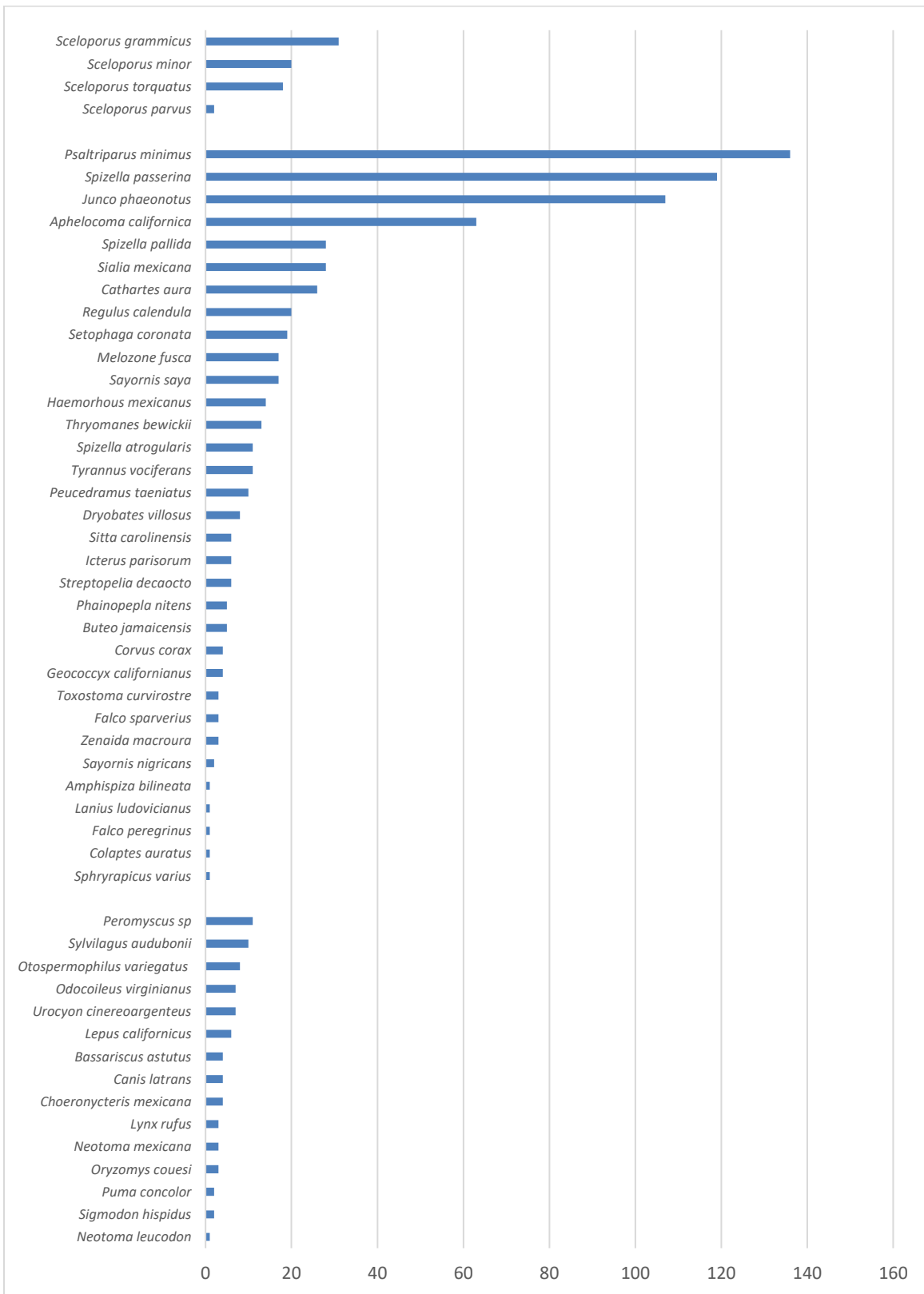


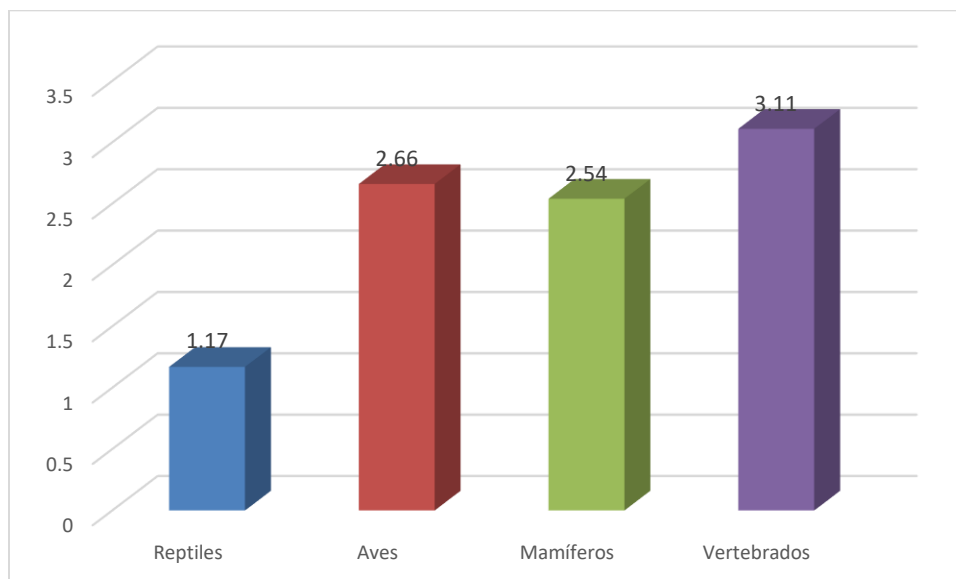
Figura IV.18. Abundancia de vertebrados presentes en el Sistema Ambiental.

## Índice de diversidad

El índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) calculado en conjunto para la fauna del SA fue de  $H' = 3.11$ , el grupo taxonómico con el mayor valor calculado fue el de las aves con  $H' = 2.66$ , seguido de los mamíferos con  $H' = 2.54$ , y finalmente los reptiles  $H' = 1.17$  (Tabla IV.24, Figura IV.19).

**Tabla IV.24. Índice de diversidad calculado para la fauna presente en el SA.**

GRUPO	RIQUEZA	ABUNDANCIA	$H'$
Reptiles	4	71	1.17
Aves	33	699	2.66
Mamíferos	15	75	2.54
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>845</b>	<b>3.11</b>



**Figura IV.19. Índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) total y por grupo taxonómico presentes en el Sistema Ambiental.**

El índice de diversidad de Shannon es una expresión matemática que se emplea comúnmente para evaluar el binomio de riqueza y abundancia encontrada en un sitio determinado y de esta manera poder comprar estos datos con otras zonas o sitios. Sin embargo, se debe considerar que los valores puedan cambiar dependiendo del número de especies registradas o la abundancia de estas.

La diversidad de Shannon para el Sistema Ambiental se considera alta ya que el valor del índice calculado está por arriba de 3; para los grupos de aves y mamíferos también se

considera alta, aunque no supera el valor de 3, mientras que para los reptiles se considera baja.

### ESPECIES BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO Y ESPECIES ENDÉMICAS

De las 52 especies registradas en el SA, tres se encuentran en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, dos aves en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y un murciélago en la categoría de Amenazada (A) (Tabla IV.25).

En la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) se encontró una especie en estatus Cercanamente Amenazado (NT) y una sin categoría (ya que no pudo determinarse la especie, sólo el género), por lo que no fue posible realizar su búsqueda en la lista roja. En las categorías de Baja Preocupación (LC) se encuentran las restantes 50 especies registradas para este documento

De las 52 especies registradas, sólo el reptil *Sceloporus minor* es considerado como endémico, que equivale al 2 % del total de los vertebrados registrados en el SA.

**Tabla IV.25 Especies del SA con estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la IUCN.**

GRUPO	ESPECIE	NOM-059	IUCN
Aves	<i>Falco peregrinus</i>	Pr	
	<i>Psaltriparus minimus</i>	Pr	
Mamíferos	<i>Choeronycteris mexicana</i>	A	NT

### FAUNA EN EL ÁREA DE PROYECTO

En el polígono de Proyecto, al igual que en el SA, se realizaron recorridos extensivos para determinar la diversidad y abundancia de fauna en el sitio. Derivado de estos recorridos, fue posible determinar la presencia de 46 especies de vertebrados terrestres en el área que corresponde al Proyecto Exploración Minera Santa Rosa (Tablas IV.26 y IV.27; Figura IV.20).

**Tabla IV.26. Riqueza y Abundancia de Vertebrados Terrestres registrados en el polígono de Proyecto.**

CLASE	RIQUEZA	%	ABUNDANCIA	%
Reptiles	4	8.7	55	9.0
Aves	29	63.0	503	82.3
Mamíferos	13	28.3	53	8.7
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100</b>	<b>611</b>	<b>100</b>

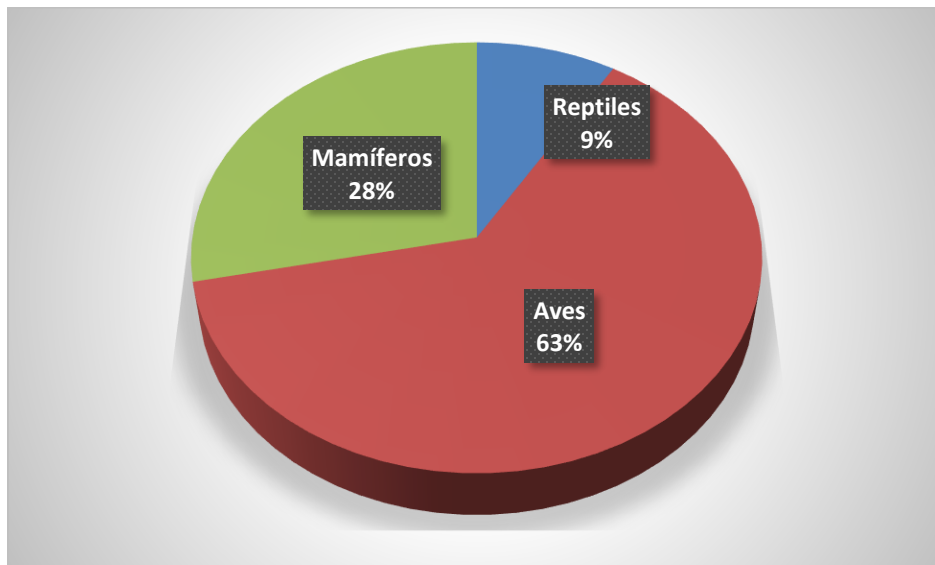


Figura IV.20. Riqueza de vertebrados terrestres en el polígono de Proyecto.

Tabla IV.27. Especies de vertebrados terrestres registrados en el polígono de Proyecto.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM	IUCN	ENDÉMICO
<b>Reptiles</b>					
SQUAMATA	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	-	LC	
		<i>Sceloporus grammicus</i>	-	LC	
		<i>Sceloporus parvus</i>	-	LC	
		<i>Sceloporus minor</i>	-	LC	X
<b>Aves</b>					
ACCIPITRIFORMES	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	-	LC	
	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	-	LC	
CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	-	LC	
PICIFORMES	Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	-	LC	
		<i>Dryobates villosus</i>	-	LC	
		<i>Colaptes auratus</i>	-	LC	
FALCONIFORMES	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	-	LC	
PASSERIFORMES	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	-	LC	
		<i>Sayornis saya</i>	-	LC	
		<i>Tyrannus vociferans</i>	-	LC	
	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	-	LC	
		<i>Aphelocoma californica</i>	-	LC	
	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Pr	LC	
	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	-	LC	
	Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	-	LC	
	Turdidae	<i>Sialia mexicana</i>	-	LC	
	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	-	LC	
	Ptiliognatidae	<i>Phainopepla nitens</i>	-	LC	
	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	-	SC	
		<i>Melospiza fusca</i>	-	SC	
		<i>Spizella atrogularis</i>	-	LC	
		<i>Spizella passerina</i>	-	LC	
		<i>Spizella pallida</i>	-	LC	
		<i>Amphispiza bilineata</i>	-	LC	
		<i>Junco phaeonotus</i>	-	LC	
		Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	-	LC
Sittidae		<i>Sitta carolinensis</i>	-	LC	
Peucedramidae		<i>Peucedramus taeniatus</i>	-	LC	
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	-	SC		

Mamíferos				
CHIROPTERA	Phyllostomatidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	A	NT
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	-	LC
		<i>Sylvilagus audubonii</i>	-	LC
RODENTIA	Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>		LC
		<i>Oryzomys couesi</i>		LC
	Muridae	<i>Neotoma mexicana</i>	-	LC
		<i>Peromyscus sp</i>	-	-
CARNIVORA	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	-	LC
		<i>Puma concolor</i>	-	LC
	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	-	LC
		<i>Canis latrans</i>	-	LC
ARTIODACTYLA	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	-	LC
		Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	-

### ESFUERZO DE MUESTREO

Respecto al esfuerzo de muestreo, se puede indicar que este pueda incrementarse si las condiciones mejoran para implementar un muestreo en horarios nocturnos. Es posible que al incrementar el esfuerzo se pueda incrementar el número de especies. Sin embargo, al tomar en cuenta la evaluación del esfuerzo de muestreo en el SA y la época del año en que se realizó (noviembre), se considera que los datos de riqueza son, de momento, suficientes.

Se resalta la ausencia de los anfibios por lo que, en el futuro, se podría incrementar el trabajo de campo tomando en cuenta los escurrimientos estacionales, así como la cercanía a barrancas y el ya mencionado hábito nocturno de muchas especies, un factor más a considerar será la capacidad migratoria de muchas especies.

### ABUNDANCIA RELATIVA Y DIVERSIDAD CALCULADA

#### Abundancia

Durante los recorridos dentro del Polígono de Proyecto, se contabilizaron 611 organismos pertenecientes a las tres clases taxonómicas presentes, el grupo taxonómico con el mayor número de organismos registrados fue el de las aves con 503 ejemplares presentes, valor mucho mayor en comparación con los otros dos grupos taxonómicos presentes en el área (ver Tabla IV.26).

Los anfibios y reptiles como otros organismos forman una parte importante dentro de la comunidad de animales ya que dentro de la cadena trófica son controladores de otros organismos como artrópodos y también son alimento de otros vertebrados. Sin embargo,

las condiciones ambientales afectan la posibilidad de observación y registro de este grupo de vertebrados. Como ya se comentó, en Sistema Ambiental (y también en el polígono de Proyecto) se resalta la ausencia de los anfibios y de otras familias de reptiles como las serpientes; esto puede deberse posiblemente a la época del año, condiciones ambientales, el horario de actividad y a los hábitos secretivos de las mismas.

Dentro del sitio de Proyecto se destaca la ausencia de los anfibios. En cuanto a los reptiles, los valores de abundancia variaron dependiendo de la especie, *Sceloporus grammicus* fue la especie más abundante (26 registros) seguida de *Sceloporus minor* (17) y *Sceloporus torquatus* con (11) (Figura IV.21).

Para las aves fue posible registrar 503 individuos, lo que corresponde al 82 % del total de vertebrados observados. La especie más abundante fue *Spizella passerina* con 99 individuos, seguida de *Psaltriparus minimus* (86) y *Junco phaeonotus* (75) (Figura IV.21). Destaca en este grupo la variación de gremios alimenticios que a diferencia de los anfibios es menos variada, ya que durante el trabajo de campo se pudieron encontrar organismos semilleros (p.e. *Spizella passerina* y *Junco phaeonotus*) como también los insectívoros, carnívoros y omnívoros.

Los mamíferos fueron el segundo grupo más abundante presentando un total de 53 registros. Las especies más abundantes fueron *Sylvilagus audubonii* (nueve registros), seguido de *Peromyscus sp.* (7) y *Otospermophilus variegatus* (6) (Figura IV.21).

En este grupo taxonómico una parte importante de las especies la componen los roedores, sin embargo, estos presentan actividad nocturna y debido a las escasas probabilidades de registro en la zona en este horario de actividad no fue posible el conocimiento de las poblaciones de estas especies. Los mamíferos medianos a grandes como los carnívoros o undulados como el venado sólo fue posible su registro mediante el uso de datos indirectos como huellas o excretas que nos aportan información sobre su presencia, pero distan de darnos una información absoluta con respecto al número de individuos presentes en el sitio de estudio.



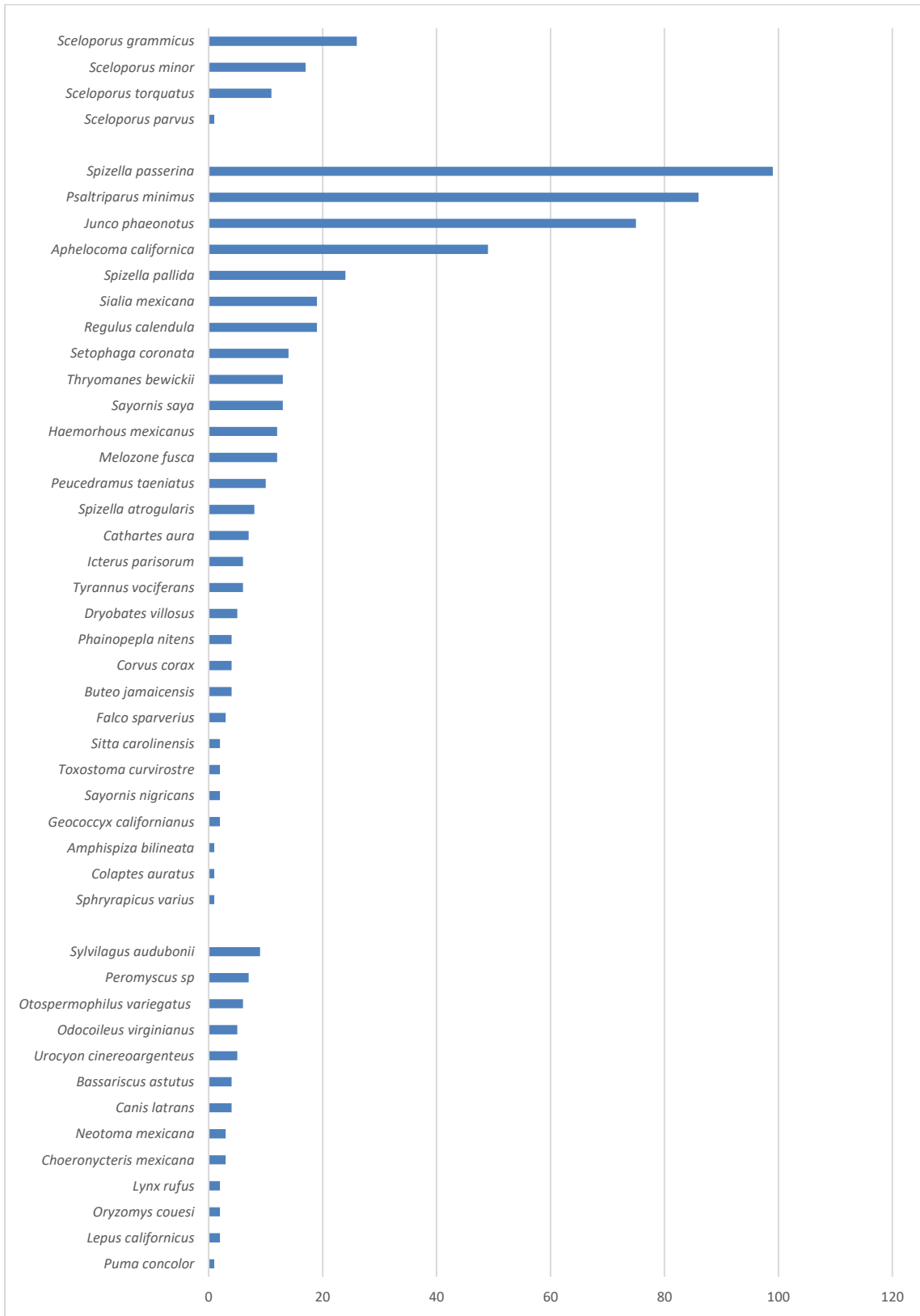


Figura IV.21. Abundancia de los vertebrados presentes en el área del proyecto Santa Rosa.

Así como la abundancia registrada de las clases de los vertebrados es importante también valorar las especies en cuanto a su presencia dentro del área de Proyecto aporta valor cualitativo, es por esto por lo que se agruparon en tres categorías (por número de registros) a las especies presentes; dichas categorías son las mismas que se emplearon para el SA: *Raro*, *Común* y *Abundante* (Tabla IV.28).

Los valores de cada una de las categorías de abundancia se presentan en la Tabla 8 y las especies con el número de registros en la descripción por categoría junto con su abundancia durante el muestreo (Figura 8).

**Tabla IV.28. Categorías de abundancia para los vertebrados presentes en el Polígono de Proyecto.**

CATEGORÍA	RIQUEZA DE ESPECIES	CANTIDAD DE AVISTAMIENTOS		
		Reptiles	Aves	Mamíferos
Raro	23	1	12	10
Común	14	1	10	3
Abundante	9	2	7	0
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>4</b>	<b>29</b>	<b>13</b>

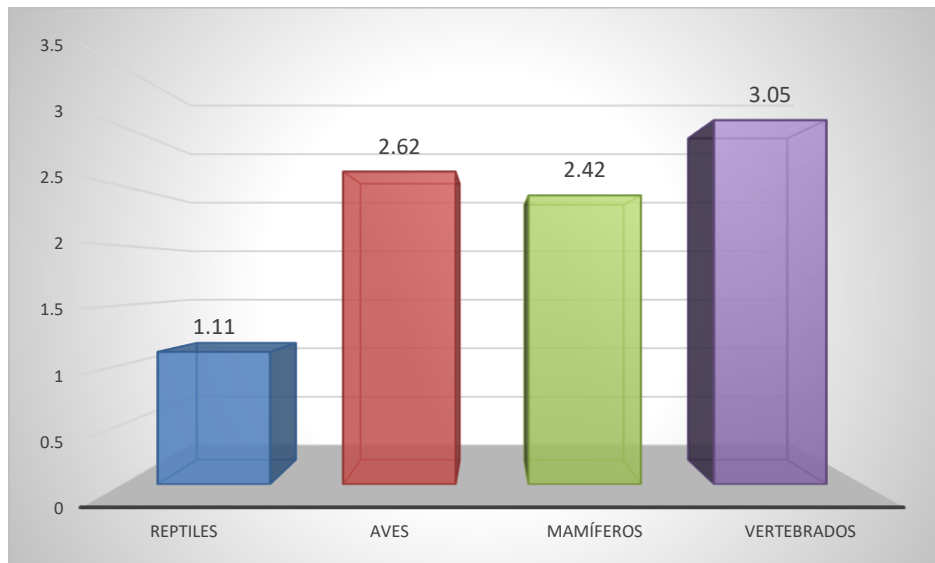
### Índice de diversidad

Como ya se comentó, el índice de diversidad de Shannon es un algoritmo matemático que se obtiene a partir del número de especies y la abundancia de las mismas, los valores de este índice se encuentran generalmente entre 0 y 3, aunque pueden superar el valor de, valores cercanos a cero corresponden a menor diversidad y cercanos o mayores a 3 infieren mayor diversidad en el sitio.

El valor del índice de diversidad de Shannon calculado para el total de vertebrados terrestres presentes en el polígono de Proyecto fue de  $H' = 3.05$ , valor que nos indica que el sitio tiene una diversidad alta, los valores por categoría taxonómica se encuentran entre 1.11 y 2.62 (Tabla IV.29, Figura IV.22). Por lo que la diversidad del sitio de estudio se considera como intermedia a alta.

**Tabla IV.29. Valores de riqueza, abundancia e índice de diversidad ( $H'$ ) por categoría taxonómica y total en el sitio de Proyecto.**

GRUPO	RIQUEZA	ABUNDANCIA	$H'$
Reptiles	4	55	<b>1.11</b>
Aves	29	503	<b>2.62</b>
Mamíferos	13	53	<b>2.42</b>
Todas las especies	46	611	<b>3.05</b>



**Figura IV.22. Valores calculados del Índice de Diversidad (H') para cada categoría taxonómica y total de los vertebrados terrestres registrados en el área del proyecto.**

### ESPECIES EN SITIO DE PROYECTO BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE PROTECCIÓN

De las 46 especies de vertebrados terrestres registrados para el polígono de Proyecto, dos se encuentran categorizadas de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla IV.30), además el murciélago *-Choeronycteris mexicana-* es considerado como especie Cercanamente Amenazada (NT) por la Lista Roja de la IUCN.

Solo una especie se considera como endémica de México, la lagartija *Sceloporus minor*, especie común dentro del polígono.

**Tabla IV.30. Especies del polígono de Proyecto con estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y categorías IUCN.**

GRUPO	ESPECIE	NOM-059	IUCN	ENDEMISMO
Reptiles	<i>Sceloporus minor</i>			x
Aves	<i>Psaltriparus minimus</i>	Pr		
Mamíferos	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Pr	NT	

## IV.3.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

### IV.3.1.3.1 CONTEXTO REGIONAL

El área del Proyecto, como se ha indicado, se encuentra dentro del Estado de Zacatecas y específicamente dentro del municipio de Mazapil.

El Estado de Zacatecas se encuentra conformado por 58 municipios y según los resultados del censo de población y vivienda 2015 del INEGI, cuenta con 1'581,575 habitantes; de los cuales 809,766 son mujeres y 771,809 son hombres.

Respecto al Municipio de Mazapil, el total de su población (17,457 personas) representa el 1.10 % de la población total para el Estado de Zacatecas. En la Tabla IV.31 se desglosa el número de habitantes, reportado por el INEGI, en el estado y municipio donde se ubica el Proyecto.

**Tabla IV.31. Población total y por género en Zacatecas y Concepción del Oro (INEGI 2010).**

ESTADO / MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL (2015)	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA
Zacatecas	1'581,575	771,809 <sup>a</sup>	809,766 <sup>a</sup>
Mazapil	17,457	9,331 <sup>b</sup>	8,482 <sup>b</sup>

a. INEGI, 2015

b. INEGI, 2010

INEGI también reporta los grupos de edad poblacional, se tiene entonces que el Municipio presenta una mayoría de personas del grupo de edad de 25 a 59 años (en este rango de edades se considera al grueso de la Población Económicamente Activa o PEA) (Tabla IV.32).

**Tabla IV.32. Población por grupos de edad.**

ESTADO/MUNICIPIO	POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD (2010)						
	No ESPECIFICADA	0 A 9 AÑOS	10 A 14 AÑOS	15 A 19 AÑOS	20 A 24 AÑOS	25 A 59 AÑOS	60 AÑOS Y MAS
Zacatecas	13,218	303,817	152,154	150,499	131,079	587,749	152,152
Mazapil	-	3,509	1,624	1,431	1,466	6,983	2,444

De acuerdo con los datos publicados por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) el Municipio de Mazapil tiene un grado de rezago social "Bajo". Los indicadores utilizados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) para determinar el grado de rezago social de este municipio en el año 2010 se presenta en la Tabla IV.33.

**Tabla IV.33. Indicadores de marginación de la CONAPO.**

INDICADORES	ZACATECAS	MAZAPIL
% de población de 15 años o más analfabeta	5.55	10.29
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	4.40	4.02
% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	48.78	60.92
% de población sin derechohabiencia a servicios de salud	30.46	39.94
% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	3.41	7.06
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	8.50	19.72
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	8.30	44.63

% de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	10.09	36
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	1.53	4.49
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	23.75	34.04
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	14.26	26.78

Otros datos referentes a diferentes aspectos socioeconómicos y financieros<sup>28</sup> del Municipio de Mazapil se presentan en la tabla siguiente.

**Tabla IV.34. Datos socioeconómicos del municipio de Mazapil.**

COMPONENTES SOCIOECONÓMICOS	Años		
	2000	2005	2010
Total de viviendas	3,779	3,662	4,291
Población Total	17,860	15,589	17,813
Tasa de Mortalidad Infantil	34,24905	31,98679	11,94
Tasa de Alfabetización	85,84591	86,55707	88,9023
Tasa de asistencia escolar	60,56	59,99	58,70
Producto Interno Bruto per cápita (dólares PPC, precios 2010)	6.044	8.329	4.591
Índice de Salud	0,7121	0,7330	0,9176
Índice de Educación	0,7742	0,7770	0,7883
Índice de Ingreso	0,6846	0,7381	0,6387
Valor del Índice de Desarrollo Humano (IDH)	0,7236	0,7494	0,7816
Población Económicamente Activa			6,014
Ocupada			5,793
Desocupada	S/D	S/D	221
Población No Económicamente Activa			7,456
No especificado			29

A continuación, se presenta información oficial más descriptiva y específica generada por el INEGI y la CONAPO, en donde se presentan de forma general los servicios, infraestructura, educación, migración y otros aspectos que caracterizan al municipio de Mazapil.

## CAMINOS Y CARRETERAS

El municipio cuenta con una red carretera de 937 km, sin embargo, de acuerdo con INEGI (2010) no se cuenta con carreteras federales o de cuota en el territorio municipal.

## SALUD

En el Municipio de Mazapil, el 59.61 % de sus población cuenta derechohabencia a servicios de salud. La población derechohabiente a servicios de salud es de 10,618 personas (INEGI, 2010). Las familias beneficiadas por el seguro popular para el año 2010 eran 4,817.

<sup>28</sup> Generados por el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), la Oficina de Investigación en Desarrollo Humano y el Consejo Nacional de Población.

Para el 2011 se tenía registro de personal médico integrado por 36 personas, así como 19 unidades médicas.

### **ABASTO**

El municipio de Mazapil cuenta con diversas tiendas de abarrotes, calzado, ropa, alimentos, ferretería y materiales para la construcción, contando además con 43 tiendas DICONSA y tres centros receptores de productos básicos en el municipio.

### **VIVIENDA**

Para el año 2010 (INEGI), en Mazapil se registró un total de 4,291 viviendas particulares habitadas, con un promedio de 4.2 habitantes por vivienda.

Del total de viviendas, 3,963 cuentan con piso diferente de tierra; 2,358 tienen disponibilidad de agua de la red pública; 2,681 viviendas disponen de drenaje de agua.

Destaca que, de acuerdo con el mismo INEGI, la electricidad es el servicio con mayor cobertura de viviendas particulares habitadas en el municipio (sólo 4.5 % de las viviendas carecen de este servicio).

### **TURISMO**

Por sus condiciones naturales Mazapil cuenta con lugares con posibilidades de desarrollarse turísticamente, como lo son sus aguas termales ubicadas en El Calabazal y Rancho nuevo, La Peña del Águila y La montaña del Pico de Teyra, así como algunas zonas arquitectónicas dispersas por el municipio, como lo son: Pueblo fantasma de Aránzazu del Cobre, Templo parroquial de san Gregorio magno, palacio municipal, Museo comunitario "Marques de Aguayo", Templo San Juan bautista de cedros, Templo San Juan bautista de Gruñidora, y diversos cascos de haciendas (construcciones coloniales).

### **EDUCACIÓN**

Respecto al nivel de escolaridad, datos del INEGI indican que el 10.29 de la población de Mazapil (personas de 15 años o más) es analfabeta

Para el año 2011, había 57 escuelas de preescolar; 70, escuelas de primaria con un personal docente de 1,137 personas; 43 escuelas de secundaria con un total de personal

docente de 84 personas; y 1 escuela en profesional técnico con 18 personas docentes; 4 escuelas en bachillerato con 23 docentes.

## GRUPOS ÉTNICOS

En relación con los grupos indígenas, en el territorio de Mazapil existieron las tribus Huachichiles, Irrítalas y Chanales; sin embargo, a la fecha es poco notoria la presencia de grupos étnicos, ya que de acuerdo con el censo de población y vivienda (INEGI, 2010), en el municipio habitan únicamente 11 personas que hablan alguna lengua indígena.

## ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Respecto a las actividades económicas por sectores, en el municipio de Mazapil. El 54.40 % de la población se dedica a actividades del sector primario (agricultura y ganadería en pequeña escala), 21.26 % de la población ocupada se dedica a actividades secundarias y el 20.98 % a actividades terciarias (Tabla IV.35).

**Tabla IV.35. Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo**

INDICADORES DE PARTICIPACIÓN ECONÓMICA	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	%	
				HOMBRES	MUJERES
Población económicamente activa	336,974	209,610	127,364	62.2	37.8
Ocupada	315,954	193,840	122,114	61.35	38.65
Desocupada	21,020	15,770	5,250	75.02	24.98
Población no económicamente activa	263,800	76,764	187,036	29.1	70.9

## MIGRACIÓN

Con base en datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2010), el Estado de Zacatecas ocupa el lugar número 1 en el contexto nacional en cuanto a la intensidad migratoria; por su parte, el municipio de Mazapil ocupa el lugar 56 de 58 en el contexto estatal, es decir, que el Grado de intensidad migratoria es Bajo.

## COMUNIDADES CERCANAS AL SITIO DE PROYECTO

Dentro del SA delimitado, se ubicaron cinco localidades principales de relativa cercanía con el sitio de Proyecto:

1. La Laja
2. Santa Olaya
3. Santa Rosa

4. Mazapil
5. Cuitláhuac (Santa Gertrudis).

Estos poblados se tomaron como las localidades de interés para conocer sus datos socioeconómicos particulares, mismos que se presentan en las tablas IV.36 y IV.37.

**Tabla IV.36. Población total, masculina y femenina de las localidades del SA (municipio de Mazapil)**

MUNICIPIO/LOCALIDAD	CLAVE LOCALIDAD	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA	TOTAL
Mazapil	0001	406	388	794
La Laja	0043	39	44	83
Santa Rosa	0099	53	44	97
Cuitláhuac	0023	43	28	71
Santa Olaya	0097	27	20	47
<b>Población Total</b>				<b>1092</b>

**Tabla IV.37. Marginación y rezago social de las localidades dentro del SA del Proyecto**

GRADOS DE MARGINACIÓN Y REZAGO SOCIAL	LOCALIDAD				
	Mazapil	La Laja	Santa Rosa	Santa Olaya	Cuitláhuac
Grado de marginación	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto
Grado de rezago social	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo
<b>Indicadores de marginación y rezago social</b>					
% de población analfabeta de 15 años o más	7,16	6,90	11,94	3,03	10
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	6,82	25	0	7,69	0
% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	46,06	44,83	64,18	54,55	76,67
% de población sin derechohabencia a servicios de salud	30,48	50,62	51,55	19,15	56,34
Viviendas particulares habitadas	196	16	17	13	27
% viviendas con piso de tierra	4,08	0	11,76	7,69	3,70
% viviendas que no disponen de excusado o sanitario	6,12	25	5,88	7,69	14,81
% viviendas que no disponen de agua entubada a red pública	4,59	0	88,24	46,15	18,52
% viviendas que no disponen de drenaje	6,12	25	5,88	30,77	29,63
% viviendas que no disponen de energía eléctrica	0,51	18,75	11,76	7,69	0
% viviendas que no disponen de lavadora	22,96	25	41,18	15,38	33,33
% viviendas que no disponen de refrigerador	14,29	31,25	35,29	15,38	37,04

### IV.3.1.4 PAISAJE

La ecología del paisaje, desde su visión holística y a su vez sintética de un ecosistema, permite abordar el análisis de las acciones de un proyecto determinado. Esto incluye la conformación de una línea base como punto de partida.

La percepción del paisaje no sólo interesa por ser el origen de los fenómenos culturales o en la interpretación del entorno, sino que, además es necesaria para comprender y



gestionar mejor los recursos naturales mediante el proceso de percepción, el cual funciona mediante la selección de información, reconocimiento e interpretación visual de un área en específico, habiendo diversas percepciones para distintos individuos (función de su bagaje cultural y su experiencia personal).

Un adecuado análisis del paisaje permite alcanzar objetivos deseables tales como la conservación de la integridad funcional de los ecosistemas, la permanencia de la funcionalidad ecológica, el control de tasas de erodabilidad y la continuidad en la aportación de bienes y servicios ecosistémicos.

Esto se fundamenta en el hecho de comprender a cualquier acción directa sobre el medio como una acción espacio-dependiente. Así, tenemos que a pesar de las diferencias de percepción, existen patrones comunes a identificar y valorar en los paisajes, que ayudan a clasificar y ubicar cartográficamente las unidades de paisaje, a partir de la evaluación cualitativa y posteriormente cuantitativa de sus componentes naturales y antrópicos así como las interrelaciones entre ellos.

Para el presente análisis se empleó el método de segregación de paisaje basado en lo indicado por Escribano, R y Martínez, J. E. (1989), lo cual se basa -en primera instancia- en la toma de evidencia gráfica del sitio; la posterior segregación (agrupación) deriva en un plano que delimita unidades de paisaje (cada unidad se distingue por características como el relieve, formaciones rocosas, presencia de agua, patrones de vegetación, asentamientos humanos, actividades agropecuarias, etc.).

Una vez establecidas las unidades de paisaje, se hizo una valoración de componentes (físicos y biológicos) para lograr asignar un valor intrínseco, esto basado en los métodos propuestos por la USDA Forest Service (1974), Bureau of Land Management de Estados Unidos (1980) y Escribano *et al.* 1987.

## UNIDADES DEL PAISAJE

Dentro del SA se delimitaron las unidades de paisaje con base en aspectos como la homogeneidad del territorio y además, como elemento principal de división de clasificación de unidades de paisaje, las acciones antrópicas.

Tomando en cuenta lo anterior, en el Sistema Ambiental se tienen tres diferentes unidades de paisaje:

- Unidad de Paisaje N° 1: Sierra Plegada (Figura IV.23).
- Unidad de Paisaje N° 2: Valle y Bajadas (Figura IV.24).
- Unidad de Paisaje N° 3: Zonas con actividades Antrópicas (Figura IV.25).



**Figura IV.23. Unidad de Paisaje N°1 Sierra Plegada**



**Figura IV.24. Unidad de Paisaje N°2 Valle y Bajadas**



**Figura IV.25. Unidad de Paisaje N°3 Zonas con actividades antrópicas**

## CALIDAD VISUAL

La calidad visual determinada para cada unidad del paisaje es el resultado de la suma de tres elementos de percepción: las características intrínsecas, calidad visual del entorno inmediato y calidad del fondo escénico.

Es posible dar una calificación a la calidad del paisaje y establecer su pertenencia a una de tres clases de la calidad visual definidas con base a la valoración generalista de los componentes del paisaje (Tabla IV.38 Tabla IV.38).

**Tabla IV.38. Criterios de evaluación de calidad visual del paisaje**

VALORACIÓN	CALIDAD VISUAL
<b>Alta</b>	Áreas de calidad alta, con rasgos singulares y sobresalientes (28 a 38 puntos).
<b>Media</b>	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (17 a 27 puntos).
<b>Baja</b>	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color línea y textura (6 a 16 puntos).

Para comprender con mayor detalle la clasificación indicada en la Tabla IV.30, es necesario tener en mente los elementos de valoración<sup>29</sup> que se tomaron en cuenta para el análisis de las unidades de paisaje (Tabla IV.39).

**Tabla IV.39. Elementos valorados para determinar la Calidad Visual de Paisaje**

ELEMENTO VALORADO	CALIDAD VISUAL PAISAJÍSTICA		
	Alta (valor máximo)	Media (valor máximo)	Baja (valor máximo)
Morfología o Topografía	Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas y muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos. <b>(5)</b>	Pendiente entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelado suave u ondulado. <b>(3)</b>	Pendientes entre 0 a 15%. Dominancia del plano horizontal de visualización. Ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual. <b>(1)</b>
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción alimentación. <b>(5)</b>	Presencia de fauna nativa esporádicamente dentro de la unidad sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado). <b>(3)</b>	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos. <b>(1)</b>
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas. <b>(5)</b>	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación introducida. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual. <b>(3)</b>	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión son vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa. <b>(1)</b>
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje. <b>(5)</b>	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual. <b>(3)</b>	Ausencia de cuerpos de agua. <b>(1)</b>

<sup>29</sup> Elementos adaptados a partir de lo indicado por la USDA Forest Service (1974) y Bureau of Land Management de Estados Unidos (1980).

ELEMENTO VALORADO	CALIDAD VISUAL PAISAJÍSTICA		
	Alta (valor máximo)	Media (valor máximo)	Baja (valor máximo)
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas. <b>(2)</b>	La calidad escénica está modificada en menor grado por obras que no añaden calidad visual. <b>(1)</b>	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje. <b>(0)</b>
Fondo Escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual. <b>(5)</b>	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada. <b>(3)</b>	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada. <b>(1)</b>
Variabilidad Cromática	Combinaciones de color intensas y variadas. Contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua. <b>(5)</b>	Alguna variedad e intensidad en color y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante. <b>(3)</b>	Muy poca variación en color o contraste, colores homogéneos o continuos. <b>(1)</b>
Singularidad o Rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares. <b>(6)</b>	Característico, pero similar a otros de la región. <b>(2)</b>	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares. <b>(0)</b>

En la Tabla IV.40 se presentan los resultados de la valoración de las tres unidades de paisaje identificadas para el SA, valoración calculada con base a los parámetros indicados en la tabla anterior.

**Tabla IV.40. Valoración de las Unidades de Paisaje identificadas en el SA.**

UNIDAD DE PAISAJE	ELEMENTO VALORADO	CALIDAD VISUAL
<b>1. Sierra Plegada</b>	Morfología o Topografía	Alta (5)
	Fauna	Alta (5)
	Vegetación	Alta (5)
	Formas de agua	Baja (1)
	Acción Antrópica	Alta (2)
	Fondo Escénico	Media (3)
	Variabilidad Cromática	Alta (5)
	Singularidad o Rareza	Media (2)
	<b>Valoración Final</b>	<b>Alta (28)</b>
<b>2. Valle y Bajadas</b>	Morfología o Topografía	Baja (1)
	Fauna	Media (3)
	Vegetación	Media (3)
	Formas de agua	Baja (1)
	Acción Antrópica	Media (1)
	Fondo Escénico	Media (3)
	Variabilidad Cromática	Media (3)
	Singularidad o Rareza	Media (2)
	<b>Valoración Final</b>	<b>Media (17)</b>
<b>3. Zona con Actividades Antrópicas</b>	Morfología o Topografía	Baja (1)
	Fauna	Baja (1)
	Vegetación	Baja (1)
	Formas de agua	Baja (1)
	Acción Antrópica	Baja (0)
	Fondo Escénico	Media (3)
	Variabilidad Cromática	Baja (1)
	Singularidad o Rareza	Baja (0)
	<b>Valoración Final</b>	<b>Baja (8)</b>

De acuerdo con esta valoración de calidad visual se tiene que:

- **Unidad Sierra Plegada** (Unidad 1) presenta calidad visual alta; donde la mayoría de los elementos valorados poseen alta calidad en cuanto a la variedad de forma, color y línea resultado de una amplia “combinación” entre elementos como: i) relieve con pendientes mayores a 30 %, ii) presencia de fauna nativa, iii) masas vegetales de alta dominante visual, iv) no hay actividad antrópica, v) combinaciones de color intensas y variadas y, vi) el paisaje consecuente se considera singular pero similar a otros de la región.
- **Unidad Valles y Bajadas** (Unidad 2), presentan calidad visual media, los elementos valorados poseen moderada calidad en la variedad de la forma, color y línea. Entre las características que se presentan con calidad baja y moderada se tiene: i) pendientes menores de 15 % con dominancia del plano horizontal de visualización, ii) presencia de vegetación con baja estratificación, iii) libre a casi libre de acciones antrópicas estéticamente no deseadas, iv) el paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética de dichas unidades.

Considerando lo anterior, estas unidades de paisaje se infieren como áreas poco singulares puesto que se presentan similares a otros de la región.

- **Zona con Actividades Antrópicas** (Unidad 3); presenta calidad visual baja, dado a que la mayor superficie se presenta con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. El principal elemento valorado que reduce la calidad visual son las modificaciones antrópicas (actividades de agricultura) que se presentan en forma intensa y extensa; otros elementos valorados que reducen la calidad visual son: i) pendientes no mayores a 15 %, con dominancia del plano horizontal, ii) presencia de fauna nativa esporádica y presencia de animales domésticos.

## FRAGILIDAD VISUAL

La determinación de la fragilidad visual permite evaluar la capacidad de absorción y respuesta de las unidades de paisaje ante la obras y actividades del Proyecto, el análisis hecho para el presente documento se basó en el modelo general de fragilidad visual de Escribano *et al.* (1987).

En esta metodología son analizados y clasificadas las unidades de paisaje, en función de una selección de los principales componentes del paisaje, divididos en 4 factores (biofísicos, visualización, singularidad y accesibilidad) (Tabla IV.41). La valoración de

fragilidad visual tiene rangos que se clasifican como Altos (21 a 27 puntos), Media (15 a 20 puntos) y Baja (9 a 14 puntos).

**Tabla IV.41. Fragilidad Visual del Paisaje**

FACTOR	ELEMENTO DE INFLUENCIA	FRAGILIDAD VISUAL DE PAISAJE		
		Alta (valor máximo)	Media (valor máximo)	Baja (valor máximo)
Biofísicos	Pendiente	Pendiente de más un 30%, terrenos con dominio del plano vertical de visualización. (3)	Pendientes entre 15 y 30%, terrenos con modelados suaves u ondulados. (2)	Pendientes entre 0 a 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual. (1)
	Vegetación (densidad)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas, dominancia estrato herbáceo. (3)	Cubierta vegetal discontinuo. Dominancia de estrato arbustiva o arbórea aislada. (2)	Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo. (1)
	Vegetación (contraste)	Vegetación monoespecífica. Escasez vegetal, contrastes poco evidentes. (3)	Diversidad de especies media. (2)	Alto grado en variedad de especies. Contrastes fuertes. Gran estacionalidad de especies. (1)
	Vegetación (altura)	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 metros de altura. (3)	No hay gran altura de las masas (< 10 m). Baja diversidad de estratos. (2)	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m. (1)
Visualización	Tamaño cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1000m). Dominio de los primeros planos. (3)	Visión media (1000 a 4000m). Dominio de los planos medios de visualización. (2)	Visualización de carácter lejano o a zonas distintas mayor a 4000 m. (1)
	Forma cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidas en el flujo visual. (3)	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías. (2)	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas. (1)
	Capacidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales. (3)	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en bajo porcentaje. (2)	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombras o menor incidencia visual. (1)
Singularidad	Unidad de paisaje	Paisaje singular con riqueza de elementos únicos y distintivos. (3)	Paisaje de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares. (2)	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterada. (1)
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta. Visible a distancia y sin mayor restricción. (3)	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles. (2)	Baja accesibilidad visual, vistas repentinas, escasas y breves. (1)

En seguida se presenta los resultados del análisis de fragilidad visual para cada una de las unidades de paisaje identificadas en el Sistema Ambiental.

**Tabla IV.42. Valoración de Fragilidad Visual para las tres unidades de paisaje del SA.**

UNIDAD DE PAISAJE	FACTOR	ELEMENTO DE INFLUENCIA	FRAGILIDAD VISUAL
1. Sierra Plegada	Biofísicos	Pendiente	Alta (3)
		Vegetación (densidad)	Baja (1)
		Vegetación (contraste)	Media (2)
		Vegetación (altura)	Media (2)
	Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Alta (3)
		Forma de la cuenca visual	Alta (3)
		Capacidad	Media (2)
Singularidad	Unidad del paisaje	Media (2)	
Accesibilidad	Visual	Alta (3)	
<b>Valoración Final</b>			<b>Alta (21)</b>
2. Valle y Bajadas	Biofísicos	Pendiente	Baja (1)

	Vegetación (densidad)	Media (2)
	Vegetación (contraste)	Media (2)
	Vegetación (altura)	Alta (3)
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Alta (3)
	Forma de la cuenca visual	Media (2)
	Capacidad	Media (2)
Singularidad	Unidad del paisaje	Media (2)
Accesibilidad	Visual	Media (2)
<b>Valoración Final</b>		<b>Media (19)</b>
Biofísicos	Pendiente	Baja (1)
	Vegetación (densidad)	Alta (3)
	Vegetación (contraste)	Alta (3)
	Vegetación (altura)	Alta (3)
3. Zona con Actividades Antrópicas	Tamaño de la cuenca visual	Baja (1)
	Forma de la cuenca visual	Baja (1)
	Capacidad	Baja (1)
Singularidad	Unidad del paisaje	Baja (1)
Accesibilidad	Visual	Alta (3)
<b>Valoración Final</b>		<b>Media (17)</b>

De acuerdo la valoración realizada, se concluye lo siguiente:

- Unidad 1.** Presenta fragilidad visual alta, entre los elementos valorados se encuentra la inclinación del terreno (sitios con pendientes de más de 30 %, con dominio del plano vertical de visualización se consideran altamente frágiles debido a ser más susceptibles a afectación; la forma alargada de las cuencas permite direccionalidad a la vista, este flujo visual (por ser más evidente) se considera un elemento frágil. El paisaje se considera importante pero habitual, sin presencia de elementos singulares. En forma general la mayoría de los elementos valorados presentan fragilidad media a alta, por lo cual la capacidad de absorción y respuesta del paisaje ante cualquier actividad proyectada en dicha superficie es baja.
- Unidades 2 y 3.** Presentan fragilidad visual media. Las pendientes no son mayores al 15 %, siendo una superficie con relieve ligeramente ondulado y suave, la cubierta de la vegetación es discontinua, no hay gran altura en la vegetación, diversidad de especies media, presentan áreas moderadamente erosionadas, dominio de los planos medios de visualización (visión no mayor a los 4,000 m), cuencas irregulares (mezcla de cuencas alargadas y redondeadas), el paisaje que se presenta es de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares. En estas unidades se considera que la capacidad de absorción y respuesta del paisaje ante cualquier actividad proyectada en dicha superficie es moderada.

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

Este capítulo presenta, en forma pormenorizada, los resultados de la evaluación de los posibles impactos ambientales que podrían ocasionarse como consecuencia del desarrollo del Proyecto Exploración Minera Santa Rosa.

Es importante enfatizar que la exploración promovida en este estudio tiene como objetivo el confirmar la presencia de una veta mineral importante en el área –y en función de los resultados- ser el paso inicial para el desarrollo de un proyecto integral de explotación minera en el área.

Es de relevancia hacer patente que la necesidad de contar con estas superficies y certidumbre sobre los valores minerales es consecuencia de la oportunidad que actualmente se tiene de impulsar un proyecto de desarrollo minero que conlleva inversión económica y oportunidades de empleo en la región.

Con base en la información relativa a la caracterización del sitio donde pretenden llevarse a cabo las actividades de exploración expuestas en los capítulos II y IV de este documento, y a partir de la aplicación del análisis de impactos descrito en este capítulo, se identificaron y evaluaron los impactos ambientales que potencialmente podría generar el desarrollo del Proyecto.

Así, en este capítulo se analizan los efectos del Proyecto, sobre los componentes más relevantes del medio físico y biótico del área en que éste se pretende desarrollar.

En este contexto, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que para la evaluación de impacto ambiental se debe realizar una identificación y valoración, de forma objetiva e imparcial, de los efectos ambientales producidos por el desarrollo de obras y/o actividades que conforman los proyectos, para



así establecer las medidas (de mitigación, prevención y/o compensación) pertinentes, efectivas para el escenario ambiental existente.

Atendiendo a lo anterior, el análisis expuesto fue conducido con objetividad e imparcialidad, siguiendo las recomendaciones de la **Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, minero** Modalidad Particular (SEMARNAT, 2002).

Debido a los impactos residuales que se pueden ocasionar debido a las actividades mineras a desarrollar por el Proyecto, éste se encuadra en los supuestos del Artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), a efecto de que su pertinencia sea evaluada por la autoridad, a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular (MIA-P)

En el marco de la normatividad ambiental mexicana, un análisis de impacto se orienta a la evaluación de los efectos que pueden repercutir en los factores ambientales, a escala de las cuencas o regiones implicadas -delimitadas como sistema ambiental de referencia- con énfasis particular en los impactos acumulativos y residuales. Considerando lo anterior, la evaluación del Proyecto se desarrolló con los siguientes objetivos:

- a. Identificar los impactos ambientales potenciales del Proyecto.
- b. Caracterizar los impactos ambientales potenciales.
- c. Valorar la magnitud y significancia de los impactos ambientales potenciales.
- d. Determinar los impactos ambientales significativos.
- e. Identificar los impactos acumulativos y residuales del Proyecto.

Más allá de un propósito normativo, el proceso de evaluación realizado es una herramienta de gran utilidad a la empresa promotora, toda vez que le ha permitido identificar los aspectos ambientales de mayor relevancia y, de esta manera, ayudar a que se internalicen las consideraciones y medidas pertinentes para integrar el Proyecto al contexto ambiental, con los menores efectos negativos posibles.

Por ello, se presentan ante la autoridad, los resultados de un análisis técnicamente suficiente en cuanto a los efectos posibles del Proyecto sobre el medio ambiente; a fin de que ésta determine si su ejecución es pertinente y compatible con los preceptos y principios de la política ambiental nacional.

Con la intención de lograr un balance objetivo de los efectos ambientales potenciales del Proyecto, la evaluación realizada se enmarcó en los siguientes principios:

- a) Considera la mayor y mejor información disponible sobre la caracterización ambiental del sitio y su área de influencia.
- b) La evaluación está basada en la descripción de los componentes del Proyecto (expuestos en el Capítulo II de este documento) y sustentada en la ingeniería conceptual y de detalle disponible para cada componente.
- c) Se valora la importancia y vulnerabilidad de los factores ambientales sobre los que incide el Proyecto.
- d) La información de la caracterización, expuesta en el Capítulo IV de la presente MIA-P, considerada como escenario inicial para el análisis, procede de fuentes documentales, científicas e institucionales, así como de estudios actuales realizados en el área del Proyecto sobre temas especializados como geología, geotecnia, edafología e hidrología superficial, caracterización biótica y de servicios ambientales, entre otros aspectos.
- e) Tener en cuenta el estado actual del área de influencia del Proyecto y considera la preexistencia de impactos ambientales derivados de las actividades mineras, agrícolas y ganaderas que se realizan o han realizado en el área.
- f) Analizar y valorar el potencial de acumulación de los efectos preexistentes en el área y los potenciales del nuevo Proyecto; así como los atributos de sinergia respectivos, a la luz de la sincronía o diacronía que éstos puedan presentar.
- g) Valora la importancia y vulnerabilidad de los componentes ambientales, teniendo en consideración la proximidad del sitio con respecto a las áreas naturales protegidas declaradas en la región.
- h) Abordar el análisis de los efectos del Proyecto sobre los factores del medio ambiente en dos niveles de complejidad: (i) de manera individual e independiente, y (ii) como parte integrada del contexto ambiental en sus ámbitos estructurales y funcionales.

- i) La valoración de los impactos considera las prácticas y medidas de prevención, control y atenuación de efectos negativos que la empresa ha integrado al Proyecto como parte de su diseño y estándares de operación y cierre.
- j) El reconocimiento predictivo de los impactos potenciales, como su evaluación y valoración, integran las técnicas y metodologías de análisis disponibles que se consideraron idóneas para el tipo de proyecto. Además, incorpora la experiencia del grupo consultor en la evaluación, gestión y seguimiento de proyectos mineros.

## **V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

### **V.1.1 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN**

Los impactos ambientales derivados del desarrollo del Proyecto se generarán en función de las características propias del Proyecto y su ubicación. Toda actividad incidirá sobre el ambiente y sus componentes ambientales, en diferente nivel.

Existen numerosos métodos y técnicas de evaluación de impactos ambientales. Éstos, además de servir para identificar los efectos potenciales, apuntan a los factores ambientales que deben ser de especial atención, para proporcionar información de la predicción y evaluación de los impactos específicos, y lograr una selección de las medidas ambientales a implementar.

La identificación de los impactos ambientales del Proyecto se realizó mediante una combinación de criterios y metodologías simples que se describen a continuación.

### **LECTURA DEL ENTORNO Y ANÁLISIS ESPACIAL**

La técnica permite identificar atributos particulares de los elementos ambientales del sitio seleccionado, con los que el Proyecto o sus componentes puede interactuar (topografía, vegetación, hidrología, asentamientos humanos, entre otros).

Combina la revisión y sobreposición de cartas temáticas, la cartografía específica del Proyecto y el manejo de imágenes de satélite y ortofotos de áreas geográficas particulares, en diferentes escalas de información.

El análisis espacial permite, eventualmente, integrar un Sistema de Información Geográfica (SIG) que puede enriquecerse con datos actualizados derivados de estudios de campo, contando así con una plataforma de información sobre la situación ambiental que guarda una zona, con la posibilidad adicional de establecer comparaciones multitemporales e identificar magnitudes de cambio en el entorno.

En el caso particular se emplearon: (i) los planos de localización del Proyecto; (ii) información temática georreferenciada generada o integrada por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y otras fuentes oficiales; y (iii) una imagen de satélite del área adquirida para el análisis.

Las distintas capas de información se montaron en una plataforma de ArcGIS, a través de la cual se realizaron análisis de interacción de componentes ambientales, con los sitios particulares para el desarrollo del Proyecto.

### **ESTUDIOS DE CAMPO (ANÁLISIS *IN SITU*)**

Los estudios de campo representan una herramienta insustituible en la evaluación ambiental, ya que además de ser necesarios para generar información específica sobre las características ambientales del sitio que se analiza, permiten al especialista identificar *in situ* aspectos del entorno que son relevantes para la evaluación.

Durante los trabajos de campo, cada especialista corroboró y amplió la información resultante del análisis espacial preliminar y generó la descripción correspondiente. Adicionalmente, cada uno identificó los aspectos más críticos y vulnerables de los factores ambientales analizados y estableció las recomendaciones pertinentes para ser consideradas durante la evaluación de impactos y el diseño del Proyecto.

### **LISTAS DE VERIFICACIÓN (O DE CHEQUEO)**

Las listas de verificación (check list) se basan en la elaboración de listados específicos, ya sea de componentes ambientales, agentes de impacto o etapas y acciones del Proyecto,

que facilitan el reconocimiento de los factores que deben tenerse en cuenta en el análisis ambiental.

La utilidad de la técnica es sustantiva, en la medida en que se cuente con información espacial que permita conocer las interacciones posibles entre el Proyecto y los factores medioambientales.

Esta técnica se empleó como un método inicial de reconocimiento para seleccionar las actividades del Proyecto con potencial para generar impactos ambientales, a partir de la identificación previa de los factores del medio ambiente con los que el Proyecto guarda potencial de interacción.

## **MATRICES DE INTERACCIÓN**

Las matrices de interacción, o de relación causa-efecto, permiten identificar cualitativamente la existencia de relaciones directas entre un agente causal (actividades del Proyecto) y otro receptor (factor ambiental). Esta matriz también puede denominarse matriz de identificación de impactos, ya que al marcar las casillas donde es posible el establecimiento de interacción, se reconocen los impactos potenciales del Proyecto.

Adicionalmente, tienen la ventaja de que pueden adaptarse a las necesidades del análisis incorporando esquemas de valoración cualitativa, o semicuantitativa, a la red matricial de identificación para continuar con la evaluación.

En el caso específico del Proyecto en evaluación, se diseñó una matriz que coloca el listado de indicadores ambientales seleccionado por cada componente ambiental, en el eje de las filas (horizontal) y el listado de actividades del Proyecto con potencial de generar efectos, en el eje vertical (columnas).

Mediante esta técnica es posible lograr un panorama extenso del conjunto de interacciones o impactos posibles, aunque en la práctica no todas las interacciones identificadas involucran impactos de importancia.

## V.1.2 INDICADORES DE IMPACTO

Este apartado se integró con el objetivo principal de contar con un escenario general de lo que implicaría el desarrollo del Proyecto en la zona en que se realizará, considerando los elementos ambientales y sociales más relevantes. Además, para la ejecución del Proyecto se tiene un marco normativo sólido derivado de la existencia de Normas Oficiales Mexicanas que explícitamente regulan los aspectos ambientales de las actividades.

El Proyecto propuesto implica un aumento en algunos impactos adversos identificados en este momento en el área de Proyecto, debido en gran parte a la mayor incidencia en cuanto a superficie de ocupación y, en consecuencia, de afectación del terreno. A continuación, se describen brevemente las afectaciones que se esperan en el área debido a las actividades del Proyecto.

### CALIDAD DEL AIRE

El tráfico vehicular y el movimiento de maquinaria son las actividades que más influirán en la calidad del aire, esto debido a la generación de partículas y gases derivada del uso de combustibles, así como por la generación de polvo fugitivo. Además, el tráfico vehicular generará ruido durante toda la vida útil del Proyecto.

### GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La operación y desarrollo del Proyecto no modificará la topografía, es de considerar que los trabajos solo implican el uso de caminos ya existentes por lo que la afectación a la topografía que estos caminos generaron no puede ser acreditada como efecto directo del Proyecto; sin embargo, se toma en cuenta este aspecto en la modelación de impactos y, junto con la nivelación en el sitio de las planillas de barrenación, se considera que las modificaciones a la topografía serán de muy baja escala.

### SUELOS

La operación y desarrollo del Proyecto generará alteraciones en las características del suelo, debidas principalmente al movimiento (de carácter temporal) que debe efectuarse

de la capa fértil de este recurso, así como a la compactación que se dará principalmente en los caminos y en las planillas de barrenación. Las características de las actividades consideradas pueden, por otra parte, generar contaminación del suelo circundante si no se toman las debidas previsiones en cuanto a su manejo, control y supervisión.

## HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

Desde el inicio de las actividades, se adoptarán medidas tendientes a evitar cualquier alteración en los escurrimientos superficiales que pueden presentarse (sólo en temporada de lluvias) en la zona. Se conservará un control estricto al funcionamiento de las medidas que permita mantener y derivar los flujos intermitentes hacia su escorrentía natural, sin afectaciones significativas en la dinámica presente.

El manejo de los elementos con potencial de contaminación se realizará en estricto control a partir de un sistema sin descargas.

## FLORA

No habrá derribo de vegetación arbórea en el área del Proyecto, el acceso a los sitios (planillas) de barrenación se hará mediante el uso de caminos y veredas ya existentes; la colocación de la maquinaria para barrenación se realizará preferentemente en áreas sin cobertura vegetal arbórea (el retiro de vegetación se limitará a ejemplares arbustivos y herbáceos).

El evitar la remoción de la vegetación arbórea asegura que se mantengan intactas zonas aledañas al Proyecto donde se presentan las especies características de la zona, por lo que no se corre el riesgo de que las asociaciones vegetales desaparezcan de la región. Así, se garantizará un adecuado manejo ambiental del Proyecto dentro del contexto regional, considerando además los elementos en cuanto a restauración y reforestación que la empresa ha previsto desarrollar en el sitio como parte de su Plan de Cierre.

Es importante considerar que, de las especies de flora silvestre identificadas en el área del Proyecto, únicamente *Ferocactus pilosus* es considerada bajo una categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En razón de esto, cuando se localice un ejemplar de

esta especie, el plan de trabajo de Proyecto implica -en primera instancia- el “mover” la planilla hacia un área que no afecte al ejemplar o, de ser necesario, la reubicación del ejemplar siguiendo un estricto protocolo establecido para ello.

## FAUNA

La actividad en la zona modificará la distribución puntual y temporal de la fauna silvestre por la pérdida de hábitat, al requerir y utilizar, de manera directa algunas superficies. Considerando la capacidad de desplazamiento de los animales, así como las medidas ambientales implementadas para su protección (rescate), no se considera que la afectación ocasionada represente un riesgo de pérdida de las poblaciones presentes.

Dos de las especies de fauna identificadas en la zona de Proyecto (*Psaltriparus minimus* y *Choeronycteris mexicana*) están catalogadas bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010; y aunque ya se indicó que, por sus características de movilidad y las disposiciones operativas del Proyecto, no se verán afectadas, existe un protocolo de atención para el rescate y reubicación de ejemplares que será implementado en caso de ser necesario.

## PAISAJE

La alteración del paisaje está relacionada –en el caso del Proyecto- con el desarrollo de actividades como la apertura de las planillas de barrenación, es preciso recordar que estas actividades, aunque se toman en cuenta como parte del análisis, se consideran como actividades de muy bajo impacto ya que no se contempla una afectación mayor a la ya presente en la zona, por tal motivo es de esperar que la alteración paisajista no se reflejará en el Sistema Ambiental.

## DEMOGRAFÍA

La demanda de fuerza laboral del Proyecto, en sus diferentes etapas, contribuirá al desarrollo económico de la región, aumentando el poder adquisitivo y generando cadenas de valor que dinamizan la economía local, por el incremento en la demanda de



bienes y servicios. Estos impactos económicos directos, indirectos e inducidos, resultan en un incremento significativo de la calidad de vida de la población.

### **V.1.3 LISTA DE INDICADORES DE IMPACTO (AMBIENTALES)**

Los indicadores de impacto (o indicadores ambientales) son elementos o variables del medio ambiente que aportan información sobre los procesos ambientales y proporcionan la medida de la magnitud de los impactos, en términos cualitativos o cuantitativos.

La selección de indicadores ambientales es necesaria durante la evaluación, para acotar el análisis a los parámetros realmente relevantes de cada factor o componente del ambiente.

La estimación cuantitativa del indicador depende de la disponibilidad de una escala de valores que permita su evaluación; en tanto que la valoración cualitativa corresponde a calificaciones que emplean términos descriptivos como: muy bueno, bueno, regular, malo, etc., que se fundamentan en criterios establecidos con base en la experiencia o sugerencia de expertos en la materia (León Peláez, 2002).

Una referencia importante, relacionada con la valoración cuantitativa, la constituyen los estándares o valores establecidos en las normas ambientales disponibles.

Para ser de utilidad, los indicadores deben cumplir los criterios de validez científica, disponibilidad y fiabilidad de datos, representatividad, sensibilidad a cambios, sencillez, relevancia y utilidad, comparabilidad, y razonable relación entre costo y beneficio. Un aspecto relevante, que aporta a la objetividad de la evaluación, consiste en elegir indicadores exclusivos que no se sobrepongan entre sí, de manera que no se conduzca el análisis a la sobrevaloración de ciertos rubros.

Para la evaluación expuesta en este documento se identificaron y seleccionaron los indicadores considerados como más representativos y de mayor utilidad para el Proyecto y sitio de interés, por su potencial para reflejar mejor los cambios en el estado y calidad de los factores ambientales.

Esta tarea se desarrolló con base en la experiencia del grupo consultor en la evaluación de proyectos y contextos similares, así como en las recomendaciones aportadas por cada especialista que desarrolló trabajo de campo para la caracterización del sitio. Adicionalmente, se revisó la literatura especializada con el propósito de corroborar la pertinencia de los indicadores elegidos.

La elección atiende a la condición particular del área de estudio, así como a las consideraciones de vulnerabilidad de cada componente del medio ambiente. En este sentido, es preciso indicar que, para algunos componentes, como la biodiversidad e hidrología superficial, se integraron consideraciones de valoración en escala local y regional. Un total de 26 indicadores fueron seleccionados para el análisis del Proyecto (Tabla V.1).

**Tabla V.1. Indicadores de impacto -por componente ambiental- seleccionados para la evaluación.**

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLE	INDICADOR DE IMPACTO
<b>Abiótico</b>	Aire	Calidad	1. Concentración de partículas suspendidas
		Emisiones mecánicas	2. Concentración de gases contaminantes
			3. Niveles de ruido
		4. Nivel de vibraciones	
	Suelo	Geología	5. Estabilidad geológica
		Relieve y formas	6. Topografía
		Composición	7. Propiedades físicas (pérdida por erosión)
			8. Propiedades químicas (contaminación)
	Hidrología superficial	Calidad	9. Contaminación (y sedimentación)
		Procesos	10. Variación del flujo
	Agua subterránea	Calidad	11. Contaminación
		Procesos	12. Alteración de la recarga
<b>Biótico</b>	Flora Silvestre	Cantidad	13. Abundancia
			14. Diversidad
			15. Cobertura
		Procesos	16. Conservación de especies en riesgo (NOM-059)
			17. Conservación de especies de interés comercial
			18. Abundancia
	Fauna silvestre	Cantidad	19. Diversidad
			20. Conservación de especies en riesgo (NOM-059)
		Procesos	21. Conservación de hábitat y corredores biológicos
			22. Incidencia visual
Paisaje	Calidad	23. Armonía visual	
	Interacción con el medio		
<b>Socioeconómico</b>	Población	Social	24. Salud pública
		Economía Regional	25. Calidad de vida
			26. Actividades productivas

A continuación, se proporciona una descripción general de cada indicador seleccionado.

## **AIRE**

Se analizan dos variables, la calidad del aire y la emisión de ondas mecánicas. La primera se evalúa a través de dos indicadores: concentración de partículas suspendidas y concentración de gases contaminantes. La segunda se evalúa a través de dos indicadores, niveles de ruido y niveles de vibración.

### **CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS**

Se analiza el incremento en la concentración de material particulado en el aire, como consecuencia de diversas actividades del Proyecto que inciden en la emisión y concentración de polvo, tales como el despalme (retiro temporal de la capa de suelo orgánico), movimiento de vehículos y maquinaria y, la operación de la misma maquinaria. Asimismo, se tienen en cuenta los efectos que algunas actividades, como el almacenamiento temporal de la capa de suelo orgánico, tienen sobre la dispersión de partículas; así como las medidas de prevención y control asociadas con el monitoreo ambiental que será implementado.

Para ello se consideran los siguientes factores:

- Extensión en que se desarrollarán las actividades generadoras de polvo.
- Características del terreno.
- Distancia de transporte del equipo.
- Duración de las actividades.
- Medidas de control de polvos.

Como valores de referencia y evaluación, se consideran las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014 de salud ambiental, que establece los criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) (Tabla V.2).

**Tabla V.2. Valores límite de concentración ambiental de partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

TIPO DE PARTÍCULAS	LÍMITE DE 24 HORAS (PROMEDIO)	LÍMITE ANUAL (PROMEDIO)
PM <sub>10</sub>	75 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	45 µg/m <sup>3</sup>	12 µg/m <sup>3</sup>

## GASES CONTAMINANTES

Se analiza el incremento en la concentración de gases en el aire, provenientes de los escapes de vehículos y maquinaria que se utilicen en el Proyecto. En dicha evaluación se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Extensión del Proyecto.
- Duración de las actividades generadoras.
- Número de vehículos y maquinaria que se utilizará.
- Estado de los vehículos y maquinaria.
- Medidas de control de emisiones.

Asimismo, se consideran los valores de referencia para los niveles de emisión de gases determinados por las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- **NOM-041-SEMARNAT-2006**, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible (Tabla V.3).

**Tabla V.3. Límites máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos múltiples o utilitarios, camiones ligeros CL.1, CL.2, CL.3 y CL.4, camiones medianos y camiones pesados en circulación, en función del año-modelo.**

AÑO-MODELO DEL VEHÍCULO	HIDROCARBUROS (HC)(PPM)	MONÓXIDO DE CARBONO (CO) (%VOL.)	OXÍGENO (O <sub>2</sub> ) (%VOL.)	DILUCIÓN (CO+CO <sub>2</sub> ) (%VOL.)	
				Mínima	Máxima
1979 y anteriores	600	5.0	3.0	13	16.5
1980 a 1985	500	4.0	3.0	13	16.5
1986 a 1991	400	3.5	3.0	13	16.5
1992 a 1993	350	3.0	3.0	13	16.5
1994 y posteriores	200	2.0	3.0	13	16.5

- **NOM-043-SEMARNAT-1993**, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas, con la excepción de las que se rigen por normas oficiales mexicanas específicas (Tabla V.4). Si bien el Proyecto y sus actividades no se considera como una "fuente fija", se tomarán en cuenta los límites permisibles indicados en la Norma como valores de referencia.

Tabla V.4. Límites máximos permisibles de emisión de partículas sólidas.

FLUJO DE GASES EN LA FUENTE (M <sup>3</sup> /MIN)	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE (MG/M <sup>3</sup> )
5	2304
10	1722
20	1287
30	1086
40	962
50	876
60	811
80	719
100	655
200	489
500	333
800	273
1000	249
3000	157
5000	127
8000	104
10000	95
20000	71
30000	60
50000	48

- **NOM-045-SEMARNAT-2006**, que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible, así como los procedimientos de prueba y características técnicas del equipo de medición (Tabla V.5).

Tabla V.5. Límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año-modelo del vehículo.

AÑO-MODELO DEL VEHÍCULO	PESO BRUTO DEL VEHÍCULO (KG)	COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE LUZ (M <sup>-1</sup> )	POR CIENTO DE OPACIDAD (%)
2003 y anteriores	Hasta 3, 856	2.5	65.870
2003 y posteriores		2.0	57.68
1990 y anteriores		2.8	70
1991 a 1997	Mayor a 3,857	1.86	55
1998 y posteriores		1.19	40

Respecto de las emisiones mecánicas, como variable del componente ambiental Aire, se analizan dos indicadores.

## NIVELES DE RUIDO

Se revisan los niveles de emisiones sonoras causados por la operación de la maquinaria; así como los efectos en su atenuación relacionados con la revegetación propiciada por el proceso de recolonización vegetal natural en planillas “abandonadas” al cierre de actividades.

Para el análisis se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Número, tiempo, ubicación y potencia de las fuentes emisoras de ruido (planillas).
- Duración y frecuencia de las emisiones.
- Presencia y efecto de elementos y barreras atenuantes.

Como valores de referencia, se consideran los límites máximos permisibles de emisión de ruido que establecen la NOM-011-STPS-2001 de condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido (Tabla V.6).

**Tabla V.6. Límites máximos permisibles de exposición de los trabajadores a ruido estable, inestable o impulsivo durante el ejercicio de sus labores, en una jornada laboral de 8 horas.**

NIVEL DE EXPOSICIÓN A RUIDO (NER) <sup>1</sup>	TIEMPO MÁXIMO PERMISIBLE DE EXPOSICIÓN (TMPE)
90 dB(A)	8 horas
93 dB(A)	4 horas
96 dB(A)	2 horas
99 dB(A)	1 hora
102 dB(A)	30 minutos
105dB(A)	15 minutos

<sup>1</sup> dB(A) están referidos a 20 µPa

## NIVELES DE VIBRACIONES

Se revisa el efecto de la emisión de vibraciones causadas por la operación de maquinaria.

Para ello, se consideran los siguientes factores:

- Características geológicas del terreno.
- Número, tiempo, ubicación y potencia de las fuentes emisoras.
- Duración y frecuencia de las emisiones.

## SUELO

Para este componente se analizan cuatro indicadores.

## ESTABILIDAD GEOLÓGICA

Se revisan los efectos en la estabilidad del terreno, causados por la apertura de las planillas de barrenación, construcción de obras de control de escorrentías<sup>30</sup> y recolonización vegetal (al cierre de operaciones si no es viable dar paso a la explotación de minerales).

Se tienen en cuenta los siguientes factores:

<sup>30</sup> De ser necesarias y en escala muy puntual, es decir, para cada planilla de barrenación.

- Estructura y características geológicas del sitio.
- Efectos de la precipitación y control de escurrimientos.
- Efectos de las medidas de control de escurrimientos y estabilización.

### **TOPOGRAFÍA (RELIEVE)**

Se analiza el efecto que tiene la nivelación del terreno en las áreas necesarias (planillas de barrenación) sobre la topografía del sitio. En el análisis se tiene en cuenta la extensión de las obras y actividades que implican modificaciones topográficas.

### **PROPIEDADES FÍSICAS (PÉRDIDA POR EROSIÓN)**

Se analiza el efecto del Proyecto en términos de la pérdida de cobertura edáfica y la promoción o incremento de la erosión del suelo, proceso que determina en gran medida las propiedades físicas del suelo, como la estructura, profundidad, disponibilidad de agua, textura, color, porosidad, densidad, etc. Además, se analiza el efecto del despalme temporal (en las planillas) y recolocación de suelo sobre la estructura del suelo.

Finalmente, se evalúa la incidencia en la permeabilidad natural del suelo, como consecuencia de la nivelación, recuperación (temporal) de suelo fértil y colonización vegetal en planillas abandonadas. Los factores de análisis son:

- Extensión de la cobertura vegetal actual en el área del Proyecto.
- Tipo de suelos y erodabilidad en las áreas que se limpiarán de vegetación no arbórea.
- Topografía del terreno.
- Regímenes hidrológicos del área.
- Hidrología superficial del sitio.
- Previsión de medidas de manejo topográfico y de control de erosión.
- Volumen de suelo que debe ser removido y recuperado.
- Extensión de las áreas de remoción.
- Superficie ocupada por el Proyecto.

- Características del suelo.
- Características de las obras.
- Precipitación en el área.

Se conocen los valores de cobertura actual de la vegetación, superficie que será afectada, caracterización del suelo, topografía, régimen hidrológico e hidrología superficial del sitio, diseño del Proyecto respecto del manejo topográfico y de control de erosión física.

### **PROPIEDADES QUÍMICAS (CONTAMINACIÓN)**

Se analiza el riesgo de alterar las propiedades químicas del suelo por contaminación como consecuencia de la ocurrencia de derrames de combustible o lubricantes, durante la operación de maquinaria; así como por la generación de residuos, su manejo y el monitoreo ambiental. Para tal efecto, se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Estado operativo de la maquinaria.
- Mecanismos de control y supervisión para evitar derrames e infiltración.
- Estrategias de manejo de residuos.

### **HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

Este componente se analiza a través de dos indicadores.

### **CONTAMINACIÓN (Y NIVELES DE SEDIMENTACIÓN)**

Se revisa el grado en que el Proyecto incide en la sedimentación o azolvamiento de los cursos naturales de agua de la zona<sup>31</sup>, como resultado del despalme temporal, recuperación de suelos; así como los aspectos relacionados con el potencial de contaminación durante la operación del Proyecto. Se consideran los siguientes factores:

- Relieve de la zona.
- Localización de las áreas de ocupación.
- Superficie de ocupación del Proyecto.

---

<sup>31</sup> Cabe indicar que en el sitio de proyecto no se detectaron escurrimientos perennes sino de tipo estacional (presentes sólo durante época de lluvia).



- Efecto de las obras de control.

## VARIACIÓN DEL FLUJO

Se analiza el efecto sobre la dirección y velocidad de los escurrimientos superficiales (sólo presentes en temporada de lluvia), como resultado de la apertura de las planillas, y potencial construcción de obras de control de escorrentías. Se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Relieve del terreno.
- Superficie de ocupación del Proyecto.
- Valores de precipitación local.
- Localización de obras.
- Efectos de las obras de control.

## AGUA SUBTERRÁNEA

Se evalúan los efectos del Proyecto sobre el componente a través de dos indicadores.

## CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Se analiza el potencial de riesgo de contaminación del agua subterránea, por la infiltración (debido a derrames accidentales) de contaminantes como combustible y aceites de la maquinaria y vehículos en operación, la generación y manejo de residuos. Para ello, se consideran los siguientes factores:

- Estado operativo de la maquinaria.
- Mecanismos de control y supervisión para evitar derrames.
- Duración de los trabajos.
- Efectividad de los planes de manejo de residuos.

## ALTERACIÓN (CAPACIDAD) DE LA RECARGA

Se evalúa el efecto del despalme temporal y nivelación del terreno, recolocación de suelo fértil (al cierre de actividades), recolonización (de forma natural) vegetal y construcción de

obras de control de escorrentías, sobre la capacidad de recarga del acuífero. Para ello se consideran los siguientes factores:

- Superficie de ocupación del Proyecto.
- Permeabilidad natural del terreno.
- Relieve del sitio.
- Efectividad potencial de las obras de control de escurrimientos.

## **FLORA SILVESTRE**

Se evalúa la incidencia del Proyecto sobre la vegetación, a través de cinco indicadores.

### **ABUNDANCIA**

Se analiza el efecto de la colecta de germoplasma (actividad considerada en caso de que se dé paso a un proyecto de explotación minera, será importante para prevenir efectos de un potencial desmonte) en sitios aledaños y la colonización vegetal en el área del Proyecto, en relación con la estructura vegetal en el área de influencia del estudio. Para ello, se consideran los siguientes factores:

- Valor de importancia de las especies que se distribuyen en el área de influencia.
- Extensión del Proyecto.
- Homogeneidad de las asociaciones vegetales presentes.

### **DIVERSIDAD**

Se revisa el efecto de la revegetación (recolonización natural) en el área del Proyecto, en relación con el número de especies vegetales presentes en el área de estudio. Para ello, se consideran los siguientes factores:

- Número de especies que se distribuyen en el área de estudio.
- Extensión del Proyecto.
- Homogeneidad de las asociaciones vegetales presentes.

## COBERTURA

Se revisa el nivel de incidencia de la ejecución del Proyecto en la cobertura vegetal existente, con base en los siguientes factores:

- Extensión del Proyecto.
- Cobertura vegetal en el área de influencia del estudio.

## CONSERVACIÓN DE ESPECIES EN RIESGO

Se analiza el efecto de la ejecución del Proyecto en relación con la presencia de especies, clasificadas bajo los criterios de la NOM-059\_SEMARNAT-2010, que pudieran encontrarse durante los trabajos de preparación, construcción (instalación de planillas de barrenación) y operación. Para ello se tiene en cuenta:

- Número de especies enlistadas en la NOM-059 presentes en el área de estudio.
- Abundancia de las especies en riesgo presentes en el área de estudio.
- Categoría de riesgo asignado a las especies presentes.
- Efecto de la recolonización vegetal en la conservación de las poblaciones.

## CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL

Debido a que no se plantea derribo de vegetación, no se prevé pérdida de especies de interés; sin embargo se considera el efecto de la recolonización natural, sobre la conservación de especies forestales de importancia económica. Para ello se consideran los siguientes factores:

- Número de especies forestales de interés comercial.
- Abundancia de las especies forestales de interés.
- Efectividad de establecimiento de especies colonizadoras.

## FAUNA SILVESTRE

Se analizan cuatro indicadores para evaluar el efecto del Proyecto sobre la fauna presente en la zona.

## ABUNDANCIA

Se evalúan los efectos en la abundancia de fauna a consecuencia del rescate de ejemplares y ahuyentamiento debido al ruido generado por las actividades (operación de maquinaria, traslado de personal). En la evaluación se tiene en cuenta la extensión del Proyecto, en cuanto a sus áreas operativas y la localización de fuentes emisoras de ruido.

## DIVERSIDAD

Se analizan los efectos del rescate de ejemplares de fauna silvestre sobre la diversidad específica de la zona. Se considera:

- Número de especies presentes en el sitio.
- Superficie de ocupación del Proyecto.
- Efectividad del rescate de ejemplares.

## CONSERVACIÓN DE ESPECIES EN RIESGO

Se analizan los efectos del rescate de individuos de fauna silvestre sobre la preservación de especies catalogadas en riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la evaluación se considera:

- Número de especies en riesgo con distribución en el área del Proyecto.
- Superficie del terreno que conservará su cobertura vegetal natural.
- Efectividad del rescate y monitoreo.

## CONSERVACIÓN DE HÁBITAT Y CORREDORES BIOLÓGICOS

Se revisa la incidencia de la ejecución del Proyecto en la conservación de los corredores biológicos naturales en el área de estudio, con base en los siguientes factores:

- Diversidad y abundancia de especies de fauna presentes en el área de estudio.
- Extensión, naturaleza y características del Proyecto.
- Persistencia del efecto de ahuyentamiento.
- Localización de las áreas de importancia faunística.

## PAISAJE

Para evaluar este aspecto se analizan dos indicadores.

### INCIDENCIA VISUAL

Se estudia el efecto del Proyecto en la calidad del paisaje de la zona, considerando el valor paisajístico de la zona, la extensión del Proyecto, la visibilidad de las obras y la ejecución de actividades de restauración.

### ARMONÍA VISUAL

Se analiza el efecto de la “construcción” de las planillas de barrenación (preparación del terreno e instalación de maquinaria) sobre la armonía y coherencia de los componentes paisajísticos.

## POBLACIÓN

Se analizan los efectos del Proyecto en la población, a través de tres indicadores.

### SALUD PÚBLICA

Se evalúan los efectos del Proyecto sobre la salud pública en los asentamientos de mayor proximidad, por posibles impactos como la generación de polvo, emisiones de gases y ruido o la generación y manejo de residuos. Se consideran factores de análisis como:

- Distancia de los asentamientos humanos más próximos al Proyecto.
- Densidad de habitantes de los asentamientos próximos.
- Duración y frecuencia de las actividades generadoras de riesgos a la salud.
- Efectividad potencial de actividades mitigadoras como el manejo de residuos.

### CALIDAD DE VIDA

Se analiza el efecto del Proyecto sobre la calidad de vida de los habitantes de los asentamientos más próximos se considera el efecto de: 1) la creación de fuentes de trabajo y aumento de poder adquisitivo de los trabajadores contratados y 2) la efectividad de las medidas de mitigación como elementos de amortiguamiento y control de los factores de perturbación del estado de confort de las personas.

La ponderación del efecto tiene en cuenta los siguientes factores:

- Distanciamiento del Proyecto con respecto a los asentamientos humanos.
- Densidad de personas que habitan en los asentamientos humanos próximos.
- Duración, frecuencia y horarios de las actividades generadoras de disturbio.
- Número, tipo y coincidencia de fuentes generadoras de disturbio.
- Horarios de operación de las fuentes emisores de ruido.
- Intensidad de las emisiones sonoras.
- Número de puestos de trabajo que serán generados.

### ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Se evalúa el efecto del Proyecto en la economía regional a través del pago de impuestos por parte de la empresa y de los empleados, y pagos a proveedores y servicios.

Además, se toma en cuenta el efecto de la ejecución del Proyecto en la productividad local y regional, como resultado de la contratación de personal, el suministro de insumos y el potencial productivo de los terrenos, una vez restaurados.

## V.1.4 ACTIVIDADES CON POTENCIAL DE IMPACTO AMBIENTAL

La selección de las actividades del Proyecto, potencialmente generadoras de efectos ambientales, se realizó con base en la experiencia del grupo consultor en la evaluación de proyectos del sector minero. Especialmente, se procuró que las actividades elegidas reunieran los siguientes atributos recomendados por León Peláez (2002):

- *Relevancia.* Las actividades deben ser portadoras de información significativa y de real incidencia en la generación de impactos.
- *Exclusividad.* Las actividades no deben solaparse entre sí.
- *Determinabilidad.* Las actividades deben ser claramente identificables y valorables, por sí mismas.

Con base en tales criterios de discriminación, se seleccionaron 14 actividades del Proyecto para el análisis de los impactos ambientales (Tabla V.7).

**Tabla V.7. Actividades del Proyecto con potencialidad de impacto.**

ACTIVIDAD	ETAPA DE DESARROLLO DEL PROYECTO			
	PS	C	O	A
1. Contratación del personal	■			
2. Colecta de germoplasma (en evaluación); Rescate y reubicación de fauna	■			
3. Remoción de suelo (Despalme, sólo en caso necesario)	■			
4. Recuperación y almacenamiento de suelo	■	■		
5. Obras de control de escorrentía (de ser necesarias)	■	■		
6. Preparación del terreno para planillas de barrenación (nivelación y conformación del terreno)	■	■		
7. Capacitación de personal	■	■		
8. Operación de vehículos y maquinaria	■	■	■	
9. Mantenimiento de vehículos y maquinaria	■	■	■	
10. Transporte de personal e insumos	■	■	■	
11. Reutilización de agua	■	■	■	
12. Recolección y disposición adecuada de residuos	■	■	■	
13. Colocación de suelo recuperado	■	■	■	
14. Forestación y reforestación (propriadamente referido a permitir la colonización vegetal del sitio)	■	■	■	■

Dónde: PS = preparación del sitio; C = construcción; O = operación; A = cierre

### V.1.4.1 IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

Una vez que se identificaron los componentes ambientales con posibilidades de afectación y las actividades del Proyecto potencialmente impactantes, y habiendo seleccionado los indicadores ambientales de impacto, la identificación de interacciones entre ellos representa una de las etapas fundamentales del proceso de evaluación.

La complejidad inherente de conocer el estado y los procesos del sistema ambiental que se analiza se incrementa con la complejidad de reconocer las nuevas interacciones que se establecerán al intervenir en el sistema con el proyecto que se pretende desarrollar. Es por ello por lo que, de la correcta identificación de las interacciones, por simples y evidentes que éstas puedan parecer, depende una acertada selección de los indicadores de estado, de cambio y de tendencias de los factores ambientales relevantes para la evaluación de impactos ambientales.

Tomando como base las listas de chequeo utilizadas para identificar las actividades del Proyecto con potencialidad de impacto, los componentes ambientales con potencialidad de ser impactados y los indicadores de impacto, se generó una matriz de interacciones,

también conocida como matriz de causa-efecto, consistente en un diagrama matricial en el que se relacionan las actividades o componentes del Proyecto, con los factores del medio ambiente presentes en el sitio, y donde cada relación identificada representa la existencia de un impacto.

Esta metodología, de gran sencillez, se seleccionó por su flexibilidad para permitir adaptaciones en concordancia con las necesidades del caso, la naturaleza del proyecto y su localización, además de que este tipo de análisis ha sido ampliamente aplicado en la evaluación de un gran número de proyectos lineales, lo que aporta una base de estudio sólida en términos de comparación y corroboración de resultados.

A diferencia de las matrices de interacción simples, el análisis matricial utilizado corresponde a una matriz de Leopold modificada (Tabla V.8), en la que se identifican las interacciones posibles entre las distintas actividades del Proyecto y los indicadores ambientales seleccionados. Se incorpora, asimismo, una valoración preliminar de cada interacción o impacto, utilizando para ello los criterios generales de carácter en donde se identifica con un -1 a las interacciones negativas o adversas y con 1 a las positivas o benéficas.

Del análisis de la matriz indicada, se observa que existen 107 interacciones o impactos posibles, de los cuales 38 se identifican como adversos y 69 como positivos.



Tabla V.8. Matiz de interacción entre los indicadores ambientales seleccionados y las obras o actividades del Proyecto. Carácter: 1=positivo, -1= negativo y celda vacía= neutro.

Componente ambiental	Factor ambiental	Carácter ambiental	Etapa de Preparación y Construcción					Etapas de operación y mantenimiento					Etapa de Cierre y Clausura		Impacto -1 por indicador	Impacto 1 por indicador	Impacto -1 por componente	Impacto 1 por componente	
			Contratación del personal	Colecta de Germoplasma (en evaluación); Rescate y reubicación de fauna	Remoción de suelo (despalme)	Recuperación y almacenamiento de suelo	Obras de control de escorrentía (de ser necesarias)	Preparación del terreno para planillas de barreración (nivelación y conformación del terreno)	Capacitación de personal	Operación de vehículos y maquinaria	Mantenimiento de vehículos y maquinaria	Transporte de personal e insumos	Reutilización de agua	Recolección y disposición adecuada de residuos					Colocación de suelo recuperado
Aire	Calidad	Concentración de Partículas suspendidas			-1	1	-1	-1		-1		-1	1	1	1	5	4	19	8
		Gases contaminantes			-1		-1	-1		-1	1	-1			1	5	2		
	Forma de energía	Niveles de ruido			-1		-1	-1		-1	1	-1			1	5	2		
		Niveles de Vibraciones			-1			-1		-1		-1				4	0		
Suelo	Geología	Estabilidad geológica			-1		1	-1						1	1	2	3	6	12
	Relieve y formas	Topografía						-1						1		1	1		
		Propiedades físicas			-1	1			-1					1	1	1	2		
	Composición	Propiedades químicas			-1	1					1		1	1	1	1	5		
Agua superficial		Calidad	Contaminación			-1			-1			1	1	1	1	2	4	4	6
Procesos	Variación del flujo					-1	-1					1	1	1	2	2			
Agua subterránea	Calidad	Contaminación								1		1	1		0	3	3	6	
	Procesos	Alteración de la recarga			-1		-1	-1				1		1	1	3			3
Flora silvestre	Cantidad	Abundancia		1										1	1	0	3	1	13
		Diversidad		1										1	1	0	3		
		Cobertura		1				-1						1	1	1	3		
	Procesos	Especies en riesgo		1											1	0	2		
Especies de interés comercial			1											1	0	2			
Fauna silvestre	Cantidad	Abundancia		1				-1						1	1	2	3	2	11
		Diversidad		1										1	1	0	3		
	Procesos	Especies en Riesgo		1										1	1	0	2		
		Hábitat y corredores biológicos										1	1	1	1	0	3		
Paisaje	Calidad	Incidencia visual			-1			-1					1	1	1	2	3	3	5
	Interacción con el medio	Armonía visual						-1						1	1	1	2		
Población	Social	Salud pública										1	1		1	0	3	0	8
		Calidad de Vida	1						1						1	0	3		
	Economía regional	Actividades productivas	1												1	0	2		
		Impacto -1 por actividad	0	0	10	0	5	14	0	4	0	5	0	0	0	38	69	107	69
		Impacto 1 por actividad	2	8	0	3	1	0	1	0	4	0	4	7	16	23			
		Impacto -1 por etapa			29						9			0	38				
		Impacto 1 por etapa			14						16			39	69				

## V.2. JERARQUIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### V.2.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los impactos ambientales son expresiones de una o varias facetas de la vulnerabilidad o fragilidad del sistema ambiental, ya sea que se analice éste en su conjunto o en sus componentes individuales.

En cualquiera de las escalas, los efectos que se manifiestan en uno, varios o todos los factores ambientales, pueden ser caracterizados individualmente y valorarse, cualitativa o cuantitativamente, a través de una serie de atributos que aluden al modo, momento, alcance e intensidad en que ocurren.

Así, los atributos de los impactos de mayor importancia, en términos de la evaluación ambiental, constituyen los criterios de evaluación en cualquiera de las metodologías de valoración que se empleen y su definición es indispensable, en la medida en que el análisis deba someterse a escrutinio, toda vez que su conocimiento permite discernir los razonamientos que conducen al especialista a calificar de una u otra forma cada efecto determinado.

En el caso particular que se expone, con el propósito de valorar y jerarquizar los impactos ambientales identificados como potenciales, se emplearon criterios para evaluar la magnitud de los efectos.

En la evaluación de la magnitud de los impactos, se utilizó una versión modificada de los criterios propuestos por Espinoza (2001), que involucra siete atributos de los efectos (Tabla V.9). En tanto que la valoración de la significancia se basó en cuatro criterios esenciales determinados por la técnica diseñada *ad-hoc* para el Proyecto (Tabla V.10).

**Tabla V.9. Criterios empleados para evaluar la magnitud de los impactos ambientales.**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUALITATIVA DEL EFECTO		
Carácter	Define la naturaleza del efecto con respecto al estado del componente ambiental antes de iniciar el Proyecto. Indica si la actividad es benéfica o favorable a la estabilidad del componente; o bien perjudicial y promotora de inestabilidad.	Positivo	Negativo	Compatible
Incidencia	Alude al nivel o grado de perturbación causado en el componente ambiental. Una valoración alta indica el deterioro absoluto del factor.	Mínima	Regular	Alta
Importancia	Califica la relevancia general del efecto desde el punto de vista de los recursos naturales y la calidad ambiental.	Alta	Media	Baja
Probabilidad de ocurrencia	Estima la probabilidad de que se presente el efecto.	Muy probable	Probable	Poco probable
Extensión	Califica la amplitud del territorio en donde se manifiesta el efecto.	Regional	Local	Puntual
Duración	Valora la temporalidad en que se manifiesta el efecto (excede el tiempo de vida útil del Proyecto, sólo se expresa durante la operación del Proyecto, o sólo en las etapas preoperativas).	Permanente	Media	Corta
Reversibilidad	Estima la posibilidad, dificultad o imposibilidad del componente ambiental de retornar a la situación anterior una vez que ha sido afectado. En el caso de ser posible la reversión del efecto se consideran dos condiciones: si la reversión ocurre de manera natural y sin intervención, o si es necesaria la intervención.	Reversible	Parcialmente reversible	Irreversible

**Tabla V.10. Criterios empleados para evaluar la significancia de los impactos ambientales.**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUALITATIVA		
Magnitud	Califica el nivel de incidencia o afectación sobre un componente ambiental determinado. La clasificación se corresponde con los valores y rangos de evaluación de la magnitud del impacto.	Baja	Media	Alta
Acumulación	Valora el incremento en la intensidad de un impacto preexistente como consecuencia del efecto que se analiza. Si el efecto se manifiesta en un solo componente y no induce efectos secundarios se considera simple o no acumulativo.	No acumulativo	Moderado	Alto
Fragilidad	Estima el grado de sensibilidad, vulnerabilidad o susceptibilidad del componente ambiental ante el desarrollo de la actividad o Proyecto.	Baja	Moderada	Alta
Probabilidad de Control	Califica la probabilidad de aplicar medidas o prácticas de control para prevenir, mitigar o compensar el efecto. Se alude específicamente a la probabilidad y no a la posibilidad de control, considerando solamente las medidas que, de manera realista y efectiva, puede incorporar el Proyecto.	Alta	Mediana	Poca o nula

## V.2.2 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

Considerando que la simple caracterización de los efectos ambientales, según sus atributos, resulta insuficiente para comprender su valor e importancia, es preciso recurrir a métodos que permitan integrar dicha información individualizada y hacer una estimación o calificación de los impactos por la suma de sus atributos.

En el presente análisis, la evaluación de los impactos ambientales identificados se realizó mediante el uso de dos metodologías: una para valorar la magnitud y otra para la significancia, cada una de las cuales se sustenta en criterios particulares de análisis y ponderación, y en fórmulas de cálculo específicas.

En ambos casos, los cálculos se realizaron sobre una matriz en la que se indica, para cada efecto detectado, las valoraciones de cada criterio y los resultados finales de la valoración.

Para la evaluación de la magnitud de los impactos ambientales se seleccionó una variante propia de la técnica semi-cuantitativa propuesta por Espinoza (*op cit.*), basada en:

- La individualización de los criterios de evaluación de magnitud descritos anteriormente
- La asignación de una calificación objetiva a cada criterio, de acuerdo con tres valores de ponderación determinados
- La estimación del valor de magnitud mediante una fórmula de cálculo (Tabla V.11).

**Tabla V.11. Formula, Criterios de valoración y Categorías de clasificación de impactos ambientales (versión modificada de Espinoza, 2001).**

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS Y VALORES DE PONDERACIÓN			
Criterios	Valores de ponderación		
Carácter (C)	Positivo (1)	Negativo (-1)	Compatible (-1)
Grado de incidencia (P)	Importante (3)	Regular (2)	Escasa (1)
Importancia (I)	Alta (3)	Media (2)	Baja (1)
Probabilidad de Ocurrencia (O)	Muy probable (3)	Probable (2)	Poco probable (1)
Extensión (E)	Regional (3)	Local (2)	Puntual (1)
Duración (D)	Permanente (3)	Media (2)	Corta (1)
Reversibilidad (R)	Irreversible (3)	Parcial (2)	Reversible (1)
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>6</b>
VALORACIÓN DE MAGNITUD DE IMPACTOS			
Impacto Total = C x (P + I + O + E + D + R)			
NIVELES DE MAGNITUD DE IMPACTOS			
<b>Negativo (-)</b>			
Severo	≥ (-) 15		
Moderado	(-15) ≥ (-) 9		
<b>Positivo (+)</b>			
Alto	≥ (+) 15		
Mediano	(+15) ≥ (+) 9		
Bajo	≤ (+) 9		
<b>Compatible (-)</b>			
Compatible	≤ (-) 9		

De acuerdo con esta técnica, los impactos pueden clasificarse en **positivos, negativos o compatibles**; y, con base en los rangos establecidos de valores de magnitud, pueden tipificarse por niveles (Tabla V.12).

**Tabla V.12 Niveles de magnitud de los impactos ambientales considerados en la evaluación del Proyecto.**

CARÁCTER	NIVEL	VALORES DE MAGNITUD	INTERPRETACIÓN
Positivo	Alto	$\geq (+) 15$	Se trata de efectos que tienden a mejorar las condiciones de los componentes que prevalecían antes del desarrollo del proyecto, ya sea porque: (i) eliminan o reducen presiones preexistentes; (ii) favorecen la conservación de la calidad del componente ambiental; o (iii) mejoran francamente su condición.
	Mediano	$(+15) \geq (+) 9$	Son efectos que pueden crear condiciones, tendencias o procesos, que permiten a los componentes ambientales, usualmente perturbados con anterioridad a la ejecución del proyecto, recuperar una calidad mejor a la que poseían.
	Bajo	$\leq (+) 8$	Son efectos positivos, que no obstante no aportar un gran beneficio para los componentes del ambiente, crean condiciones favorables a la preservación de su calidad.
Negativo	Severo	$\geq (-) 15$	Son efectos adversos de tal magnitud, que la recuperación de las condiciones del componente ambiental perturbado por el desarrollo del proyecto exige la aplicación de medidas específicas y estrictas, de control y mitigación.
	Moderado	$(-15) \geq (-) 9$	Se trata de efectos negativos que alteran las condiciones del componente ambiental en una magnitud tal que es posible recuperarlas en cierto tiempo mediante prácticas de mitigación simples.
Compatible		$\leq (-) 8$	Se trata de efectos en esencia adversos, pero de baja magnitud y sobre componentes del ambiente que recuperan sus condiciones y calidad una vez que cesa la acción que lo origina; pueden considerarse nulos o mínimos, no requieren de prácticas de mitigación y son compatibles con las regulaciones normativas.

## V.2.3 RESULTADOS

Con la metodología indicada, se estimaron los valores de magnitud de las 107 interacciones identificadas como potenciales.

Como se indicó previamente, los cálculos se realizaron mediante una matriz diseñada *ad-hoc* (Tabla V.13). Los resultados se integraron en matrices simples que expresan los valores totales estimados de magnitud y significancia, empleando un código de colores que facilita la identificación de los diferentes niveles de valoración determinados (Tabla V.14).

**Tabla V.13. Matriz simplificada: Valores de magnitud de interacciones ambientales.**

Componente ambiental	Factor ambiental	Carácter ambiental	Etapa de Preparación y Construcción						Etapas de operación y mantenimiento					Etapa de Cierre y Clausura		
			Contratación del personal	Colección de Germoplasma (en evaluación); Rescate y reubicación de fauna	Remoción de suelo (despalme)	Recuperación y almacenamiento de suelo	Obras de control de escorrentía (de ser necesarias)	Preparación del terreno para planillas de barrenación (nivelación y conformación del terreno)	Capacitación de personal	Operación de vehículos y maquinaria	Mantenimiento de vehículos y maquinaria	Transporte de personal e insumos	Reutilización de agua	Recolección y disposición adecuada de residuos	Colocación de suelo recuperado	Forestación y reforestación
Aire	Calidad	Concentración de Partículas suspendidas			-7	11	-6	-8		-10		-10		8	10	13
		Gases contaminantes			-7		-6	-8		-10	10	-9				11
	Forma de energía	Niveles de ruido			-8		-6	-8		-9	9	-9				11
		Niveles de Vibraciones			-9			-9		-9		-8				
Suelo	Geología	Estabilidad geológica			-10		10	-11							11	12
	Relieve y formas	Topografía						-11							12	
	Composición	Propiedades físicas			-11	11		-12							11	12
		Propiedades químicas			-8	8					11		11		9	10
Agua superficial	Calidad	Contaminación			-6			-7				10	10	8	11	
	Procesos	Variación del flujo					-8	-8						11	11	
Agua subterránea	Calidad	Contaminación								10		11	11			
	Procesos	Alteración de la recarga			-9		-7	-9				8		11	11	
Flora silvestre	Cantidad	Abundancia		10										8	12	
		Diversidad		9										9	10	
		Cobertura		9				-8						8	14	
	Procesos	Especies en riesgo		9											10	
		Especies de interés comercial		10											8	
Fauna silvestre	Cantidad	Abundancia		10				-7				-6		9	12	
		Diversidad		9										9	11	
	Procesos	Especies en Riesgo		9											10	
		Hábitat y corredores biológicos											9	8	10	
Paisaje	Calidad	Incidencia visual			-8			-8					10	8	10	
	Interacción con el medio	Armonía visual						-6						8	11	
Población	Social	Salud pública										9	13		8	
		Calidad de Vida	14						11							11
	Economía regional	Actividades productivas	15													9

**Tabla V.14. Matriz de evaluación de magnitud y significancia de impactos ambientales.**

COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	CRITERIOS DE VALORACIÓN							NIVEL DE MAGNITUD DEL IMPACTO	
			Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad		Valor del Impacto
Aire	Concentración de Partículas suspendidas	Remoción de suelo (Despalme)	-1	1	1	2	1	1	1	-7	Compatible
		Recuperación y almacenamiento de suelo	1	2	2	2	1	2	2	11	Mediano
		Obras de control de escorrentía (de ser necesarias)	-1	1	1	1	1	1	1	-6	Compatible
		Preparación del terreno para planillas de barrenación (nivelación y conformación del terreno)	-1	2	1	2	1	1	1	-8	Compatible
		Operación de vehículos y maquinaria	-1	2	2	3	1	1	1	-10	Moderado
		Transporte de personal e insumos	-1	2	2	3	1	1	1	-10	Moderado
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	1	2	1	1	2	1	8	Bajo
		Colocación de suelo recuperado	1	1	2	2	1	2	2	10	Mediano
	Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	2	3	13	Mediano	
	Gases contaminantes	Remoción de suelo (Despalme)	-1	1	1	2	1	1	1	-7	Compatible
		Obras de control de escorrentía (de ser necesarias)	-1	1	1	1	1	1	1	-6	Compatible
		Preparación del terreno para planillas de barrenación (nivelación y conformación del terreno)	-1	2	1	2	1	1	1	-8	Compatible
		Operación de vehículos y maquinaria	-1	2	2	3	1	1	1	-10	Moderado
		Mantenimiento de vehículos y maquinaria	1	2	2	2	1	2	1	10	Mediano
		Transporte de personal e insumos	-1	2	2	2	1	1	1	-9	Compatible
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	2	2	11	Mediano
		Remoción de suelo (Despalme)	-1	1	2	2	1	1	1	-8	Compatible
	Niveles de ruido	Obras de control de escorrentía (de ser necesarias)	-1	1	1	1	1	1	1	-6	Compatible
		Preparación del terreno para planillas de barrenación	-1	2	1	2	1	1	1	-8	Compatible
		Operación de vehículos y maquinaria	-1	2	2	2	1	1	1	-9	Compatible
		Mantenimiento de vehículos y maquinaria	1	2	2	2	1	1	1	9	Bajo
		Transporte de personal e insumos	-1	2	2	2	1	1	1	-9	Compatible
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	2	2	11	Mediano
		Remoción de suelo (Despalme)	-1	2	2	2	1	1	1	-9	Compatible
Preparación del terreno para planillas de barrenación		-1	2	2	2	1	1	1	-9	Compatible	
Niveles de vibraciones	Operación de vehículos y maquinaria	-1	2	2	2	1	1	1	-9	Compatible	
	Transporte de personal, insumos y productos finales	-1	1	2	2	1	1	1	-8	Compatible	
	Remoción de suelo (Despalme)	-1	2	2	2	1	2	1	-10	Moderado	
	Obras de Control de escorrentía (de ser necesarias)	1	3	1	1	1	2	2	10	Mediano	
Suelo	Estabilidad geológica	Preparación del terreno para planillas de barrenación	-1	3	3	2	1	1	1	-11	Moderado
		Colocación de suelo recuperado	1	2	2	2	1	2	2	11	Mediano
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	2	12	Mediano
		Preparación del terreno para planillas de barrenación	-1	2	2	2	1	3	2	-11	Moderado
	Topografía	Colocación de suelo recuperado	1	2	2	2	2	3	2	12	Mediano

COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	CRITERIOS DE VALORACIÓN							NIVEL DE MAGNITUD DEL IMPACTO	
			Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad		Valor del Impacto
Propiedades físicas	Propiedades físicas	Remoción de suelo (despalme)	-1	2	2	2	1	2	2	-11	Moderado
		Recuperación y almacenamiento de suelo	1	2	2	2	1	2	2	11	Mediano
		Preparación del terreno para planillas de barrenación	-1	2	2	2	2	2	2	-12	Moderado
		Colocación de suelo recuperado	1	2	2	2	1	3	1	11	Mediano
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	2	12	Mediano
	Propiedades químicas	Remoción de suelo (despalme)	-1	1	1	1	1	2	2	-8	Compatible
		Recuperación y almacenamiento de suelo	1	1	1	1	1	2	2	8	Bajo
		Mantenimiento de vehículos y maquinaria	1	2	2	2	1	2	2	11	Mediano
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	2	2	1	2	2	11	Mediano
		Colocación de suelo recuperado	1	1	1	2	1	3	1	9	Bajo
Agua superficial	Contaminación.	Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	10	Mediano
		Remoción de suelo (Despalme)	-1	1	1	1	1	1	1	-6	Compatible
		Preparación del terreno para planillas de barrenación	-1	2	1	1	1	1	1	-7	Compatible
		Reutilización de agua	1	2	2	2	1	2	1	10	Mediano
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	2	2	1	2	1	10	Mediano
	Variación del flujo	Colocación de suelo recuperado	1	1	1	2	1	2	1	8	Bajo
		Forestación y reforestación	1	2	1	2	1	3	2	11	Mediano
		Obras de control de escorrentía (de ser necesarias)	-1	1	1	2	1	1	2	-8	Compatible
		Preparación del terreno para planillas de barrenación	-1	2	1	1	1	1	2	-8	Compatible
		Colocación de suelo recuperado	1	2	1	2	2	2	2	11	Mediano
Agua subterránea	Contaminación	Forestación y reforestación	1	2	1	2	2	2	11	Mediano	
		Mantenimiento de vehículos y maquinaria	1	1	2	2	1	2	2	10	Mediano
		Reutilización de agua	1	2	2	2	1	2	2	11	Mediano
	Alteración de la recarga	Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	2	2	1	2	2	11	Mediano
		Remoción de suelo (despalme)	-1	2	2	1	1	2	1	-9	Compatible
		Obras de control de escorrentía (de ser necesarias)	-1	1	1	1	1	2	1	-7	Compatible
		Preparación del terreno para planillas de barrenación	-1	2	2	1	1	2	1	-9	Compatible
		Reutilización de agua	1	2	1	1	1	2	1	8	Bajo
		Colocación de suelo recuperado	1	2	2	2	1	2	2	11	Mediano
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	2	2	11	Mediano
Flora silvestre	Abundancia	Colecta de Germoplasma (pendiente) y reubicación de fauna	1	2	2	2	1	2	1	10	Mediano
		Colocación de suelo recuperado	1	1	1	2	1	2	1	8	Bajo
		Forestación y reforestación	1	1	3	3	1	2	2	12	Mediano
	Diversidad	Colecta de Germoplasma y reubicación de fauna	1	1	2	2	1	2	1	9	Bajo
		Colocación de suelo recuperado	1	1	2	2	1	2	1	9	Bajo
		Forestación y reforestación	1	1	2	2	1	2	2	10	Mediano
	Cobertura	Colecta de Germoplasma y reubicación de fauna	1	1	2	2	1	2	1	9	Bajo
		Preparación del terreno para planillas de barrenación	-1	1	2	1	1	2	1	-8	Compatible
		Colocación de suelo recuperado	1	1	1	2	1	2	1	8	Bajo



COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	CRITERIOS DE VALORACIÓN							NIVEL DE MAGNITUD DEL IMPACTO		
			Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad		Valor del Impacto	
	Especies en riesgo (NOM-059)	Forestación y reforestación	1	2	3	3	1	3	2	14	Mediano	
		Colecta de Germoplasma y reubicación de fauna	1	2	2	1	1	2	1	9	Bajo	
	Especies de interés comercial	Forestación y reforestación	1	1	2	2	1	2	2	10	Mediano	
		Rescate y reubicación de flora y fauna	1	2	2	1	2	2	1	10	Mediano	
	Fauna silvestre	Abundancia	Forestación y reforestación	1	1	1	1	1	2	2	8	Bajo
			Colecta de Germoplasma y reubicación de fauna	1	2	2	2	1	2	1	10	Mediano
			Preparación del terreno para planillas de barrenación	-1	1	2	1	1	1	1	-7	Compatible
			Transporte de personal e insumos	-1	1	1	1	1	1	1	-6	Compatible
			Colocación de suelo recuperado	1	1	2	2	1	2	1	9	Bajo
			Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	2	12	Mediano
Diversidad		Colecta de Germoplasma y reubicación de fauna	1	1	2	2	1	2	1	9	Bajo	
		Colocación de suelo recuperado	1	1	2	2	1	2	1	9	Bajo	
Especies en riesgo (NOM-059)		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	1	11	Mediano	
		Colecta de Germoplasma y reubicación de fauna	1	1	2	2	1	2	1	9	Bajo	
	Forestación y reforestación	1	1	2	2	1	3	1	10	Mediano		
	Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	1	2	1	2	1	9	Bajo		
Hábitat y corredores biológicos	Colocación de suelo recuperado	1	1	2	2	1	1	1	8	Bajo		
	Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	2	1	10	Mediano		
Paisaje	Incidencia visual	Remoción de suelo (Despalme)	-1	1	1	2	1	2	1	-8	Compatible	
		Preparación del terreno para planillas de barrenación	-1	1	1	2	1	2	1	-8	Compatible	
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	1	2	1	2	2	10	Mediano	
		Colocación de suelo recuperado	1	2	1	2	1	1	1	8	Bajo	
	Armonía visual	Forestación y reforestación	1	2	2	2	2	1	1	10	Mediano	
		Preparación del terreno para planillas de barrenación	-1	1	1	1	1	1	1	-6	Compatible	
		Colocación de suelo recuperado	1	1	2	1	1	2	1	8	Bajo	
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	2	2	1	11	Mediano	
Población	Salud pública	Reutilización de agua	1	1	2	2	1	2	1	9	Bajo	
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	3	2	2	2	2	2	13	Mediano	
	Calidad de vida	Forestación y reforestación	1	1	2	1	2	1	1	8	Bajo	
		Contratación del personal	1	3	3	3	2	2	1	14	Mediano	
		Capacitación	1	2	1	2	2	2	2	11	Mediano	
	Actividades productivas	Forestación y reforestación	1	2	2	2	2	2	1	11	Mediano	
		Contratación del personal	1	3	3	3	3	2	1	15	Mediano	
		Forestación y reforestación	1	1	1	2	2	2	1	9	Bajo	

## V.3 ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En los apartados siguientes se expone un análisis general de los resultados de la evaluación de los impactos ambientales potenciales del Proyecto, así como la descripción de los efectos negativos.

### V.3.1 ANÁLISIS GENERAL

Como fue indicado con anterioridad, el análisis realizado aporta la identificación de 107 interacciones (o impactos individuales) posibles, entre las actividades del Proyecto y los componentes e indicadores ambientales seleccionados. De esos impactos, 38 tienen carácter adverso o negativo y 69 son positivos (Tabla V.15).

**Tabla V.15. Impactos (interacciones) por tipo y nivel de magnitud.**

IMPACTOS ADVERSOS		IMPACTOS COMPATIBLES	IMPACTOS POSITIVOS		
Severos	Moderados	Compatibles	Altos	Medianos	Bajos
0	8	30	0	45	24
38			69		
107					

Del análisis realizado destaca la ausencia de impactos severos y la baja cantidad de impactos moderados (ambas categorías consideradas como las de mayor significancia en cuanto a los efectos negativos).

El 7.5 % del total los impactos potenciales son de magnitud moderada (8), lo que significa que generan alteraciones en los componentes ambientales en una intensidad tal que es posible recuperar sus condiciones en cierto tiempo, mediante prácticas de mitigación adecuadas y –hasta cierto punto– simples. El 28 % (30) es compatible, es decir que, pese a que son impactos en esencia negativos, no representan cambios permanentes, por lo que pueden considerarse nulos o mínimos donde la recuperación del componente ambiental afectado se podría dar sin la implementación de medidas de manejo.

Respecto de los impactos positivos, se observa que 45 de ellos (42.1 %) son de magnitud mediana, por lo que se les asocia con actividades que pueden crear condiciones, tendencias o procesos, que permitan a los componentes ambientales recuperar su calidad.

En términos generales, a partir del análisis de la magnitud de los impactos identificados, se aprecia que el Proyecto presenta un balance favorable de efectos positivos con respecto de los negativos; donde un tercio de los impactos que puede generar el Proyecto son de carácter negativo (38); sin embargo, la gran mayoría de los impactos negativos son considerados como compatibles, esto refleja que el Proyecto ha internalizado medidas y acciones ambientales suficientes para promover la prevención o neutralización de los efectos indeseables.

### V.3.2 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para la descripción de los impactos ambientales identificados y valorizados, se utilizaron criterios y conceptos descriptivos similares a los que fueron utilizados en la metodología de evaluación, pero que expresan en un lenguaje de mayor claridad las consideraciones realizadas, a la vez que facilitan la comunicación de los resultados (Tabla V.16).

**Tabla V.16. Criterios empleados para la descripción de impactos ambientales**

CRITERIOS	CATEGORÍAS		
Carácter	Adverso	Positivo	Compatible
Extensión	Puntual	Local	Regional
Momento	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Acumulación	Simple	Acumulativo	---
Persistencia	Permanente	Temporal	Fugaz
Significancia	Severa o Alta	Moderada o Mediana	Compatible o Baja
Posibilidad de control	No mitigable	Mitigable	Previsible

El **carácter** está referido al tipo o efecto general del impacto sobre el componente ambiental, pudiendo ser: **adverso**, cuando el impacto es nocivo o afecta negativamente las cualidades del componente; **positivo**, cuando la actividad del proyecto ocasiona una mejoría en las características del componente o lo afecta de modo positivo; y **compatible**, cuando el efecto, aunque potencialmente adverso se manifiesta en magnitudes mínimas.

La **extensión** se refiere al área o superficie del territorio en que se manifiesta el impacto y se considera **puntual**, si el efecto se presenta directa y exclusivamente dentro de los límites del predio donde se realiza la actividad; **local**, si el efecto se manifiesta dentro de los límites del área de influencia directa del proyecto; y **regional**, cuando el efecto se expresa más allá de los límites del área de influencia.

El **momento** está referido al tiempo que en que se manifiesta el impacto. Se considera de **corto plazo** cuando el impacto se manifiesta en un período menor a un año; de **mediano plazo**, si el efecto tarda en expresarse entre uno a cinco años; y de **largo plazo**, si el impacto se presenta después dura del tiempo en que concluyó la operación del proyecto.

La **acumulación** se refiere al efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de actividades o acciones individuales, pasadas y actuales, como consecuencia de la interacción de éstas y los componentes ambientales. Los impactos se clasifican como **simples**, cuando el efecto se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios; o **acumulativos**, si el efecto ocasionado se incrementa progresivamente en dos o más componentes conforme la actividad que lo produce se mantiene en el tiempo.

La **persistencia** hace referencia al tiempo que dura la manifestación del impacto en los componentes ambientales. Se califica como **fugaz**, si el efecto se manifiesta solamente durante el tiempo en que se realiza la actividad generadora; **temporal**, si el efecto se presenta y dura meses después en que se realizó la actividad que lo originó; y **permanente**, si el efecto persiste y se mantiene por años después en que la actividad que le dio origen concluyó de realizarse.

La **significancia** del impacto se utiliza para referirse al nivel de intensidad del efecto y se homologa con los niveles de impacto utilizados en la evaluación anterior; puede ser **severa** cuando se trata de impactos adversos cuyos valores calculados conforme al método de Espinoza (2001) se encuentran son iguales o mayores a -15; **alta**, cuando se trata de impactos benéficos y sus valores son iguales o mayores a 15; **moderada**, cuando se trata de impactos negativos con valores entre -9 y -15; **mediana**, cuando el impacto es benéfico con valores entre 9 y 15; **compatible**, si el impacto es de naturaleza adversa pero presenta valores menores de -9; y **bajo**, si el impacto es benéfico con valores menores a 9 (ver Tabla V.12).

La **posibilidad de control** es quizá uno de los criterios de evaluación de mayor utilidad a la hora de realizar un balance completo del proyecto para determinar la pertinencia

ambiental de su desarrollo. Las categorías que se utilizan se aplican para evaluar los impactos adversos y se refieren a si el efecto es **previsible**, es decir si existen posibilidades o alternativas para prevenirlo o evitarlo; **mitigable**, cuando no es posible prevenirlo, pero existen medidas que contribuyen a atenuar el efecto; y **no mitigable**, cuando no es posible prevenirlo, ni mitigarlo.

Considerando lo anterior y con el propósito de lograr una revisión más ágil de los impactos identificados, a continuación, se analizan conjuntamente los impactos positivos y negativos que tienen incidencia en el mismo indicador ambiental. Solamente se incluye la descripción de los impactos positivos cuando no existe, para el indicador respectivo, un efecto adverso identificado.

COMPONENTE AMBIENTAL:	AIRE							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>1. Concentración de partículas suspendidas</b>							
Impacto:	1. Incremento en la concentración de partículas suspendidas							
Actividades que generan el impacto:	Preparación del sitio para planillas de barrenación, operación de maquinaria, transporte de insumos y personal.							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, operación, actividades comunes.							
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	
	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Fugaz	Baja	Mitigable	Impactos positivos
Evaluación:	<p>La preparación del sitio, transporte y operación de maquinaria, así como el transporte de personal son las actividades de mayor relevancia en relación con la generación de emisiones de partículas (polvo). Su significancia se evalúa como baja, debido a la extensión y duración del efecto, así como a su reversibilidad, y capacidad de mitigación y la existencia de actividades del Proyecto con efectos positivos de mitigación. En contraposición al impacto adverso, la recuperación de suelo fértil, así como la colonización vegetal (en las planillas abandonadas), tienen un efecto positivo en la mitigación de la dispersión de partículas de polvo. En el primer caso, la recuperación, concentración y protección del suelo fértil, reduce en las áreas de ocupación del Proyecto la disponibilidad de material particulado susceptible de dispersarse, tanto por las acciones del Proyecto, como por el viento. A su vez, la colonización vegetal de las áreas de ocupación en la etapa de cierre constituirá una protección sobre el terreno expuesto y una barrera física ante procesos erosivos (eólicos e hídricos) y a la dispersión de polvo.</p>							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>2. Gases contaminantes</b>							
Impacto:	2. Incremento en la concentración de gases contaminantes							
Actividades que generan el impacto:	Operación de maquinaria, transporte de personal e insumos							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, operación, actividades comunes.							
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	
	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Fugaz	Baja	Previsible	Impactos positivos
Evaluación:	<p>La generación y concentración de gases resultantes del uso de combustibles por parte de los vehículos de transporte y maquinaria, podría manifestarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción (instalación de las planillas de barrenación) y operación. Los gases contaminantes que se emitan (monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno) se dispersarán naturalmente por el emplazamiento del Proyecto en un espacio abierto, y asimismo, el impacto desaparecerá una vez que cesen las actividades que lo originan. No obstante, se considera viable prevenir la ocurrencia del impacto por un incremento en la concentración de emisiones, a través del establecimiento de un control estricto para que los vehículos y la maquinaria de las empresas contratistas ajusten sus emisiones a los valores establecidos en las normas oficiales mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006.</p>							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>3. Niveles de ruido</b>							
Impacto:	3. Incremento en los niveles de ruido del sitio							
Actividades que generan el impacto:	Preparación del sitio para planillas de barrenación, Despalme, operación de maquinaria, transporte de personal e insumos							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación.							
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	
	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Fugaz	Baja	Mediana	Impactos positivos
Evaluación:	<p>La generación de ruido representa uno de los impactos inherentes de la actividad minera, en el caso del Proyecto en evaluación, este ruido es ocasionado por la operación de maquinaria para la barrenación y el movimiento de esta maquinaria a los distintos puntos de exploración. A pesar de su carácter negativo, el efecto se considera de significancia baja, debido a su posibilidad de control, el distanciamiento de los asentamientos humanos más próximos, los horarios de emisión, su persistencia y su efecto de ahuyentamiento de fauna, favorable este último en términos de la seguridad de los animales.</p>							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>4. Nivel de vibraciones</b>							
Impacto:	4. Emisión de vibraciones							
Actividades que generan el impacto:	Despalme, operación de maquinaria, transporte de personal e insumos							

Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación.							
Caracterización del efecto global:	Carácter Negativo	Extensión Local	Momento Corto plazo	Acumulación Simple	Persistencia Fugaz	Significancia Baja	Posibilidad de control Mediana	
Evaluación:	Las mismas actividades generadoras de ruido tienen implicaciones en la emisión de vibraciones. No obstante su carácter negativo, el efecto es de significancia baja, en función de su extensión, su persistencia fugaz y la capacidad de control.							

COMPONENTE AMBIENTAL:	SUELO							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>5. Estabilidad geológica</b>							
Impacto:	5. Generación de inestabilidad geofísica del terreno							
Actividades que generan el impacto:	Preparación del sitio para planillas de barrenación, trabajos de acondicionamiento de terreno							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación.							
Caracterización del efecto global:	Carácter Negativo	Extensión Local	Momento Corto plazo	Acumulación Simple	Persistencia Temporal	Significancia Moderada	Posibilidad de control Previsible Impactos positivos	
Evaluación:	La preparación del terreno de barrenación se incluye como actividad generadora en el análisis, debido a que se podría favorecer el desgajamiento del terreno en casos de lluvias torrenciales (debido al despalme o inestabilidad del sitio de planilla). A pesar de ello y la persistencia del efecto, éste se considera de significancia moderada, toda vez que aunque el riesgo de colapso es potencial, el diseño de las planillas de barrenación atiende a rigurosos criterios de ingeniería, estabilidad y seguridad estructural, que previenen la ocurrencia de desplomes. En contraposición al impacto adverso, el desarrollo de actividades de estabilización física, la construcción de obras de control de escorrentías (de ser necesarias) y el monitoreo ambiental, tienen un importante impacto positivo que incide en la estabilidad física del terreno.							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>6. Topografía</b>							
Impacto:	6. Alteración de la topografía natural del terreno							
Actividades que generan el impacto:	Nivelación en planillas							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Construcción, operación.							
Caracterización del efecto global:	Carácter Negativo	Extensión Local	Momento Corto plazo	Acumulación Simple	Persistencia Fugaz	Significancia Baja	Posibilidad de control Mediana	
Evaluación:	La alteración de la topografía natural del terreno es uno de los impactos residuales inherentes a las actividades de exploración minera. Sin embargo, considerando que el Proyecto implica sólo el uso de los caminos existentes y apertura de planillas en sitios ya perturbados, el impacto se clasifica de significancia Baja. Las posibilidades de mitigación y restauración de los efectos de la nivelación y compactación en sitios de barrenación tienen amplias posibilidades de ser revertidos una vez concluyan las actividades del Proyecto.							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>7. Estructura</b>							
Impacto:	7. Pérdida de suelo por erosión							
Actividades que generan el impacto:	Despalme, habilitación de planillas de barrenación							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación.							
Caracterización del efecto global:	Carácter Negativo	Extensión Puntual	Momento Corto plazo	Acumulación Simple	Persistencia Temporal	Significancia Moderada	Posibilidad de control Alta Impactos positivos	
Evaluación:	La significancia del efecto del despalme y la apertura de planillas de barrenación sobre la pérdida de suelo se evalúa como moderada, debido a que la remoción de suelo será puntual en las áreas de ocupación del Proyecto y su persistencia será temporal. El efecto podrá revertirse parcialmente al concluir la vida operativa del Proyecto, a través de la recolocación del suelo recuperado sobre las áreas afectadas.							

	Asimismo, la construcción de obras de control de escurrimientos cuando se requieran favorecerá el control de la erosión hídrica en la zona durante la temporada de mayor precipitación, con un consecuente efecto positivo en la preservación del suelo en las áreas adyacentes al Proyecto.							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>8. Contaminación</b>							
Impacto:	8. Contaminación del suelo							
Actividades que generan el impacto:	Operación de maquinaria, generación de residuos, derrames accidentales de combustibles.							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación.							
Caracterización del efecto global:	Carácter Compatible	Extensión Puntual	Momento Corto plazo	Acumulación Simple	Persistencia Fugaz	Significancia Compatible	Posibilidad de control Previsible Impactos positivos	
Evaluación:	La generación de residuos y la operación de maquinaria son actividades potencialmente generadoras de contaminación del suelo. En el primer caso el riesgo de contaminación se asocia con un manejo y disposición inadecuados de los residuos sólidos “urbanos” y peligrosos (envases de lubricantes, combustibles, etc.) que se generen durante del desarrollo del Proyecto; y en el segundo, por la ocurrencia de derrames de aceites al operar maquinaria en condiciones inadecuadas de funcionamiento. En todos los casos, sin embargo, los impactos son susceptibles de prevenirse, a través de medidas de control y supervisión. En el caso particular, el Proyecto prevé la aplicación de estrictos planes para el manejo y disposición controlada de residuos, que tendrán un efecto positivo sobre el indicador.							

<b>COMPONENTE AMBIENTAL:</b>	<b>AGUA SUPERFICIAL</b>							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>9. Contaminación (y sedimentación)</b>							
Impacto:	9. Incremento en los niveles de sedimentación en escurrimientos estacionales							
Actividades que generan el impacto:	Preparación del sitio para planillas de barrenación, despalme.							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, operación.							
Caracterización del efecto global:	Carácter Negativo	Extensión Local	Momento Mediano plazo	Acumulación Simple	Persistencia Temporal	Significancia Moderado	Posibilidad de control Mitigable Impactos positivos	
Evaluación:	La exposición del terreno como consecuencia del despalme crea condiciones que favorecen el efecto erosivo de los escurrimientos y la precipitación, promoviendo el arrastre de sedimentos y su acumulación en el lecho de los cursos de agua de la zona. Adicionalmente, los potenciales derrames de combustibles y aceites por parte de la maquinaria y vehículos hacen que se considere que las actividades presentan probabilidad de contaminación de los flujos de agua superficiales. El efecto es de extensión local y mediano plazo, ya que se manifiesta primordialmente en los escurrimientos localizados aguas abajo de las áreas expuestas, cuando ha transcurrido al menos un ciclo anual de precipitaciones. Su persistencia es temporal, en la medida en que la exposición del terreno y la disponibilidad de material particulado sean sostenidas. El efecto presenta altas posibilidades de mitigación y existen, en el caso particular que se analiza, actividades previstas por el Proyecto que generan impactos positivos en el control de la erosión y sedimentación, de magnitud alta y mediana, que contrarrestan la magnitud del efecto adverso. Tales actividades son la recuperación y almacenamiento de suelo, la construcción de obras de control de escorrentía, así como el permanente monitoreo de la zona para detectar las áreas en donde se requieran dichas obras.							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>10. Variación de flujo</b>							
Impacto:	10. Modificación (incremento) del flujo de agua superficial							
Actividades que generan el impacto:	Preparación del sitio para planillas de barrenación							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación.							
Caracterización del efecto global:	Carácter Negativo	Extensión Local	Momento Mediano plazo	Acumulación Simple	Persistencia Temporal	Significancia Moderado	Posibilidad de control Mitigable Impactos positivos	
Evaluación:	La ocupación del terreno con planillas de barrenación puede favorecer las condiciones que distorsionan los patrones naturales de escurrimiento superficial del sitio.							



Una de esas perturbaciones se relaciona con la modificación de la velocidad de flujo de los escurrimientos en la temporada de precipitaciones, incrementando el volumen de agua que fluye en el sitio por unidad de tiempo, con un efecto adverso en dos contextos: (i) intensifica el efecto de la erosión hídrica del suelo y roca expuesta; y (ii) reduce el potencial de infiltración de la zona. La magnitud del efecto se relaciona con la extensión de la superficie expuesta, el tiempo que permanece sin protección, la frecuencia e intensidad de las lluvias, el relieve de la zona y las previsiones de control que se adopten. Dado que el Proyecto considera utilizar sitios ya expuestos y la posible construcción de obras de control de escurrimientos para reducir el efecto adverso, la extensión del impacto se considera local, con persistencia temporal y valores de magnitud y significancia moderados.

COMPONENTE AMBIENTAL:		AGUA SUBTERRÁNEA						
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>11. Contaminación</b>							
Impacto:	11. Contaminación del agua subterránea							
Actividades que generan el impacto:	Operación de maquinaria, generación de residuos, potencial de derrames de combustible y aceites.							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación.							
Caracterización del efecto global:	Carácter Negativo	Extensión Puntual	Momento Corto plazo	Acumulación Simple	Persistencia Temporal	Significancia Moderada	Posibilidad de control Previsible Impactos positivos	
Evaluación:	La operación de maquinaria y vehículos, así como la generación de residuos, son actividades potencialmente generadoras de contaminación del agua subterránea. El efecto es puntual y de corto plazo. Se considera que la significancia global del efecto es compatible o mínima, debido a que, en el caso de la operación de maquinaria y la liberación de residuos líquidos (lubricantes y combustibles), esto es poco probable que ocurra y puede prevenirse satisfactoriamente mediante medidas de control, mantenimiento preventivo, la implementación de planes de manejo de residuos y el monitoreo ambiental. La implementación de tales medidas de protección ambiental, incluidas como parte del Proyecto, tendrá impactos positivos de prevención de la contaminación, de magnitudes y significancia altas.							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>12. Capacidad de recarga</b>							
Impacto:	12. Disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea							
Actividades que generan el impacto:	Preparación del sitio para planillas de barrenación, despalme, nivelación, “sellamiento” de terreno en planillas de barrenación.							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación							
Caracterización del efecto global:	Carácter Negativo	Extensión Puntual	Momento Mediano plazo	Acumulación Simple	Persistencia Temporal	Significancia Moderado	Posibilidad de control Mitigable Impactos positivos	
Evaluación:	Las actividades mencionadas tienen en conjunto un impacto negativo en la capacidad de recarga del agua subterránea, al disminuir la retención del agua superficial por pérdida de suelo, así como por el efecto de “sellamiento” de las áreas. No obstante lo anterior, además de ser temporal y localizado exclusivamente en las áreas de ocupación del Proyecto, el impacto es susceptible de ser mitigado. Actividades como la recolocación de suelo fértil o el permitir que haya recolonización vegetal en las áreas afectadas al igual que la construcción de obras de control de escorrentías, generarán impactos positivos en la capacidad de recarga, de magnitud mediana, que mitigarán o contrarrestarán el efecto adverso.							

COMPONENTE AMBIENTAL:		FLORA SILVESTRE						
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>13. Abundancia y Diversidad</b>							
Impacto:	13. Conservación de la diversidad de la zona							
Actividades que generan el impacto:	Colonización vegetal (una vez abandonada la planilla), Rescate de ejemplares de Vegetación (si es necesaria)							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación de sitio							
Caracterización del efecto global:	Carácter Positivo	Extensión Local	Momento Corto plazo	Acumulación Simple	Persistencia Permanente	Significancia Mediana	Posibilidad de control No aplica	

Evaluación:	El trasplante de individuos vegetales hacia áreas naturales próximas generará un efecto positivo en la preservación de la diversidad de especies local. Ello significa que se promoverá la conservación de la composición específica en la zona y no se pondrá en riesgo la integridad de las poblaciones presentes en el sitio El impacto del rescate ha sido valorado como permanente, en la medida en que la empresa se ha comprometido ya con la autoridad ambiental a conservar y dar mantenimiento a las áreas de relocalización de ejemplares rescatados, durante todo el tiempo que operará la unidad minera. Dicho mantenimiento de largo plazo asegurará condiciones favorables al establecimiento y supervivencia de los ejemplares rescatados.						
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>14. Cobertura</b>						
Impacto:	14. Pérdida de áreas con cobertura Vegetal						
Actividades que generan el impacto:	Rescate de Vegetación, Desmante						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación de sitio						
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Compatible	Puntual	Corto plazo	Simple	Temporal	Compatible	No mitigable
Evaluación:	El retiro de vegetación (a pesar de referirse a arbustos y herbáceas) en la superficie de ocupación del proyecto implicará la obvia pérdida de cobertura vegetal en una superficie reducida a escala local. A pesar de la persistencia del efecto, así como la imposibilidad de mitigación, el nivel de intensidad calculado para este impacto se ha estimado bajo y compatible; es decir que la realización del proyecto no pone en riesgo la preservación de las comunidades vegetales presentes en la zona. Asimismo, se tiene en cuenta que no se pretende el retiro de ejemplares arbóreos y, en caso de necesitarse, se realizará el rescate de ejemplares y su trasplante a áreas adyacentes que no serán alteradas, si bien no mitiga directamente la pérdida de cobertura vegetal, sí tiene un efecto compensatorio en la preservación de las asociaciones vegetales, los procesos y su continuidad territorial en una escala local. La persistencia del impacto es temporal, en la medida en que al concluir la vida útil del Proyecto podrá restaurarse el sitio y restablecer la cobertura vegetal.						
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>15. Conservación de especies en riesgo y de interés comercial</b>						
Impacto:	15. Preservación de ejemplares pertenecientes a especies bajo categoría de riesgo de la NOM-059						
Actividades que generan el impacto:	Rescate de vegetación						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio						
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Positivo	Local	Corto plazo	Simple	Permanente	Mediana	No Aplica
Evaluación:	Respecto a especies arbóreas, además de no considerarse el derribo, se evalúa la posibilidad de recuperación de semillas y plántulas de especies durante los trabajos de preparación, construcción y operación, con el propósito de utilizarlos para la producción de planta en vivero y utilizar tales ejemplares en las tareas de revegetación. En el polígono de proyecto (dentro del cual se ubicarán las planillas de barrenación) sólo se identificó la presencia de una especie vegetal catalogada en riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2001 ( <i>Ferocactus pilosus</i> , considerada como especie bajo protección especial). Dado que los ejemplares de dicha especie e incluso de otras no catalogadas, cuando sea necesario serán rescatadas y trasplantadas a sitios donde serán conservadas, el efecto de la actividad es positivo y de alta significancia, toda vez que contribuirá a preservar la diversidad genética y las poblaciones de especies características de la región que se encuentran sujetas a presiones antrópicas.						

**COMPONENTE AMBIENTAL:**

**FAUNA SILVESTRE**

**Indicador de impacto:**

**16. Abundancia**

Impacto:

16. Disminución de la abundancia de las poblaciones de fauna silvestre en el sitio

Actividades que generan el impacto:

Preparación del sitio para planillas de barrenación, operación de maquinaria, transporte de personal e insumos.

Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:

Preparación del sitio, construcción, operación

Caracterización del efecto global:

Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
----------	-----------	---------	-------------	--------------	---------------	------------------------

	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Temporal	Baja	Previsible positivos	Impactos
Evaluación:	<p>En general, todas las actividades del Proyecto que involucran la ocupación del terreno, la generación de ruido y el movimiento frecuente de vehículos y maquinaria, generan un efecto negativo en la presencia de fauna silvestre, que se considera equivalente a la disminución de la abundancia de las poblaciones actualmente presentes en el sitio.</p> <p>Ello no significa, sin embargo, que el desarrollo del Proyecto ponga en riesgo la integridad de las poblaciones en el contexto regional, ya que la superficie donde no se realicen actividades de exploración aportará -a los individuos que podrían ser desplazados de las áreas de ocupación del Proyecto- condiciones para su desarrollo.</p> <p>El efecto, valorado como local, temporal y de baja magnitud, es asimismo previsible, mediante técnicas de rescate y ahuyentamiento que permitan el desplazamiento seguro de los individuos hacia áreas que no serán perturbadas.</p> <p>Para este indicador, el rescate de fauna previsto por el Proyecto tendrá un impacto positivo de magnitud alta, lo mismo que el retiro de la maquinaria que se realizarán en la etapa de cierre y el monitoreo permanente de las poblaciones.</p> <p>Una vez que concluyan las actividades, se generarán condiciones que favorecerán el retorno paulatino de la fauna al sitio.</p>							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>17. Diversidad</b>							
Impacto:	17. Conservación de la diversidad de fauna silvestre del sitio							
Actividades que generan el impacto:	Rescate y reubicación de ejemplares de fauna silvestre							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, "construcción", operación							
Caracterización del efecto global:	Carácter Positivo	Extensión Local	Momento Corto plazo	Acumulación Simple	Persistencia Permanente	Significancia Alta	Posibilidad de control No aplica	
Evaluación:	<p>Las actividades de rescate, acompañadas de estrictas medidas de capacitación a los trabajadores respecto de la conservación de la fauna, el desarrollo de un programa de monitoreo ambiental así como la recolonización vegetal en la etapa de cierre del Proyecto, generarán un impacto positivo en la conservación de la diversidad de especies actualmente presente en el sitio.</p>							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>18. Especies en riesgo</b>							
Impacto:	18. Conservación de especies en riesgo							
Actividades que generan el impacto:	Rescate y reubicación de fauna silvestre							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, "construcción", operación							
Caracterización del efecto global:	Carácter Positivo	Extensión Local	Momento Corto plazo	Acumulación Simple	Persistencia Permanente	Significancia Mediana	Posibilidad de control No aplica	
Evaluación:	<p>Como en el caso de la diversidad, las actividades de rescate, capacitación a los trabajadores respecto de la conservación de la fauna, el desarrollo de un programa permanente de monitoreo ambiental, generarán un impacto positivo en la conservación de la diversidad de especies en riesgo actualmente presente en el sitio.</p> <p>Particularmente, el rescate de fauna se enfocará en los ejemplares pertenecientes a las especies registradas en la zona, con estatus de riesgo, mismas que se enlistan en el capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.</p>							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>19. Hábitat y corredores biológicos</b>							
Impacto:	19. Pérdida de hábitat y corredores biológicos							
Actividades que generan el impacto:	Preparación del sitio para planillas de barrenación, uso de caminos.							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, "construcción", operación							
Caracterización del efecto global:	Carácter Negativo	Extensión Puntual	Momento Corto plazo	Acumulación Simple	Persistencia Temporal	Significancia Baja	Posibilidad de control Mediana Impactos positivos	
Evaluación:	<p>El uso de caminos y apertura de planillas de barrenación, constituyen actividades asociadas con la pérdida de hábitat y la fragmentación de corredores biológicos.</p> <p>En el caso particular, tal efecto será puntual, temporal y moderado, además se limitará a las áreas de ocupación del Proyecto y no se prevé la fragmentación de las áreas del polígono que, de acuerdo con el estudio de fauna realizado, revisten mayor importancia para la conservación y flujo de la fauna silvestre.</p> <p>La temporalidad del impacto se asocia con el permitir una recolonización por parte de las especies vegetales naturales al sitio en la etapa de cierre, lo cual implica un impacto positivo de mitigación del efecto adverso.</p>							

COMPONENTE AMBIENTAL:	PAISAJE (CALIDAD/INTERACCIÓN CON EL MEDIO)							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>20. Incidencia y armonía visual</b>							
Impacto:	20. Deterioro de la calidad y armonía visual del paisaje							
Actividades que generan el impacto:	Preparación del sitio para planillas de barrenación, barrenación, generación de residuos							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Todas							
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	
	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Temporal	Baja	Media Impactos positivos	
Evaluación:	<p>Gran parte de las actividades del Proyecto tienen incidencia en la modificación de los atributos estructurales del paisaje, especialmente los efectos se verán reflejados en la modificación topográfica debido a la conformación del terreno para que sea apta para las planillas de barrenación.</p> <p>La persistencia del efecto se valora como temporal, en tanto dure la vida útil del Proyecto.</p> <p>En contrapartida, las actividades de la etapa de cierre del Proyecto, que incluyen la restauración del sitio, contribuyen con un impacto positivo de mediana magnitud en el componente. Tales actividades permitirán recuperar en cierta medida los principales atributos del paisaje del sitio.</p>							
COMPONENTE AMBIENTAL:	POBLACIÓN (SOCIAL)							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>21. Salud pública</b>							
Impacto:	21. Incremento en los riesgos a la salud pública de las comunidades próximas							
Actividades que generan el impacto:	Traslado de material, operación de maquinaria, generación de residuos y gases.							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación							
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	
	Compatible	Local	Mediano plazo	Simple	Temporal	Compatible	Previsible Impactos positivos	
Evaluación:	<p>Todas las actividades del Proyecto potencialmente generadoras de contaminantes que afecten la calidad del aire y agua se vinculan con la generación de riesgos a la salud pública de las comunidades próximas.</p> <p>No obstante, en virtud de la distancia que tienen los poblados con el Proyecto, la localización puntual de los efectos, así como de la integración de medidas de control eficientes para la prevención de riesgos de contaminación, confieren al impacto una valoración compatible con las actividades pretendidas.</p> <p>Actividades como el manejo adecuado de los residuos, control de polvos y emisiones, monitoreo ambiental, así como la eventual restauración del sitio, generarán condiciones favorables para los asentamiento humanos de mayor proximidad.</p>							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>22. Calidad de vida</b>							
Impacto:	22. Afectación a la calidad de vida de los habitantes de las comunidades próximas							
Actividades que generan el impacto:	Preparación del sitio para planillas de barrenación, transporte y operación de maquinaria, generación de residuos.							
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación							
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	
	Compatible	Local	Mediano plazo	Simple	Temporal	Compatible	Previsible Impactos positivos	
Evaluación:	<p>La calidad de vida de los habitantes de las comunidades con mayor proximidad al Proyecto podría verse potencialmente afectada por las actividades en rubros como la salud, seguridad y estado de confort.</p> <p>Sin embargo, como en el caso de la salud pública, el distanciamiento de los poblados, así como de la integración de medidas de control eficientes para la prevención de riesgos de contaminación, confieren al impacto una valoración compatible con las actividades pretendidas.</p> <p>En contraposición al impacto adverso, el Proyecto incluye actividades, como el manejo sustentable de los residuos, control de polvos y emisiones, monitoreo ambiental, restauración del sitio y contratación de personal, que generarán en su conjunto un efecto positivo en la seguridad, salud y economía locales.</p>							
<b>Indicador de impacto:</b>	<b>23. Economía regional</b>							

Impacto:	23. Actividades productivas (efecto sobre la productividad local y regional)						
Actividades que generan el impacto:	Instalación de las planillas de barrenación, actividades de exploración, compra de insumos, contratación de personal						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Todas						
Caracterización del efecto global:	Carácter Positivo	Extensión Local- Regional	Momento Corto plazo	Acumulación Simple	Persistencia Temporal	Significancia Mediano	Posibilidad de control No aplica
Evaluación:	<p>Al margen de la contribución del Proyecto a la productividad estatal y nacional, por lo que toca al pago de impuestos correspondiente a la autorización solicitada; durante todas las etapas del Proyecto, la contratación de personal y servicios, así como la adquisición de materiales e insumos, generarán un impacto positivo que incide en la productividad a escala local y regional.</p> <p>Específicamente en el contexto local, no existe ninguna actividad productiva que se vea afectada por el desarrollo del Proyecto, se considera así pese a que la superficie requerida, aunque reducida, dejará de ser utilizada por los pobladores cercanos para el pastoreo de sus animales (este impacto se considera compatible, puntual y simple y no significativo para la escasa productividad de la actividad, ya que es una práctica común en la zona dejar a los animales pastar libremente en toda el área.</p> <p>Teniendo en cuenta lo anterior, el impacto se califica como positivo ya que implica una posibilidad de uso que, en el mediano y largo plazo, puede ser más redituable que el uso actual.</p>						

## V.5 CONCLUSIONES

Del análisis integrado mostrado anteriormente para el Proyecto, en el que se analizó de manera global el conjunto de impactos de cada actividad, sobre cada componente e indicador ambiental, se desprenden las siguientes conclusiones:

- Las diferentes actividades relacionadas con el desarrollo del Proyecto suponen la ocurrencia de un total de 107 interacciones entre las actividades del Proyecto y los distintos componentes del medio ambiente.
- A partir del análisis integral de los efectos potenciales del Proyecto con base en los indicadores ambientales de impacto seleccionados, el total de interacciones se agrupa en un conjunto de 23 impactos globales, 14 de estos se califican como negativos, cinco positivos y cuatro compatibles.
- No se identifica la ocurrencia de impactos negativos de magnitud severa.
- Para la mayoría de los efectos negativos del Proyecto analizado existen probabilidades de control altas o medianas, que se traducen en medidas que adoptará la Empresa para asegurar la restitución de las condiciones de los factores ambientales afectados, en el corto, mediano o largo plazo.
- Diversos efectos del Proyecto son potencialmente acumulativos y sinérgicos; sin embargo, todos ellos pueden prevenirse, controlarse o mitigarse, además de poseer magnitudes y significancias bajas a moderadas. Únicamente un impacto adverso del proyecto se considera estrictamente residual, referido a la alteración de la cubierta vegetal; sin embargo, su magnitud y significancia son bajas.
- Considerando los impactos positivos que resultan de la internalización de acciones y medidas de protección ambiental, el balance final de la evaluación indica que el desarrollo del Proyecto Exploración Minera Santa Rosa no generará perturbaciones tales que puedan poner en riesgo la integridad de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del área. Este hecho, aunado a los impactos positivos del Proyecto y la implementación de medidas preventivas y de mitigación ambiental, le confieren una viabilidad ambiental aceptable en el marco de las regulaciones y normatividad nacional.

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

### VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

El capítulo V presenta la identificación de los impactos ambientales derivados de la posible realización de Proyecto, tomando en cuenta el contexto físico presente, y descrito en el capítulo IV del presente estudio; relacionado con esto, el Capítulo VI establece las medidas preventivas y de mitigación necesarias para que el Proyecto se incorpore en el entorno, minimizando su incidencia y los impactos ambientales derivados de su desarrollo.

Así, en el proyecto de exploración que se analiza en este documento, Minera Peñasquito ha incorporado una serie de medidas y acciones de gestión ambiental que permitirán realizar las operaciones pretendidas en concordancia con los estándares de sustentabilidad ambiental que establecen tanto la normatividad nacional como las mejores prácticas en el contexto nacional e internacional.

Es importante destacar que, para los efectos adversos que se identificaron, se establecen medidas de mitigación o control, mismas que serán mencionadas más adelante. Estas medidas de mitigación que se proponen a la autoridad ambiental son de cuatro tipos:

- a) *Medidas preventivas.* Orientadas a evitar la ocurrencia de efectos negativos. La implementación de estas medidas es esencial para reducir los costos ambientales del Proyecto y asegurar que su desarrollo se conduzca dentro límites aceptables por la normatividad.
- b) *Medidas de mitigación.* Encaminadas a la atenuación de los impactos negativos, para mantenerlos en niveles de cumplimiento en el marco de la normatividad o la capacidad de carga del Sistema Ambiental

- c) *Medidas de restauración.* Enfocadas a restituir las condiciones preexistentes en un escenario ambiental que ha sido deteriorado, una vez que las fuentes de perturbación han desaparecido. También se conocen como medidas de rehabilitación o recuperación. Normalmente, forman parte de los requerimientos establecidos por la normatividad o autoridad ambiental.
- d) *Medidas de control.* Establecidas para asegurar que las actividades se desarrollen en las circunstancias planeadas y no excedan las condiciones de aceptabilidad establecidas por el Proyecto, o por la autoridad. Las medidas de control permitirán autoevaluarse y evaluar las medidas propuestas para identificar eventos que requieran modificaciones o mejoramientos en las medidas.

Algunas de las medidas identificadas y propuestas tienen aplicación general, es decir, poseen efectos favorables para la prevención o atenuación de impactos en más de un factor ambiental; otras, en cambio, son específicas a un solo factor ambiental, algún componente u obra del Proyecto, o alguna etapa de éste.

Como ya fue indicado, el presente capítulo tiene como objetivo el indicar que acciones se implementarán con el fin de prevenir y mitigar los impactos ambientales potenciales identificados y, en su caso, rehabilitar o compensar las condiciones prevalecientes en el predio, previamente al desarrollo del Proyecto. Es importante indicar que el impacto del Proyecto sobre la superficie del terreno es directo.

Así, con la finalidad de prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales potenciales a generarse por el Proyecto, se recapitula y proponen una serie de medidas de mitigación, mismas que serán supervisadas y evaluadas –en primera instancia- por el responsable técnico designado por la Empresa. Las medidas y acciones de control propuestas se enlistan a continuación:

**Tabla VI.1. Medidas de mitigación a aplicar en el Proyecto.**

<b>Componente ambiental: Todos</b>	
Impacto por prevenir:	Todos
Actividades generadoras:	• Todas
<b>Medidas que se aplicarán</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Desde las etapas iniciales de ejecución del Proyecto y hasta su conclusión, operará un equipo de especialistas que realizará labores de supervisión y vigilancia, para asegurar el correcto desarrollo de las actividades, así como la oportuna implementación de las medidas establecidas de prevención, control y mitigación de impactos ambientales.</li> <li>Desde las etapas iniciales a la ejecución del Proyecto se diseñará e implementará un plan de monitoreo orientado al establecimiento, medición y verificación de los principales parámetros ambientales del área.</li> </ol>	



**Componente ambiental: Aire**Impacto por prevenir: Incremento en la concentración de partículas suspendidas.

Actividades generadoras:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despalme (sólo se hará en caso necesario)</li> <li>• Apertura de planillas de barrenación</li> <li>• Operación de maquinaria</li> <li>• Tránsito vehicular</li> </ul>
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio</li> <li>• "Construcción" y Operación</li> <li>• Cierre</li> </ul>

## Medidas que se aplicarán

1. El suelo será nivelado para evitar movimientos (desgajamiento o arrastre en temporada de lluvias) durante los trabajos de exploración.
2. No se realizará la apertura de nuevos caminos, para el acceso (acercamiento) a los sitios de barrenación, se utilizarán los caminos existentes.
3. Para reducir el impacto del desmonte, se dará preferencia al uso de áreas sin vegetación arbórea para instalar las planillas de barrenación.
4. En las áreas adyacentes del Proyecto se mantendrá la vegetación natural, de manera que se cuente con cortinas vegetales que amortigüen la dispersión de partículas fuera de cada punto de exploración.
5. En la etapa de cierre (abordada de forma individual para cada planilla), el barreno es sellado con mezcla cementante, se retira el equipo, se renivelará el sitio y se permitirá la colonización vegetal (debe recordarse que no se hará derribo de vegetación en las áreas de interés). Se supone que el establecimiento de la cubierta vegetal ayudará a impedir la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica e hídrica.

## Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a prevenir y mitigar la dispersión de partículas, reduciendo con ello la concentración de partículas suspendidas totales en el aire, así como a detectar y aplicar oportunamente cualquier acción correctiva que sea necesaria.

Impacto por prevenir: Incremento en la emisión de gases contaminantes.

Actividades generadoras:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación de maquinaria y Tránsito vehicular</li> </ul>
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio,</li> <li>• Construcción</li> <li>• Operación</li> <li>• Cierre</li> </ul>

## Medidas que se aplicarán

1. Se aplicará un programa permanente de supervisión y mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos que operen en el Proyecto, con el propósito de que éstos se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento y las emisiones de gases de combustión se mantengan dentro de los límites aceptables por la normatividad ambiental.

## Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a prevenir y mitigar la generación de emisiones derivadas de la operación del Proyecto, así como a detectar y aplicar oportunamente cualquier acción correctiva que sea necesaria.

Impacto por prevenir: Incremento en los niveles de ruido del sitio.

Actividades generadoras:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despalme (sólo se hará en caso necesario)</li> <li>• Apertura de planillas de barrenación</li> <li>• Operación de maquinaria</li> </ul>
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio</li> <li>• Construcción</li> <li>• Operación</li> </ul>

## Medidas que se aplicarán

1. En las áreas adyacentes del Proyecto, se mantendrá la vegetación natural, de manera que actúe como cortina que amortigüe la dispersión de las emisiones sonoras.
2. Se aplicará un programa permanente de supervisión y mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos que operen en el Proyecto, con el propósito de que éstos se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento y sus emisiones de ruido se limiten a los niveles propios de su actividad.
3. Se dotará a los trabajadores del equipo de protección personal necesario para la protección de la salud auditiva conforme a las disposiciones que establece la normatividad en materia de seguridad e higiene laboral.

## Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a mantener los niveles de ruido de la mina dentro de los estándares aceptables para la actividad y a conservar la salud auditiva de los trabajadores.

El programa de monitoreo permitirá detectar y aplicar oportunamente cualquier acción correctiva que sea necesaria.

**Componente ambiental: Suelo**Impacto por prevenir: Generación de inestabilidad geofísica del terreno.

Actividades generadoras:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de sitio</li> <li>• Trabajos de conformación del terreno</li> </ul>
--------------------------	---

- Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:
- Preparación del sitio
  - Construcción
  - Cierre

## Medidas que se aplicarán

1. De ser necesarias, se construirán obras de control de escurrimientos que prevengan que el efecto erosivo del agua favorezca condiciones de inestabilidad del terreno, la pertinencia de estas obras se evaluará de forma individual (para cada sitio de barrenación).
2. En la etapa de cierre se desarrollarán acciones de restauración ambiental, mismas que incluyen el aseguramiento de la estabilidad física del sitio, permitir la colonización vegetal del sitio para el restablecimiento de cobertura vegetal en áreas expuestas del terreno; de esta forma se busca prevenir y/o mitigar el efecto erosivo del agua y sus consecuencias en la estabilidad del sitio.

## Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a evitar la ocurrencia de colapsos de material en el terrero y el desgajamiento de laderas por efecto de precipitaciones intensas en áreas expuestas del terreno, manteniendo con ellos condiciones de seguridad para las personas y protección a la vegetación y fauna.

Impacto por prevenir: Alteración de la topografía natural del sitio.

- Actividades generadoras:
- Remoción del suelo
  - Trabajos de nivelación (compactación y/o conformación) del terreno

- Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:
- Construcción
  - Operación
  - Cierre

## Medidas que se aplicarán

1. No se realizará la apertura de nuevos caminos, para el acceso (acercamiento) a los sitios de barrenación, se utilizarán los caminos existentes.
2. En la etapa de cierre (abordada de forma individual para cada planilla), el barreno es sellado con mezcla cementante, se retira el equipo, se renivelará el sitio y se permitirá la colonización vegetal (debe recordarse que no se hará derribo de vegetación en las áreas de interés). Se supone que el establecimiento de la cubierta vegetal ayudará a impedir la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica e hídrica.

## Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a mitigar la alteración topográfica del terreno

Impacto por prevenir: Pérdida de las propiedades físicas de suelo.

- Actividades generadoras:
- Trabajos de compactación y conformación del terreno
  - Apertura de planillas de barrenación

- Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:
- Preparación del sitio
  - Construcción
  - Operación
  - Cierre

## Medidas que se aplicarán

1. Durante la etapa de preparación del sitio, se realizará la recuperación de suelo fértil en las áreas donde la conformación del terreno lo permita.
2. No se realizará la apertura de nuevos caminos, para el acceso (acercamiento) a los sitios de barrenación, se utilizarán los caminos existentes.
3. Para reducir la afectación a la cobertura vegetal, para la instalación de las planillas de barrenación se priorizará el uso de sitios sin vegetación arbórea, así los sitios con cobertura conservarán su capacidad de retención e infiltración de agua.
4. El suelo recuperado se pondrá a resguardo hasta su uso en actividades de restauración ambiental.
5. En torno a las planillas de barrenación y caminos se mantendrá la vegetación natural; ello favorecerá la retención del suelo en las áreas que no serán intervenidas y se conservará su función como agente de retención e infiltración del agua.
6. Con el propósito de prevenir la pérdida de suelo en las áreas adyacentes al Proyecto, como consecuencia del efecto erosivo de las precipitaciones, se construirán obras de control de escurrimientos y sedimentos, la pertinencia de estas obras se evaluará de forma individual (para cada sitio de barrenación).
7. En la etapa de cierre (abordada de forma individual para cada planilla), el barreno es sellado con mezcla cementante, se retira el equipo, se renivelará el sitio y se permitirá la colonización vegetal (debe recordarse que no se hará derribo de vegetación en las áreas de interés). Se supone que el establecimiento de la cubierta vegetal ayudará a impedir la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica e hídrica.

## Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a mitigar, en gran medida, la pérdida del componente edáfico y la reducción del coeficiente de infiltración del sitio como consecuencia del desarrollo del Proyecto.

Impacto por prevenir: Pérdida de las propiedades químicas por contaminación del suelo.

- Actividades generadoras:
- Tránsito vehicular y uso de maquinaria.
  - Apertura de planillas de barrenación (uso de maquinaria)
  - Manejo de combustibles

- Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:
- Preparación del sitio
  - Construcción
  - Operación

## Medidas que se aplicarán

1. No se realizará ningún tipo de trabajo de mantenimiento de vehículos fuera de los talleres de mantenimiento designados.
2. El manejo y disposición de los distintos tipos de residuos que serán generados por las actividades propias del Proyecto, se sujetarán a un plan de control y manejo, así como las disposiciones que establece la normatividad en materia de residuos.
  - a. Se dispondrán en el predio contenedores para el acopio de residuos sólidos de tipo municipal, que se trasladarán periódicamente al sitio de disposición final ubicado en la UMP.
  - b. Se darán las facilidades necesarias para la recolección, separación y disposición temporal de residuos peligrosos.
  - c. Los residuos peligrosos como estopas, aceites gastados y similares, se separarán y almacenarán temporalmente en contenedores colocados para ese efecto, previamente a su envío al sitio de disposición final, mediante la contratación del servicio de una empresa especializada que cuente con la autorización correspondiente de la autoridad ambiental.
  - d. Los contenedores de residuos peligrosos estarán resguardados en un área segura, supervisada y de acceso restringido, con adecuaciones tales como cubierta impermeable en el suelo y señalización preventiva.
  - e. Los residuos sólidos urbanos se dispondrán en contenedores que se trasladarán periódicamente al relleno sanitario.
3. Las aguas residuales procedentes de los servicios sanitarios serán canalizadas a terceros autorizados para su manejo y disposición final.

**Efectos esperados**

La aplicación de las medidas propuestas prevendrá la ocurrencia de eventos de contaminación del suelo.

**Componente ambiental: Agua superficial**

<u>Impacto por prevenir:</u>	<u>Contaminación del agua superficial</u>
Actividades generadoras:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio para planillas de barrenación</li> <li>• Trabajos de nivelación (compactación y conformación) del terreno</li> <li>• Barrenación (uso de maquinaria)</li> </ul>
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio</li> <li>• Construcción</li> <li>• Operación</li> </ul>
Medidas que se aplicarán	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desde la preparación del sitio, se prevé la posibilidad de construir obras de control de escorrentías, con el propósito de favorecer la retención de sedimentos y evitar su arrastre hacia el lecho de los escurrimientos.</li> <li>2. La recuperación, almacenamiento y conservación del suelo fértil procedente de las áreas de ocupación del Proyecto, reducirá la disponibilidad de material que pueda ser arrastrado al lecho de los escurrimientos por el efecto de las precipitaciones.</li> <li>3. En la etapa constructiva, las labores de mantenimiento y limpieza de maquinaria y equipo se realizarán en los talleres designados por la Empresa.</li> <li>4. Se dispondrán en el predio contenedores para el acopio de residuos sólidos de tipo municipal, que se trasladarán periódicamente al sitio de disposición que indique la autoridad local.</li> <li>5. La implementación temprana de un programa de monitoreo ambiental permitirá detectar oportunamente la eficiencia de las obras de control de escurrimientos, así como las necesidades de emplazamiento de estructuras adicionales para retención de sedimentos en escurrimientos principales.</li> <li>6. El programa de restauración ambiental que se implementará en la etapa de cierre evitará que permanezcan áreas del terreno expuestas que se constituyan en zonas de erosión y el aporte de sedimentos.</li> </ol>	

**Efectos esperados**

La aplicación de las medidas propuestas deberá prevenir y mitigar la erosión hídrica, el arrastre de sedimentos y la contaminación aguas abajo de las áreas de ocupación del Proyecto.

<u>Impacto por prevenir:</u>	<u>Variación del flujo de agua superficial.</u>
Actividades generadoras:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos de nivelación del terreno</li> <li>• Apertura de planillas de barrenación</li> <li>• Obras de control de escorrentía</li> </ul>
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio</li> <li>• Construcción</li> <li>• Operación</li> <li>• Cierre</li> </ul>

**Medidas que se aplicarán**

1. Las obras de desvío y control de escorrentías –construidas en caso de ser necesarias- contribuirán a regular el flujo de los escurrimientos superficiales y evitar el incremento de erosión del terreno.
2. La implementación temprana de actividades de monitoreo permitirá detectar oportunamente las áreas del terreno donde sean requeridas dichas obras de control de escurrimientos.
3. La colonización vegetal (una vez abandonada la planilla de barrenación), evitará que permanezcan áreas del terreno expuestas que incrementen el flujo del agua superficial y su efecto erosivo asociado.

**Efectos esperados**

La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a regular en la zona, la velocidad del flujo del agua superficial en época de precipitaciones, así como prevenir y mitigar el efecto de la erosión hídrica, el arrastre de sedimentos y la reducción del potencial de infiltración.

**Componente ambiental: Agua subterránea**

Impacto por prevenir: Contaminación del agua subterránea.

Actividades generadoras:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio para planillas de barrenación</li> <li>• Operación de maquinaria y vehículos</li> </ul>
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio</li> <li>• Construcción</li> <li>• Operación</li> </ul>

## Medidas que se aplicarán

1. No se realizará ningún tipo de trabajo de mantenimiento de maquinaria o vehículos fuera del área de los talleres designados.
2. Desde el inicio del Proyecto, el manejo y disposición de los distintos tipos de residuos que serán generados por las actividades, se sujetarán a un plan de control y manejo.
  - a. Se dispondrán en el predio contenedores para el acopio de residuos sólidos de tipo municipal, que se trasladarán periódicamente al sitio de disposición final.
  - b. Los residuos peligrosos como estopas, aceites gastados y similares, se separarán y almacenarán temporalmente en contenedores para ese efecto, previamente a su envío al sitio de disposición final, mediante la contratación del servicio de una empresa especializada que cuente con la autorización correspondiente de la autoridad ambiental.
  - c. Los contenedores de almacenamiento temporal de residuos peligrosos estarán resguardados en un área segura, supervisada y de acceso restringido.
3. Las letrinas portátiles que se colocarán para uso de los trabajadores recibirán mantenimiento y limpieza regular por parte de la empresa prestadora de dicho servicio. No se dispondrán de aguas residuales sanitarias en el sitio.

## Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas deberá prevenir todo riesgo de contaminación del agua subterránea.

Impacto por prevenir: Disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea.

Actividades generadoras:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despalme (limpieza de área de planilla)</li> <li>• Apertura de planillas de barrenación</li> <li>• Uso de caminos existentes</li> </ul>
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio</li> <li>• Construcción</li> <li>• Operación</li> </ul>

## Medidas que se aplicarán

1. No se realizará la apertura de nuevos caminos, para el acceso (acercamiento) a los sitios de barrenación, se utilizarán los caminos y veredas existentes.
2. Para reducir el impacto del desmonte, se priorizará la instalación de las planillas de barrenación en sitios sin vegetación arbórea, de manera que los sitios con cobertura conserven su función como zonas de retención y recarga de agua.
3. La construcción de obras de control de escurrimientos evitará la erosión de las áreas que conservarán su vegetación natural, permitiendo con ello que éstas mantengan su función en la retención y recarga del agua subterránea.
4. En la etapa de cierre, la colocación de suelo fértil y la colonización vegetal de las áreas afectadas, generarán condiciones que favorezcan la capacidad de recarga del área.

## Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuesta mitigará los efectos del Proyecto en la disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea.

**Componente ambiental: Flora**Impacto por lograr: Conservación de la abundancia y diversidad de flora silvestre.

Actividades generadoras:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colecta de germoplasma de sitios cercanos (en evaluación y dependiendo de que se consideren viables las actividades de explotación minera)</li> <li>• colonización vegetal (proceso natural)</li> </ul>
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio</li> <li>• Construcción</li> <li>• Operación</li> <li>• Cierre</li> </ul>

## Medidas que se aplicarán

1. Permitir el proceso de Colonización vegetal (por la magnitud del impacto, no se prevén acciones de introducción de ejemplares, solo permitir el proceso de colonización y sucesión de especies) y monitoreo ambiental, que garanticen la conservación de la diversidad específica de la flora silvestre presente actualmente en el sitio.
2. Se prevé que la colonización de las áreas afectadas por el desarrollo del Proyecto se dará gracias a las especies nativas de la zona y presentes en las asociaciones vegetales actualmente presentes en el sitio.

## Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuesta generará un efecto positivo en la conservación de la diversidad de flora silvestre.

Impacto por prevenir: Disminución de la cobertura vegetal.

Actividades generadoras:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio para planillas de barrenación</li> </ul>
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio</li> <li>• Construcción</li> </ul>

## Medidas que se aplicarán

1. En la etapa de preparación del sitio, se evitará el retiro de la vegetación, se emplearán sitios ya perturbados y sin cobertura arbórea para instalar las planillas de barrenación.
2. En la etapa de cierre, se desarrollarán en la zona las acciones contempladas para la restauración ambiental, lo que permitirá recuperar, en el largo plazo, la cobertura vegetal de una proporción importante de las áreas afectadas por la ejecución del Proyecto. Esta actividad depende de los resultados obtenidos, es decir, si resulta viable o no un proyecto de explotación.

**Efectos esperados**

La aplicación de las medidas propuesta mitigará a largo plazo la pérdida de cobertura vegetal como consecuencia del desarrollo del Proyecto.

**Impacto por lograr:** Conservación de especies vegetales en riesgo y/o de interés comercial.

- |  |  |
|--|--|
| Actividades generadoras:                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colecta de germoplasma</li> <li>• Forestación y reforestación</li> </ul>                        |
| Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio</li> <li>• Construcción</li> <li>• Operación</li> <li>• Cierre</li> </ul> |

**Medidas que se aplicarán**

1. En la etapa de preparación del sitio, no se realizará retiro de vegetación, se emplearán sitios ya perturbados y sin cobertura arbórea para instalar las planillas de barrenación.
2. Se evalúa la posibilidad de recuperación de semillas y plántulas de especies durante los trabajos de preparación, construcción y operación, con el propósito de utilizarlos para la producción de planta en vivero y utilizar tales ejemplares en las tareas de revegetación.

**Efectos esperados**

La aplicación de las medidas propuesta, así como las restricciones de aprovechamiento del terreno que imponga la autoridad ambiental favorecerán la conservación de las especies que se distribuye en el polígono minero.

**Componente ambiental: Fauna**

**Impacto por prevenir:** Disminución de la abundancia de fauna silvestre del sitio.

- |  |   |
|--|---|
| Actividades generadoras:                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos de nivelación y conformación del terreno</li> <li>• Apertura de planillas de barrenación</li> <li>• Uso de caminos</li> </ul> |
| Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio</li> <li>• Construcción</li> <li>• Operación</li> <li>• Cierre</li> </ul>  |

**Medidas que se aplicarán**

1. El inicio programado de actividades permitirá el desplazamiento autónomo de los animales hacia las zonas colindantes que conservarán su vegetación original.
2. Se desarrollarán -de considerarse necesarias- tareas de rescate de fauna silvestre en toda la superficie de ocupación del Proyecto. El rescate se enfocará en ejemplares de vertebrados terrestres del grupo de los reptiles y mamíferos, a través de técnicas de ahuyentamiento que favorezcan el desplazamiento autónomo; únicamente en ejemplares de lento desplazamiento se emplearán métodos de captura.
3. Los trabajadores recibirán capacitación respecto de la importancia de la conservación de la fauna silvestre; se prohibirá la caza o captura de ejemplares de cualquier especie y se les informará sobre las acciones requeridas para evitar el daño o muerte imprudencial de ejemplares por el manejo de maquinaria.
4. La colonización vegetal (como proceso natural) que se dará una vez abandonadas las planillas de barrenación, promoverá a largo plazo la existencia de condiciones favorables para el repoblamiento natural de fauna silvestre.

**Efectos esperados**

La aplicación de las medidas propuestas contribuirá a prevenir que el desarrollo del Proyecto ponga en riesgo la integridad de las poblaciones de fauna silvestre de la región; así como a mitigar la disminución de la abundancia de las poblaciones de fauna silvestre dentro del polígono minero. A largo plazo, las acciones de restauración ambiental favorecerán el repoblamiento natural del sitio.

**Impacto por lograr:** Conservación de especies faunísticas en riesgo.

- |  |   |
|--|---|
| Actividades generadoras:                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rescate y reubicación de fauna</li> <li>• Forestación y reforestación</li> </ul>       |
| Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del sitio</li> <li>• Construcción y Operación</li> <li>• Cierre</li> </ul> |

**Medidas que se aplicarán**

Las siguientes medidas serán aplicadas independientemente de que las especies sean o no catalogadas bajo estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

1. Fuera de los límites de ocupación del Proyecto, se conservarán sin afectación los terrenos circundantes, mismos que albergan vegetación forestal, misma que constituye un área favorable de establecimiento y sobrevivencia para los ejemplares de fauna que se verán desplazados de las áreas de ocupación del Proyecto.

2. Se desarrollarán tareas de rescate de fauna silvestre en toda la superficie de ocupación del Proyecto. El rescate se enfocará en ejemplares de vertebrados terrestres del grupo de los reptiles y mamíferos, a través de técnicas de ahuyentamiento que favorezcan el desplazamiento autónomo de los ejemplares. Únicamente en ejemplares de lento desplazamiento se emplearán métodos de captura.
3. Los trabajadores recibirán capacitación respecto de la importancia de la conservación de la fauna silvestre; se prohibirá la caza o captura de ejemplares de cualquier especie y se les informará sobre las acciones requeridas para evitar el daño o muerte imprudencial de ejemplares por el manejo de maquinaria.
4. La colonización vegetal (como proceso natural) que se dará una vez abandonadas las planillas de barrenación, promoverá a largo plazo la existencia de condiciones favorables para el repoblamiento natural de fauna silvestre.

**Efectos esperados**

La aplicación de las medidas propuesta, así como las restricciones de aprovechamiento del terreno que imponga la autoridad ambiental favorecerán la conservación de las especies catalogadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se distribuye en el polígono de interés.

**Componente ambiental: Paisaje**

Impacto por evitar:

Deterioro de la calidad visual del paisaje.

Actividades generadoras:

- Trabajos de nivelación (compactación y conformación) del terreno
- Apertura de planillas de barrenación

Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:

- Preparación del sitio
- Construcción
- Cierre

**Medidas que se aplicarán**

1. La "construcción" de infraestructura se ajustarán rigurosamente a la superficie del polígono autorizado a cada área; para asegurar que así ocurra, previamente al inicio de los trabajos de exploración se realizará el deslinde de cada superficie.
2. Conforme se avance en el plan de trabajo, se iniciará el cierre o sellado de barrenos y el retiro de maquinaria y equipo utilizado.
3. Después del sellado del barreno, de ser necesario se hará la renivelación del sitio para facilitar la recolonización por parte de las especies vegetales.

**Efectos esperados**

El retiro de las estructuras no permanentes del Proyecto, la mitigación de las modificaciones del relieve y la restauración y reforestación de las áreas alteradas, contribuirán a recuperar parcialmente los valores estéticos y ecosistémicos del paisaje.

## VI.2 IMPACTOS RESIDUALES

Los impactos residuales suelen definirse como aquellos impactos que, pese a la aplicación de medidas de mitigación, no pueden ser eliminados en su totalidad debido a limitaciones propias del proyecto, incompatibilidad o limitaciones biológicas (SEMARNAT, 2002) y dependen fundamentalmente del tipo de proyecto y de las características del entorno.

En este caso, el Proyecto consiste en la implementación de trabajos de exploración minera (apertura de planillas de barrenación y obtención de testigo); estas actividades generarán impactos de baja intensidad en sus diferentes etapas, la mayoría de ellos pueden ser reparados y mitigados.

Debido a esto, para evaluar la posibilidad de generar impactos residuales derivados del Proyecto, se hizo –adicionalmente al análisis de impactos presentado en el capítulo V del presente documento- un ejercicio de identificación de impactos ambientales residuales, esta identificación es producto de un nuevo análisis de impactos potenciales

considerando un escenario de Proyecto en el cual las medidas de mitigación, planteadas en este mismo Capítulo VI, fueron aplicadas de manera eficaz.

La evaluación para identificar impactos residuales del Proyecto se concentró en los impactos significativos identificados, esto se debió a que los impactos identificados como no significativos se verán reducidos en su importancia y magnitud al aplicar las medidas correspondientes.

Como resultado de dicho análisis se obtuvo que, en un hipotético escenario en el cual las medidas de prevención, mitigación y compensación fueron aplicadas eficazmente, los impactos residuales del Proyecto se limitan a aquéllos que han sido calificados como permanentes, irreversibles y con poca o nula probabilidad de control; es decir, que:

- a. Se manifiestan permanentemente; y
- b. No existen medidas de mitigación factibles, efectivas o suficientes que permitan garantizar la integridad estructural y funcional del factor ambiental afectado.

Atendiendo a estos criterios, el número de impactos residuales del Proyecto se considera inexistente en cualquiera de sus componentes. Se indica esto tomando en cuenta la permanencia de los caminos, mismos que no constituyen una obra del Proyecto puesto que ya existen; de estos caminos y veredas, sólo serán utilizados aquellos cercanos para acceder a los sitios de interés para barrenación, zanjeo y toma de muestras.

## **VI.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL**

Para garantizar que las actividades del Proyecto realicen con el mayor cuidado y se prevengan o minimicen sus impactos, las actividades que lo componen se llevarán a cabo bajo la supervisión establecida por los objetivos de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

Es preciso indicar que Minera Peñasquito ya cuenta con un PVA en aplicación para sus actividades en la llamada Unidad Minera Peñasquito (UMP); también es necesario señalar que, por las características del Proyecto (sobre todo la distancia), las tareas de vigilancia ambiental se verán restringidas a las de posible aplicación.

El PVA de la unidad minera integrará, en la medida de lo posible, las áreas de Proyecto a sus esquemas de vigilancia y valoración.

Los objetivos del PVA se indican a continuación.

## **OBJETIVO GENERAL**

Dar seguimiento a las acciones relacionadas con el Proyecto en materia de gestión ambiental para monitorear y verificar la efectividad de las medidas preventivas, de control y de mitigación, diseñadas para cada una de las etapas y fases de desarrollo del Proyecto.

También se pretende el Identificar con oportunidad la ocurrencia de cualquier cambio ambiental adverso y reconocer sus causas, así como proponer las medidas y acciones correctivas para su mitigación.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- 1) Garantizar el cumplimiento de todos los elementos normativos relacionados con el seguimiento, en el caso que fuera autorizado, a la autorización de impacto ambiental correspondiente.
- 2) Detectar de forma oportuna aspectos críticos desde el punto de vista de impacto ambiental y establecer las medidas correctivas conducentes.
- 3) Establecer los lineamientos de coordinación entre las diferentes áreas involucradas en la realización del proyecto, con la finalidad de realizar un proyecto en el contexto normativo establecido en materia de medio ambiente.
- 4) Identificar las características de la línea base ambiental -condiciones previas al proyecto- en la zona de trabajo, estos aspectos refieren a:
  - Identificar las condiciones topográficas del área de afectación.
  - Condiciones y cobertura de la vegetación en el área del Proyecto y su zona de influencia.
  - Pasos o corredores de fauna que se desarrollen dentro del área, así como la interrelación que los mismos tengan hacia la zona de influencia del Proyecto y al sistema ambiental que los alberga.



- Identificar tendencias de afectación de los componentes del medio ambiente en el corto y mediano plazo.

5) Evaluar y mejorar el desempeño ambiental del Proyecto.

Para la implementación del Programa se tomará como punto de partida la autorización en materia de impacto ambiental respectiva, y se incorporan los elementos generales indicados y se retroalimentará y responsabilizará al área de medio ambiente con la que cuenta la empresa, que será la encargada de -como ya se mencionó- la integración de los lineamientos del PVA actual y que dará seguimiento e incorporará los elementos inherentes al seguimiento a los programas derivados ya establecidos.

## LÍNEAS DE ACCIÓN

La ejecución del PVA se organiza en cuatro líneas de acción:

- I. Calidad del agua (superficial y subterránea);
- II. Condiciones del suelo;
- III. Calidad del aire;
- IV. Monitoreo biológico (Diversidad y abundancia de flora y fauna, cobertura vegetal).

## MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Se orienta a evaluar la calidad del agua en el área del Proyecto y sus inmediaciones.

El propósito del monitoreo es verificar -periódica y sistemáticamente- los parámetros que determinan la calidad del recurso, a efecto de determinar si las actividades realizadas (en caso de ser aprobado el Proyecto) contribuyen con el aporte de contaminantes o sedimentos excesivos.

En caso de que durante la ejecución del Proyecto se observen desviaciones en la calidad del agua que indiquen la existencia de fuentes de contaminación atribuibles a las actividades, se identificará la fuente y se aplicarán las medidas correctivas que remedien la situación de forma expedita, de acuerdo con la naturaleza de la contaminación.

## MONITOREO DE SUELO

La implementación de un monitoreo del suelo se orienta a evaluar las condiciones del recurso edáfico en relación con su protección y la prevención de la erosión y la depositación de contaminantes en el suelo. Su desarrollo, a través de campañas prospectivas periódicas, aportará información base de referencia que permitirá establecer si las acciones de prevención son suficientes.

## MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

El objetivo de monitorear la calidad del aire consistirá en cuantificar técnicamente la concentración de partículas suspendidas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) y de gases de combustión en el perímetro del Proyecto.

Con su implementación se contará con información de referencia que permitirá determinar la efectividad de las medidas establecidas para prevenir y atenuar cualquier situación de contaminación del aire, como consecuencia del desarrollo de las actividades del Proyecto.

En el caso de que los resultados que se obtengan indiquen que las actividades causan niveles de contaminación o generación de gases potencialmente tóxicos que excedan los valores considerados como aceptables en el área de influencia, se adoptarán medidas correctivas pertinentes.

## MONITOREO BIOLÓGICO

El monitoreo biológico se enfocará en la evaluación de dos rubros:

1. Monitoreo de la reforestación.
2. Monitoreo de fauna silvestre.

Respecto a las prácticas de reforestación, en primera instancia, se debe considerar que la implementación de esa reforestación depende de que los resultados de la exploración indiquen que el sitio no es apto para desarrollar actividades de explotación y beneficio de minerales.

En caso de darse paso a la reforestación, se hace hincapié en que, al no darse el derribo de ejemplares arbóreos, no se realizará la reforestación con ejemplares de vivero, se pretende entonces dar paso a adecuar el terreno para que las condiciones sean aptas para dar paso al proceso de colonización por parte de especies herbáceas y arbustivas de la zona.

Respecto al monitoreo de fauna, este se realizará con el propósito de evaluar el estado de las poblaciones en el área de influencia del Proyecto, a través de estudios de campo periódicos que iniciarán con las actividades de rescate y continuarán durante el tiempo de desarrollo del Proyecto.

El objetivo de los estudios se orientará a la identificación de presencia y, de ser posible, comportamiento, de las especies de vertebrados terrestres en el SA. Los estudios de fauna se efectuarán mediante técnicas de muestreo directo e indirecto de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Los trabajos de campo serán realizados por especialistas con experiencia.

Los informes de los estudios incluirán el listado de las localidades o sitios de muestreo trabajados, observaciones particulares sobre las características ambientales de las áreas de estudio y el comportamiento de la fauna que pueda reconocerse.

Con los informes que se generen se prepararán evaluaciones con análisis comparativos de los indicadores ambientales seleccionados, entre períodos y con respecto a los valores registrados en la línea base ambiental.

## **PROCEDIMIENTOS DE ACCIÓN CUANDO SE REBASEN LOS VALORES PERMISIBLES O UMBRALES PARA CAMBIAR LA TENDENCIA**

En caso de que se las actividades de monitoreo detecten alguna anomalía en los niveles o valores permisibles de emisiones, partículas o contaminantes en el agua, se pondrán en marcha una serie de procedimientos cuyo objetivo es atender estas contingencias y evitar perjuicios al ambiente. De forma muy general los procedimientos se refieren a:

1. **Calidad del agua:** Identificar la fuente de la contaminación y remediar la situación de forma expedita de acuerdo con las características del foco de contaminación.
2. **Condiciones del suelo y su relación con la cobertura vegetal:** Detener cualquier actividad fuera de los frentes verificados de desarrollo.
3. **Partículas sólidas totales en el ambiente:** Confinamiento de la fuente de emisión, aspersión de agua en las fuentes generadoras de partículas sólidas totales, mantenimiento de barreras naturales.
4. **Gases en el ambiente:** Determinar la fuente de emisión y establecer la alternativa más viable para minimizar el problema.
5. **Afectación de especies:** Detener cualquier actividad, efectuar las acciones de rescate necesarias.

## VI.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

### VI.4.1 COMPROBACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES Y CONDICIONANTES

Las supervisiones para comprobar la aplicación de las medidas ambientales y condicionantes establecidas para el Proyecto se ajustarán en la medida de lo posible al cumplimiento de los objetivos, y particularidades del PVA ya operativo para la UMP y del cual se indicó un breve resumen en la sección VI.3.

#### VI.4.1.1 SEGUIMIENTO Y CONTROL DE IMPACTOS AMBIENTALES

El seguimiento y control de los impactos ambientales que han sido identificados como probables para el Proyecto se realizará con base en listas de chequeo que serán diseñadas y programadas para cada una de las etapas de éste, con base en el programa de trabajo y avances de las actividades.

El seguimiento de los efectos negativos se realizará al mismo tiempo que la supervisión de la aplicación de las medidas ambientales y condicionantes del Proyecto, registrando en bitácoras de campo cualquier dato e información que identifique, para cada uno de los impactos potenciales:

- a) Si se observa manifestación alguna del efecto.

- b) Momento de ocurrencia o manifestación.
- c) Localización o extensión del efecto.
- d) Duración o persistencia.
- e) Causas probables o actividades que dieron origen a la manifestación del impacto.
- f) Existencia de fenómenos naturales o causas externas al proyecto para la ocurrencia del impacto.

Las bitácoras se acompañarán con registro fotográfico de las manifestaciones de los impactos y de las condiciones en que se encuentra el factor ambiental afectado al momento de la supervisión.

### **VI.4.1.2 VERIFICACIÓN REGULAR DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE**

El seguimiento de la calidad ambiental se realizará a través del mencionado PVA.

Los resultados de la evaluación de los parámetros ambientales que serán analizados en cada apartado del PVA y su comparación con los valores normados, cuando existan, constituirán los indicadores de calidad ambiental que se emplearán en el seguimiento.

### **VI.4.1.3 CUMPLIMIENTO DE LOS ESTÁNDARES QUE ESTABLECE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL**

A través de las labores de supervisión y seguimiento, se deberá garantizar que el desarrollo del Proyecto y de las diferentes actividades que se realizarán -como parte de los programas y planes ambientales, de las medidas de prevención, mitigación y control, y de las condicionantes establecidas por la autoridad- cumplan con las especificaciones y límites establecidos por las normas mexicanas que le son aplicables, así como aquellas que sin ser vinculantes hayan sido establecidas como normas de referencia.

En caso de ocurrir incidencias ambientales, desviaciones de los estándares de calidad ambiental esperados o situaciones contingentes, el responsable ambiental preparará un

informe que describa la situación para ser informada, de modo que se determinen las medidas correctivas extraordinarias que se ameriten.

## VI.5 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

La evaluación del impacto ambiental es uno de los instrumentos de la política ambiental con aplicación específica e incidencia directa en las actividades productivas, que permite plantear opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.

Relacionado con lo anterior y con el propósito de impulsar el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental nacional, entre las que se encuentran los términos y condicionantes que se desprenden de una autorización en materia de impacto ambiental, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) indica en su artículo 21 que *la Federación, los Estados y el Distrito Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias, diseñarán, desarrollarán y aplicarán instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental...*

Para tal efecto, la legislación considera como instrumentos económicos a los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generan sus actividades económicas, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan al ambiente (LGEEPA: artículo 22).

Dentro de los diferentes tipos de instrumentos económicos que la misma LGEEPA menciona, los financieros se entienden como los créditos, fianzas, seguros de responsabilidad civil, fondos o fideicomisos, cuyos objetivos se encuentren dirigidos a la preservación, protección, restauración o aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el ambiente, o bien, al financiamiento de programas, proyectos, estudios e investigación científica y tecnológica para preservar el equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

Además, la propia LGEEPA establece la vinculación entre la aplicación de este tipo de instrumentos financieros y el procedimiento de evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo de competencia federal, al indicar la posibilidad de que la autoridad ambiental requiera al interesado el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones que establezca en la autorización respectiva, en los casos expresamente señalados en el reglamento correspondiente, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas (LGEEPA: artículo 35).

Sobre el particular, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA: artículo 51) precisa los casos en que se considerará que un proyecto puede producir daños graves a los ecosistemas:

- i. Cuando puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;
- ii. Cuando en los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;
- iii. Cuando los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y
- iv. Cuando las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.

Con base en lo anterior y en la experiencia previa (respecto a instrumentos de garantía que la Empresa ha integrado por requisito de la autoridad ambiental), se tiene en cuenta que el tipo, monto y mecanismo de adquisición propuestos, debe responder a los resultados de un estudio técnico-económico que presente la Empresa, atendiendo *al costo económico que implica el cumplimiento de las obras y actividades de los términos y condicionantes, así como el valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por su incumplimiento.*

Así, en primera instancia, para el cálculo de un monto de fianza apropiado, se tomará en cuenta que:

- a) En esta MIA-P se consigna la información necesaria para la caracterización y diagnóstico del SA en que se inserta el Proyecto, así como la evaluación de los impactos ambientales potenciales de cada etapa de desarrollo y un amplio catálogo de medidas de protección ambiental que la Empresa ha instrumentado con el propósito de prevenir, controlar y mitigar los efectos negativos de sus obras y actividades.
- b) Minera Peñasquito S.A. de C.V., a lo largo de la vida operativa de la unidad minera, ha incorporado una serie de medidas y acciones de gestión ambiental que permitirán realizar las operaciones pretendidas en concordancia con los estándares de sustentabilidad ambiental que establecen tanto la normatividad nacional como las mejores prácticas en el contexto internacional.
- c) Estas medidas satisfacen el objetivo de asegurar la prevención, control, mitigación y compensación de todo efecto negativo asociado con la preparación del sitio, construcción y operación. Además, la aptitud de las medidas y su observancia irrestricta por parte de Minera Peñasquito, constituyen una garantía para generar certidumbre de que durante el desarrollo del Proyecto:
  - i. Se evita la contaminación de los recursos hídricos de la zona,
  - ii. Se evita la contaminación del suelo y se mitigan los efectos sobre la calidad del aire por la emisión de partículas suspendidas.
  - iii. No se compromete la integridad de las poblaciones de flora y fauna silvestre locales, especialmente en el caso de especies endémicas y las que se encuentran en alguna categoría de protección por la normatividad ambiental.
  - iv. Se considera que las operaciones son seguras para la salud humana y el medio ambiente, ya que el Proyecto no pretende el uso de explosivos, sustancias peligrosas y se dará adecuado manejo a los residuos, evitando en todo momento la ocurrencia de incidentes riesgosos.

Además de estas consideraciones, para el cálculo apropiado de un monto de garantía (fianza), la Empresa tomará en cuenta la valoración de los impactos ambientales residuales identificados.



Finalmente, de ser necesario, también se podrán calcular los costos de reforestación y restauración. Dichos costos se calcularán con base a lo indicado en el **ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación**, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 31 de julio de 2014.

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES

El presente capítulo es el resultado del análisis de la implementación del **Proyecto Exploración Minera Santa Rosa**, considerando las acciones que pueden provocar impactos a cada uno de los elementos que conforman el medio.

Para la construcción del escenario se tomaron en cuenta, tanto los posibles impactos del Proyecto que han sido identificados y valorados en el Capítulo V, así como las medidas propuestas para su prevención y/o atenuación incluidas en el Capítulo VI del presente documento.

El propósito de bosquejar pronósticos del comportamiento ambiental de un sistema biofísico ante la inserción del Proyecto consiste en plasmar los escenarios futuros potenciales e identificar con precisión el conjunto de cambios y factores ambientales críticos que deben atenderse con previsión para lograr que las alteraciones estructurales y funcionales del ambiente sean mínimas y compatibles con el uso productivo pretendido.

La prospección realizada considera tres condiciones hipotéticas:

1. Si no se realiza el Proyecto.
2. Con el Proyecto, pero sin aplicar medidas de prevención y mitigación.
3. Con el Proyecto, aplicando medidas de mitigación.

En los dos últimos casos se tienen en cuenta los atributos de los impactos potenciales identificados y evaluados, así como el conocimiento y predicción respecto de la eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y control ambiental propuestas.

El objetivo del análisis es presentar una visión clara de lo que será el ambiente resultante por el desarrollo del Proyecto, tomando en cuenta los elementos adicionales con potencial para causar impactos ambientales.

## VII.1 ESCENARIO SIN PROYECTO

El escenario sin Proyecto establece la continuidad del estado basal de la zona, descrito en el Capítulo IV de esta MIA-P, cuya evolución dependerá básicamente de la tendencia de los procesos de cambio identificados en la zona de estudio.

Aunque se considera que dicha tendencia puede variar, se ha tenido cautela en su valoración ya que, al carecer de certidumbre sobre la ocurrencia de factores de cambio o elementos disruptivos del ambiente ajenos a la Empresa, no es posible vislumbrar escenarios potenciales exactos.

Como se mencionó anteriormente, se considera que la vegetación en el sitio de estudio pertenece a Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Pino-Encino y de Bosque de Pino. Por lo anterior se suponen dos escenarios generales:

1. La vegetación se desarrollará de forma natural llegando a un estado maduro, donde la integridad funcional del sistema y los servicios ambientales que brinda se mantienen como hasta ahora.
2. Los procesos de degradación -producto de la actividad humana- afectan la cobertura vegetal, alterando la integridad funcional del sistema y los servicios ambientales.

Considerando otros rubros o componentes ambientales, se puede indicar con mayor detalle, en caso de no implementarse el Proyecto, lo siguiente:

### AIRE

La calidad del aire en el área del Proyecto no excede los valores establecidos en la NOM-025-SSA1-2014 (valores tomados como referencia), que establece el límite máximo permisible de material particulado en el ambiente.

Sin considerar al Proyecto como una variable de cambio, se estima que la calidad del aire del área mantendrá la tendencia actual.

## RELIEVE

En el área del Proyecto presenta variaciones evidentes en el relieve. La cota altitudinal superior del predio se aproxima a los 2,860 msnm, mientras que la cota inferior está por arriba de los 2,400 msnm, lo que implica una variación altitudinal -considerando todo el polígono de Proyecto- cercana a 400 m.

En ausencia del Proyecto es poco probable que se presenten procesos de transformación natural en las unidades de paisaje. Debido al relativamente escaso régimen de lluvias extremas, si llegara a presentarse modificación topográfica influenciada por factores naturales, el proceso no será inmediato y su resultado será visible en una escala de tiempo mayor.

## SUELO

Actualmente se presentan áreas con erosión relacionada con aspectos de reducción de contenido de materia orgánica. Además, en la zona se tiene evidencia de efectos derivados de actividades de diversa índole, como agricultura y ganadería, cuyo efecto modificador del paisaje y generador de erosión es conocido, donde la cobertura vegetal ha sido eliminada.

De mantenerse las condiciones actuales del sitio, es previsible que los factores que propician procesos erosivos continúen, si bien no se aprecia que puedan acelerar la pérdida de suelo, tampoco se aprecian condiciones que detengan el proceso erosivo en la zona o que lo mitiguen. En cuanto a la calidad del suelo, no se identifican indicios de contaminación en el área y tampoco se prevé que la capacidad de infiltración actual en el sitio de interés y las zonas aledañas se vea afectada.

Sin el Proyecto como variable de cambio, se estima que los suelos en sitios adyacentes mantendrán su funcionalidad y tasa de cambio actual.

## AGUA SUPERFICIAL

Dentro del polígono de Proyecto los escurrimientos son temporales, se presentan únicamente durante el período estacional de lluvias, son de carácter intermitente y

amplitudes de cauces variables, que dependen de los volúmenes de lluvia precipitada. Dadas las texturas predominantemente de los suelos, estos escurrimientos desaparecen en lapsos relativamente cortos luego de concluir las lluvias. Por consiguiente, en la zona se presentan marcas de drenaje pobremente desarrollado.

Sin Proyecto, se mantendrán las condiciones de poca durabilidad de los escurrimientos de agua estacionales, por lo que se prevé que, de no realizarse el Proyecto, estas condiciones no cambiarán o lo harán de poca forma y magnitud.

## VEGETACIÓN Y FAUNA

En el área del Proyecto la cobertura vegetal corresponde a vegetación secundaria de bosque de pino, un estado sucesional que no llega a ser considerado como clímax. Respecto a la fauna, pese a que se observan ejemplares de varias especies, la presencia continua de seres humanos (por las actividades cercanas), los avistamientos de fauna son escasos.

Cabe destacar que, en el estudio realizado en el SA para el presente Proyecto, se registraron 52 especies de fauna (4 reptiles, 33 aves y 15 mamíferos), resulta importante destacar que estos resultados son producto de un muestreo intensivo llevado a cabo en el sitio.

Sin el Proyecto, las áreas con vegetación podrán ser modificadas de acuerdo con dos tendencias:

- De no establecerse un uso, es probable que se mantengan como un área sin ocupación aparente y que sustente vegetación natural; esto implica que no hay afectación a la diversidad de especies en el Sistema Ambiental.
- Uso por parte de los pobladores para otras actividades productivas, como uso forestal, pastoreo y agricultura de temporal, lo que conlleva un posible detrimento en la diversidad del área.

De darse el segundo caso, los factores de presión resultantes (camino y áreas de pastoreo) incidirán en la fragmentación del hábitat, ejerciendo así una presión sobre la integridad del ecosistema y la estructura de las comunidades actuales.

## PAISAJE

Por lo que se refiere a los aspectos de calidad y fragilidad del paisaje, la tendencia indica que, aún sin existir el Proyecto, por el grado de fragmentación que presentan los ecosistemas en todo el Sistema Ambiental y particularmente en el área donde pretende establecerse el Proyecto, en el largo plazo podría llegar a la “conversión” a bosque de pino (considerada como el tipo de vegetación primaria u original) no se instrumentan obras y actividades de restauración.

Se prevé que, debido al actual desarrollo de actividades humanas en la zona, los ecosistemas se fragmentarán cada vez más. Sin embargo, existen zonas de la sierra, que actualmente se consideran como áreas potenciales de conservación, ya que en esos sitios el proceso de deterioro es más gradual, la calidad del paisaje es mayor y la fragilidad o susceptibilidad al cambio es menor. Esto hace que las serranías conserven sus valores paisajísticos y sus recursos naturales por un período mucho más prolongado.

## ASPECTOS SOCIALES (BIENESTAR Y SOCIOECONÓMICO)

Respecto al ruido, visto como afectación a la calidad de vida o bienestar, la principal fuente la conforman los vehículos que transitan por la zona. Sin embargo, debido a que se trata de un área con bajo flujo vehicular, los niveles de ruido ambiente se consideran de bajos. Sin considerar al Proyecto como una variable de cambio, se estima que los niveles de ruido ambiente del área mantendrán la tendencia actual y se pueden considerar como tolerables.

Respecto al bienestar socioeconómico, de acuerdo con datos del INEGI, en el municipio de Mazapil el 54.40 % de la población ocupada se dedica principalmente a actividades del sector primario, mientras que el 21.26 % trabaja en el sector secundario y el restante 20.98 % a las actividades terciarias.

En este municipio, la agricultura es una actividad que no se considera relevante, ya que las parcelas existentes sólo son para cultivos de subsistencia. Los habitantes de la región siembran cultivos de temporal, principalmente maíz y frijol, y los cultivos de riego se

enfocan a árboles frutales y forrajes. Además, existen actividades de pastoreo de ganado que se realiza en los terrenos de uso común de los ejidos.

En años recientes, se ha observado que la calidad de vida de la población se va transformando hacia niveles de bienestar mayores. Esto es resultado de la realización de nuevas actividades económicas, así como por el desarrollo de nuevas capacidades para el empleo.

Actualmente, una de las principales minas en operación en el municipio de Mazapil es la UMP. El desarrollo de esta ha contribuido al crecimiento económico de la región, aportando una fuente de trabajo estable a mediano y largo plazo. Esta tendencia, sin el desarrollo del Proyecto (tomando en cuenta que lo impulsa la unidad minera a pesar de que su distancia con la UMP), podría disminuir debido a que las oportunidades de generación de empleo que trae el Proyecto no se concretarían, incidiendo directamente en los niveles de bienestar de la población.

La suma de todos los factores analizados generaría un escenario ambiental sin Proyecto en el que se vislumbra que continuarán los procesos de deterioro gradual de los recursos naturales. Desde el punto de vista socioeconómico, en un escenario sin Proyecto se estaría desaprovechando la oportunidad de continuar con el impulso del desarrollo regional y local, a través de la generación de empleos temporales y permanentes, el pago de impuestos, entre otros.

## VII.2 ESCENARIO CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

En este escenario –y considerando el análisis integrado de impactos- se puede enlistar los siguientes impactos negativos asociados al Proyecto:

1. Incremento en la concentración de Partículas Suspendidas.
2. Incremento en la Concentración de Gases Contaminantes.
3. Incremento en los niveles de ruido.

4. Emisión de vibraciones.
5. Generación de inestabilidad geológica (Alteración de la Topografía).
6. Disminución de propiedades físicas y químicas del suelo (Pérdida y contaminación; Disminución de la capacidad de infiltración).
7. Deterioro de la calidad del agua superficial (Sedimentación y contaminación).
8. Variación del flujo de agua superficial
9. Deterioro de la calidad del agua subterránea (Contaminación).
10. Disminución en la disponibilidad de agua y en la recarga.
11. Disminución de las especies de fauna en riesgo.
12. Deterioro del paisaje.
13. Influencia sobre aspectos socioeconómicos a nivel local.

Su evaluación fue hecha a partir de la magnitud y significancia de cada uno de ellos (tomando como base metodologías y resultados descritos en el Capítulo V de la presente MIA-P, pero sin tomar en cuenta para la magnitud el control de los efectos a partir de las medidas de mitigación. A continuación, se describe su evaluación:

## **VII.2.1 INCREMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS EN EL AIRE**

En una escala local y puntual, la calidad del aire en el área donde se situará el Proyecto se verá afectada negativamente como consecuencia del despalme (temporal) de las áreas donde se implementarán las planillas de barrenación, así como por la operación de maquinaria y el uso de los caminos; estas actividades son las de mayor relevancia en relación con la generación de emisiones de partículas. Su significancia –de forma local– se evalúa como moderada, debido a la extensión y duración del efecto.

El efecto será temporal y reversible de manera natural, incluso sin la aplicación de medidas de mitigación, toda vez que la localización de las actividades en una zona amplia



favorecerá la dispersión y atenuación de las concentraciones de partículas suspendidas. A nivel del Sistema Ambiental no serán perceptibles estas alteraciones en la calidad del aire.

## **VII.2.2 INCREMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE GASES CONTAMINANTES**

La generación y concentración de gases, resultante de la combustión en motores de los vehículos de transporte y maquinaria, podría manifestarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Los gases contaminantes que se emitan se dispersarán naturalmente por el emplazamiento del Proyecto en un espacio "abierto" y desaparecerán una vez que cesen las actividades que lo originan. Por lo anterior el impacto se considera de significancia moderada si no se establecen medidas de mitigación.

## **VII.2.3 INCREMENTO EN LOS NIVELES DE RUIDO DEL SITIO**

La generación de ruido representa uno de los impactos inherentes de las actividades del Proyecto. La ejecución ocasionará incremento en los niveles de emisión como consecuencia de la operación de maquinaria de barrenación y vehículos (para acarreo de insumos y materiales, así como el traslado de personal) a través de los caminos de acceso; y al igual que las emisiones de polvos, serían temporales y totalmente reversibles.

El incremento de los niveles de ruido se manifestará de manera intermitente a una escala puntual y local, pero no en el contexto regional; asimismo la perturbación ambiental asociada será reversible de manera natural y cesará completamente cuando concluya la vida útil del Proyecto.

## **VII.2.4 EMISIÓN DE VIBRACIONES.**

Las mismas actividades generadoras de ruido tienen implicaciones en la emisión de vibraciones; en este caso, la actividad más relevante en el impacto por su duración a lo largo de la vida útil del Proyecto- es el traslado de materiales y movimiento de vehículos

por los caminos de acceso. Esto le confiere una significancia moderada sin las acciones pertinentes de prevención y mitigación.

## VII.2.5 ALTERACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA NATURAL

La alteración de la topografía natural del terreno es uno de los impactos inherentes a las actividades de exploración mineral, particularmente para el Proyecto el impacto sobre la alteración topográfica se relaciona con el uso de los caminos de acceso y a la nivelación del terreno previo a la instalación de las planillas de barrenación; estas actividades no representarán un impacto altamente significativo en el relieve.

El efecto sobre el relieve será puntual en alcance, ya que el área total del Proyecto representa menos del 1 % de la superficie total del Sistema Ambiental, debe tomarse en cuenta que el Proyecto no contempla el derribo de vegetación arbórea ni la apertura de nuevos caminos, pero –debido al uso que dará a los existentes– valora esto como un impacto generado con una significancia, sin medidas de mitigación, moderada.

## VII.2.6 PÉRDIDA Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO

La significancia del efecto por la instalación del Proyecto en la pérdida de suelo (sin medidas de mitigación) se evalúa como alta. Esto porque en el sitio se ocuparía el terreno sin el cuidado al recurso o su resguardo para conservación y uso en actividades de restauración al final de la vida útil del Proyecto.

Al concluir la vida útil del Proyecto, la ausencia del componente edáfico repercutirá en el establecimiento de áreas denudadas que dificultarán el proceso de colonización por especies vegetales, condición que podrá acentuarse si los escurrimientos estacionales favorecen la ampliación de los focos de erosión, provocando una pérdida real de suelo orgánico y una evolución regresiva de la capacidad de regeneración del sistema natural.

Respecto a la contaminación, se sabe que existe el riesgo de contaminación del suelo por: (i) derrames o fugas de aceites, lubricantes y combustibles provenientes de maquinaria o vehículos en mal estado y (ii) manejo y disposición inadecuada de residuos. En el escenario de desarrollo del Proyecto sin considerar medidas de mitigación o remediación ante estos

eventos, se tendrá una contaminación -y pérdida de las características- del suelo del sitio y la imposibilidad de que, al cierre del Proyecto, se pueda propiciar la regeneración de la cubierta vegetal en el sitio. Estos factores hacen que la valoración del potencial de contaminación de suelo tenga una significancia alta.

## **VII.2.7 DISMINUCIÓN DEL COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN DEL TERRENO**

El despalme y nivelación (en las planillas de barrenación) tienen, en conjunto, un impacto negativo en la capacidad de infiltración del suelo. Se evalúa a este impacto con una significancia alta al disminuir la retención del agua superficial por pérdida de suelo, así como por el efecto de “sellamiento” de las áreas del terreno compactadas durante la barrenación.

## **VII.2.8 INCREMENTO EN LOS NIVELES DE SEDIMENTACIÓN Y CONTAMINACIÓN EN ESCURRIMIENTOS ESTACIONALES**

La exposición del terreno, como consecuencia del despalme, crea condiciones que favorecen el efecto erosivo de los escurrimientos, promoviendo el arrastre de sedimentos y acumulación de estos en el lecho de los cursos estacionales (que se presentan sólo en temporada de lluvia) de agua de la zona.

Adicionalmente -debido al potencial derrame accidental de combustibles y aceites si no se da mantenimiento a vehículos y maquinaria- se debe contemplar la posibilidad de que no sólo se den eventos de contaminación del agua superficial (escurrimientos estacionales) en las instalaciones del Proyecto, sino que también se podrían generar escenarios con riesgos de contaminación también en suelos y agua subterránea.

Por lo anterior se considera que estos impactos tienen una significancia alta si no se consideran acciones de prevención y mitigación al respecto.

## VII.2.9 MODIFICACIÓN DEL FLUJO DE AGUA SUPERFICIAL

La ocupación del terreno con las planillas de barrenación favorece condiciones que distorsionan los patrones naturales de escurrimiento superficial del sitio. Una de esas perturbaciones se relaciona con la modificación del flujo de los escurrimientos en la temporada de precipitaciones, incrementando el volumen de agua que fluye en el sitio por unidad de tiempo, con un efecto adverso en dos contextos:

- i. Se intensifica el efecto de la erosión hídrica del suelo; y
- ii. Se reduce el potencial de infiltración de la zona.

La magnitud del efecto se relaciona con la extensión de la superficie expuesta, el tiempo que permanece sin protección, la frecuencia e intensidad de las lluvias, el relieve de la zona y las previsiones de control que se adopten.

Por lo anterior -y sin tomar en cuenta acciones de prevención y mitigación- el impacto es considerado con una significancia alta.

## VII.2.10 CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Como en el caso del suelo y el agua superficial, en ausencia de medidas de prevención y control de la contaminación, la calidad del agua subterránea podría verse afectada en su calidad debido a:

- i. aporte accidental de aceites, lubricantes y combustibles en las áreas de trabajo; y
- ii. manejo y disposición incorrecta de residuos peligrosos.

En ausencia de medidas de prevención (aislamiento temporal en donde sea pertinente) se corre el riesgo de que –en caso de derrames- la infiltración ocasione riesgo de contaminación del agua subterránea por lo que este impacto tiene una magnitud moderada.

## **VII.2.11 DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE RECARGA DEL AGUA SUBTERRÁNEA**

El posible desmonte, despalme, nivelación y efecto de “sellamiento” temporal, que implica la preparación del sitio de Proyecto, tienen en conjunto un impacto negativo en la capacidad de recarga del agua subterránea, al disminuir la retención del agua superficial por pérdida de propiedades físicas del suelo. Por ello, sin acciones de prevención y mitigación, este impacto es considerado de significancia alta.

## **VII.2.12 DISMINUCIÓN DE LA ABUNDANCIA DE LAS POBLACIONES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE EN EL SITIO**

Respecto a las afectaciones de la flora y fauna locales, la implementación del Proyecto aun sin medidas de mitigación no representa una alteración mayor a las condiciones existentes en la actualidad<sup>32</sup>.

En general, todas las actividades del Proyecto que involucran la ocupación del terreno, la generación de ruido y el movimiento frecuente de vehículos y maquinaria, generarán un efecto negativo en la presencia de especies de flora y fauna silvestre; principalmente en el caso de la fauna, esto se considera equivalente a la disminución de la abundancia de las poblaciones actualmente presentes.

La pérdida de hábitat, ocasionada por la ocupación de áreas para establecer las planillas de barrenación, generará el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas del área de estudio; ello significará una disminución de la abundancia de las poblaciones a escala puntual, pero sólo una redistribución en escala regional.

Ello no significa que el desarrollo del Proyecto ponga en riesgo la integridad de las poblaciones en el contexto regional. Por lo anterior se evalúa el impacto de significancia moderada.

---

<sup>32</sup> En principio se considera así debido a que el sitio de Proyecto coincide con áreas afectadas por otro tipo de actividades (forestales, agricultura y pastoreo de ganado), por lo que ya se observa afectación a la cobertura vegetal y las condiciones para la fauna silvestre no son las más adecuadas.

Respecto de la diversidad de especies se considera que el desarrollo del Proyecto sin previsiones de protección promoverá el desplazamiento de las aves y, eventualmente, la mortalidad incidental de otras especies –como reptiles de lento desplazamiento- que se encuentren en las áreas de trabajo, pero no afectaría la representatividad de las especies ni la integridad de las poblaciones en el contexto regional.

### **VII.2.14 PÉRDIDA DE HÁBITAT Y CORREDORES BIOLÓGICOS**

La apertura de las planillas de barrenación, así como el uso continuo de los caminos y veredas existentes constituyen actividades asociadas con la pérdida de hábitat y la fragmentación de corredores biológicos. En el caso particular, tal efecto será puntual, temporal y de significancia moderada toda vez que la ubicación del Proyecto no supone una alteración significativa a los corredores al hábitat conservado fuera del área de interés.

### **VII.2.15 DETERIORO DE LA CALIDAD Y ARMONÍA DEL PAISAJE.**

Las actividades del Proyecto podrán tener incidencia en la modificación de los atributos estructurales del paisaje; especialmente por la presencia de maquinaria de barrenación, que se manifestarán en el corto plazo como un deterioro de la armonía y calidad visual.

La persistencia del efecto se valora como temporal, en tanto dure la vida útil del Proyecto. La significancia baja del impacto se relaciona fundamentalmente con la extensión reducida del Proyecto, por lo que no supone una mayor afectación al paisaje existente.

### **VII.2.16 BIENESTAR Y ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**

En lo que respecta al ruido generado por las actividades del Proyecto; su ejecución ocasionará el incremento en los niveles de emisión sonora, como consecuencia de la operación de maquinaria; al igual que las emisiones de polvos, incluso sin medidas de mitigación estos impactos serían temporales y totalmente reversibles. Dada su persistencia, el impacto es calificado con significancia moderada.

En cuanto al aspecto económico, se entiende que el Proyecto generará empleos temporales para los habitantes de las localidades aledañas, lo cual implicará un incremento en su capacidad adquisitiva y, por tanto, una mejora en la calidad de vida traducida en mejor vivienda, salud y educación.

## VII.3 ESCENARIO DE PROYECTO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El escenario ambiental del Proyecto, considerando la aplicación de las medidas recomendadas en el Capítulo VI de este estudio, supone el restablecimiento paulatino de los factores ambientales alterados, de manera que sus atributos podrán regresar a un estado de función y estructura parcialmente comparable a los encontrados en el escenario sin Proyecto.

En este escenario se presentan los mismos impactos negativos descritos en el apartado VII.2; sin embargo, las acciones de prevención y mitigación hacen que para los siguientes impactos su significancia pase de alta a moderada:

- a) Pérdida y contaminación del suelo,
- b) Disminución del coeficiente de infiltración del terreno,
- c) Incremento en los niveles de sedimentación y contaminación en escurrimientos,
- d) Incremento del flujo de agua superficial,
- e) Contaminación del agua subterránea,
- f) Disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea.

Mientras que los siguientes impactos serán compatibles o de baja magnitud:

- g) Incremento en la concentración de partículas suspendidas en el aire,
- h) Incremento en la concentración de gases contaminantes,
- i) Incremento en los niveles de ruido del sitio
- j) Emisión de vibraciones,

- k) Alteración de la topografía natural del terreno
- l) Disminución de la abundancia de las poblaciones de fauna silvestre,
- m) Pérdida de hábitat y corredores biológicos y
- n) Deterioro de la calidad y armonía del paisaje.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta que, aún con la aplicación pertinente de las medidas de mitigación propuestas, la recuperación de funcionalidad y estructura puede ser, en el mejor de los escenarios, un proceso de mediano a largo plazo y de gran complejidad.

## VII.4 MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Una vez terminadas las actividades de exploración, la Empresa considera en caso de que no se identifiquen o confirmen recursos, rehabilitar el área, en caso contrario normalmente se continúan con actividades adicionales de exploración, y en un momento dado hasta la consolidación de un proyecto de explotación (beneficio de minerales).

En el escenario de la rehabilitación el objetivo es recuperar de alguna manera los servicios ambientales que hayan sido afectados. El Proyecto se considera de baja magnitud, pero su importancia radica en la apertura de nuevas oportunidades de inversión en un contexto favorable desde el punto de vista social y económico. Las medidas de prevención y mitigación que se describieron anteriormente y en el capítulo VI de la presente MIA-P se reflejan en tres impactos compatibles y 19 impactos positivos.

### **Impactos compatibles:**

1. Bajos niveles de Contaminación del suelo.
2. Prevención de la contaminación del agua subterránea.
3. Potencial incremento en la generación de gases que implican riesgos a la salud.

### **Impactos positivos:**

1. Control y mitigación de la emisión y dispersión de partículas suspendidas en el aire.
2. Control de la emisión de gases contaminantes.



3. Control y mitigación de la emisión de ruido.
4. Control y mitigación de la inestabilidad geofísica del terreno.
5. Conservación del suelo.
6. Control y mitigación de la disminución del coeficiente de infiltración del terreno.
7. Prevención de la contaminación del suelo.
8. Mitigación del incremento del flujo de agua superficial.
9. Mitigación de la disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea.
10. Conservación de la diversidad de flora silvestre.
11. Restauración de la cobertura vegetal.
12. Conservación de especies vegetales en riesgo.
13. Conservación de la abundancia y diversidad de las poblaciones de fauna silvestre.
14. Conservación de especies de fauna silvestre en riesgo.
15. Prevención de riesgos a la salud de trabajadores y de las comunidades próximas.
16. Contribución a la calidad de vida de los habitantes de las comunidades próximas.
17. Creación de empleos.
18. Incremento de la productividad local y regional.
19. Restitución de la calidad y armonía visual del paisaje.

## VII.5 COMPARATIVO DE ESCENARIOS

A continuación, se presenta, en la Tabla VII.1, una descripción de los escenarios comparados para el Proyecto. De acuerdo con estos escenarios, y con base en la experiencia, se eligieron diversos atributos que permitirán apreciar cambios en las condiciones actuales y futuras de la zona de estudio, generados durante la implementación del Proyecto.

**Tabla VII.1. Comparación de escenarios posibles en el área del Proyecto.**

ESCENARIO SIN PROYECTO	ESCENARIO CON PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO CON PROYECTO CON MEDIDAS
<p><b>Aire</b></p> <p>La calidad del aire en el Sistema Ambiental (SA) definido para el Proyecto no presenta fuentes importantes de emisión de material particulado a la atmósfera. Los niveles de ruido ambiente son relativamente bajos. La principal fuente de emisiones de ruidos la conforman los vehículos que transitan por los caminos de terracería que inciden en la zona de estudio y el camino de acceso.</p>	<p>Incremento en la concentración de partículas suspendidas y de gases contaminantes en el aire, y de los niveles de ruido ambiente, como consecuencia de la operación de maquinaria y el uso frecuente de caminos.</p>	<p>Los impactos generados por el Proyecto serán mitigados a través de las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de suelo.</li> <li>• Recolonización vegeta al concluir las actividades del Proyecto.</li> <li>• Implementación de un Programa de monitoreo ambiental.</li> </ul>
<p><b>Relieve</b></p> <p>Relieve altamente variable y variación altitudinal de 200 a 400 m, con la cota superior próxima a los 2,800 m y una cota inferior de 2,400 m. Es posible que se presenten procesos de transformación natural en las unidades de paisaje, como consecuencia de la ocurrencia de eventos climáticos extremos; sin embargo, estos procesos no son inmediatos y su resultado es visible en una escala de tiempo mayor.</p>	<p>Alteración de la topografía natural del terreno, como consecuencia de la compactación y nivelación del terreno.</p>	<p>Se tiene planeada la renivelación de todas las áreas ocupadas por el Proyecto cuyas condiciones lo permitan, esto incluye la descompactación del terreno y la restitución de la pendiente original.</p>
<p><b>Suelo</b></p> <p>El suelo presente es de tipo Rendzina, con áreas con erosión química o pérdida de materia orgánica de baja magnitud. No existe evidencia de contaminación de suelo.</p>	<p>Pérdida de suelo como efecto del despalme en planillas y la rehabilitación de caminos. Riesgo de contaminación del suelo por el aporte de los distintos tipos de residuos, potencial de derrames de aceite y combustible de la maquinaria y vehículos.</p>	<p>Los impactos generados por el Proyecto serán prevenidos o mitigados a través de las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilización física de los caminos.</li> <li>• Construcción de obras de control de escurrimientos en caso de ser necesarias</li> <li>• Recuperación temporal de suelo.</li> <li>• Almacenamiento adecuado de residuos, incluyendo los catalogados como peligrosos.</li> <li>• Plan interno de manejo y disposición de los distintos tipos de residuos.</li> <li>• Revegetación (por procesos naturales no intervenidos, es decir, recolonización vegetal)</li> </ul>
<p><b>Agua superficial</b></p> <p>No existen arroyos superficiales permanentes en las inmediaciones del Proyecto. Estas condiciones no cambiarán o lo harán de poca forma y magnitud.</p>	<p>Aumento de los sedimentos en escurrimientos como consecuencia de la exposición de terreno. Cambio en los patrones naturales de escurrimiento superficial. Riesgo de contaminación del suelo por potencial de derrames de aceite y combustible de la maquinaria y vehículos.</p>	<p>Los impactos generados por el Proyecto serán prevenidos o mitigados a través de las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de suelo.</li> <li>• Evitar la obstrucción del cauce de los escurrimientos.</li> <li>• Trabajo de mantenimiento exclusivamente en los talleres designados (sitios adecuados para para la contención de derrames y trampas de grasas y aceites).</li> <li>• Recolonización vegetal</li> </ul>
<p><b>Agua subterránea</b></p> <p>La calidad del agua refleja condiciones naturales.</p>	<p>Riesgo de contaminación del agua subterránea a causa de derrames de combustibles y/o aceites de</p>	<p>Los impactos al agua subterránea serán prevenidos o mitigados a través de las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo de mantenimiento en los talleres designados.</li> </ul>

vehículos y maquinaria, así como líquidos provenientes de los distintos tipos de residuos. Disminución de la capacidad de recarga como consecuencia del despalme y nivelación, al disminuir la retención del agua superficial por pérdida de suelo, así como por el efecto de “sellamiento” de las áreas del terreno compactadas.

- Construcción de obras de control de escurrimientos siempre que sean necesarias.

#### Vegetación

En el área del Proyecto prevalece la Vegetación Secundaria arbustiva del bosque de Pino. De acuerdo con la tendencia actual de uso de suelo, es altamente probable que, en el SA, el incremento de las superficies destinadas a usos agrícolas reduzca progresivamente la cobertura vegetal, aunque no la diversidad de especies.

Disminución mínima de la cobertura vegetal y pérdida de superficie forestal de interés económico.

Los impactos generados por el Proyecto serán prevenidos o mitigados a través de las siguientes medidas:

- Colecta de germoplasma (siempre que se decida pasar a una etapa de explotación minera).
- Permitir recolonización vegetal.
- Programa de monitoreo ambiental.

#### Fauna

En el SA, la existencia de factores de presión como los caminos y áreas de manejo agrícola, representan un factor de disturbio que incide en la fragmentación del hábitat.

Es probable que estos elementos de disturbio continúen ejerciendo una presión sobre la integridad del ecosistema, sin que represente mayores cambios en la estructura de las comunidades actuales, siempre y cuando no se incorporen nuevas obras de infraestructura o usos del suelo en su proximidad.

La implementación del Proyecto implica un riesgo de disminución de la abundancia de las poblaciones de fauna silvestre como consecuencia de todas las actividades que involucran ya que la ocupación del terreno, la generación de ruido y el movimiento frecuente de vehículos y maquinaria, generarán un efecto negativo en la presencia de fauna silvestre, que se considera equivalente a la disminución de la abundancia de las poblaciones actualmente presentes en el sitio.

Los impactos generados serán prevenidos o mitigados a través de las siguientes medidas:

- Ahuyentamiento, rescate y traslocación de fauna.
- Mantenimiento de vegetación natural en áreas sin uso.
- Capacitación de los trabajadores en la conservación de fauna silvestre.
- Permitir recolonización vegetal al cerrar actividad en la planilla.
- Programa de monitoreo ambiental.

#### Aspectos socioeconómicos

Las actividades económicas primarias no cambian de forma significativa debido a que la agricultura es de temporal. Las tendencias observadas en niveles de bienestar podrían disminuir teniendo un efecto negativo en la población local.

El Proyecto generará empleos de forma temporal para habitantes de localidades aledañas prioritariamente, lo cual implicará un incremento en su capacidad adquisitiva y, por tanto, una mejora en la calidad de vida (mejora en vivienda, salud y educación). Sin embargo, sin las medidas apropiadas, podría generarse un deterioro en la calidad de vida por cuanto las actividades primarias existentes (agricultura) no generan excedentes que redunden en mejoras sostenidas de las condiciones socioeconómicas existentes.

Con las medidas de tipo socioeconómicas que el Proyecto adoptará, se espera una mejora significativa en las condiciones de empleabilidad de las personas que trabajen en el Proyecto. Medidas tales como programas de capacitación en áreas específicas para el trabajo, apoyos específicos para la mejora de las condiciones de la vivienda, la salud y la educación, a través de alianzas estratégicas con instancias de gobierno estatal y federal, así como organizaciones de la sociedad civil.

## VII.5.1 VALORACIÓN DEL CAMBIO Y COMPARATIVO DE ESCENARIOS.

A partir del resultado de la presente evaluación y análisis es posible asegurar que, dadas las condiciones de la zona en cuanto a los factores de desarrollo económico, conservación, tendencias y deterioro del área de estudio, es factible llevar a cabo el proyecto, siempre y cuando se ejecuten acciones paralelas para evitar afectaciones innecesarias del ecosistema.

## VII.6 CONCLUSIONES

Minera Peñasquito promueve el Proyecto Exploración Minera Santa Rosa, que forma parte de diversas acciones que la empresa ha planificado en la zona para incrementar su conocimiento sobre los yacimientos minerales y la posibilidad de dar paso a un proyecto de beneficio de estos.

Este Proyecto ha sido integrado a partir del escenario económico y de desarrollo de las actividades productivas de la región -incluyendo la actividad minera existente- en concordancia con los elementos de infraestructura presentes que, en cuanto a accesibilidad y desarrollo, presentan viabilidad para ser instaurados. La evaluación realizada determinó que el balance para el desarrollo del Proyecto es positivo, considerando el siguiente contexto:

- Se presenta una ubicación relativamente favorable.
- La población no sufrirá aspectos adversos de carácter permanente o de larga duración.
- Existe certidumbre sobre el uso de la tierra.
- En el sitio no existen elementos históricos, arqueológicos y/o culturales que limiten el desarrollo del Proyecto.
- La Empresa promotora cuenta con sólidos antecedentes de gestión y apoyo en infraestructura.

Cabe recordar que, de acuerdo con la valoración de impactos y escenarios posibles (presentados en capítulos anteriores de este documento), con excepción de la afectación directa a los sitios de barrenación, así como el movimiento de vehículos en la zona de desarrollo, el Proyecto no generará perturbaciones negativas de significancia en los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del área, hecho que aunado a los impactos positivos del Proyecto y la implementación de medidas preventivas y de mitigación ambiental, le confieren una viabilidad ambiental aceptable en el marco de las regulaciones y normatividad nacional.

En particular, respecto a las especies animales existentes en la zona que requieren de una atención especial dada su categoría de protección, la empresa -no obstante que el efecto esperado en esta etapa es muy reducido sobre el componente- realizará una supervisión intensiva que evitará afectaciones innecesarias; esto es factible considerando que todos los organismos detectados se desarrollan de manera regional. La empresa coadyuvará a partir de la vigilancia que realiza por sus propias actividades y la concientización a que se limite en la zona de influencia, la colecta y caza que se presenta de manera tradicional en la zona.

Así, tomando en cuenta la propuesta de medidas de mitigación y que no se presentan elementos de vinculación normativa que limiten al Proyecto, se concluye que el **Proyecto Exploración Minera Santa Rosa** es viable desde el punto de vista social y económico, ambientalmente aceptable y congruente con las políticas ambientales y de desarrollo económico del país, estado y municipio.

## **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

La realización del presente estudio se hizo tomando en cuenta todos los aspectos indicados en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental para proyectos mineros, en modalidad particular, incorporando los elementos necesarios para dar congruencia y claridad al estudio.

En cada uno de los apartados presentados se describen todos los elementos metodológicos utilizados, especialmente en lo relativo a la caracterización del área de Proyecto y Sistema Ambiental donde se inserta, así como a la evaluación de impactos ambientales derivados del Proyecto.

Las metodologías utilizadas son de uso común en este tipo de trabajos y han demostrado su eficacia para la obtención de resultados útiles en la toma de decisiones.

Se detalla la bibliografía utilizada y se tuvo especial cuidado en incluir información veraz de fuentes formales y trabajo de campo metódico.

Integrados al documento, se presentan planos e imágenes elaborados específicamente para el Proyecto. El documento viene acompañado además de los siguientes Anexos:

### **ANEXO 1. DOCUMENTOS LEGALES**

En este anexo se incluyen copias de la documentación legal que acredita la naturaleza legal de la Empresa y de los elementos involucrados en la ejecución del Proyecto.

### **ANEXO 2. COORDENADAS DE REFERENCIA**

Listado del punto central de las 150 planillas de barrenación que se planifican.

## ANEXO 3. PLANOS GEO-REFERENCIADOS

Se elaboró un anexo cartográfico con la información temática de los aspectos físicos naturales, de vegetación, forestal y ecológico del Sistema Ambiental.

Los planos fueron elaborados con el auxilio del Software denominado Map Info y del programa de uso libre Quantum GIS, mediante los cuales se pudo generar cada capa o “shape” con las propiedades geográficas requeridas para los mapas, la referencia de coordenadas bajo la que se elaboró la cartografía fue WGS 84.

Los mapas contenidos en el Anexo son los siguientes:

1. Macrolocalización del Proyecto.
2. Microlocalización del Proyecto.
3. Definición del Sistema Ambiental.
4. Ubicación del Proyecto respecto a Áreas Naturales Protegidas (ANP).
5. Ubicación del Proyecto respecto a Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).
6. Ubicación del Proyecto respecto a Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).
7. Ubicación del Proyecto respecto a Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).
8. Tipos climáticos en el Sistema Ambiental y el Proyecto.
9. Tipos de suelo en el Sistema Ambiental y el Proyecto.
10. Uso de Suelo y Vegetación en el Sistema Ambiental y el Proyecto.

## ANEXO 4. FOTOGRÁFICO

Se presentan imágenes de las especies de fauna identificadas en el Área de Influencia del Proyecto.

## LITERATURA CONSULTADA

- **Alvarado F. Gustavo. 2003.** Diagnóstico Situacional de Salud. Mazapil, Zacatecas. Secretaría de Salud de Zacatecas. 19 p.
- **Álvarez, Ticul y F. De Lachica. 1991.** Zoogeografía de los vertebrados de México. SITESA-IPN, México, D.F., 65 p.
- **American Ornithologists' Union. 1983.** Checklist of North American Birds. 6th ed. Allen Press, Lawrence, 877 p.
- **Arita Watanabe, Takeshi. 2001.** Escalas y la diversidad de mamíferos en México. Proyecto P075, Convenio UNAM-CONABIO.
- **Behler, John L. 1979.** Field guide to North American reptiles and amphibians. National Audubon Society. Editado por Alfred A. Knopf, New York, U.S.A. 746 p.
- **Boan David D.** The Mineral Industry in Mexico. US Geological Survey, Mineral Information.
- **Bologna, G. 1978.** Simon and Schuster guide to birds of the world. Simon and Schuster, New York, 511 p.
- **Bravo-Hollis, Helia. 1978.** Las cactáceas de México. Tomo I, UNAM. México D.F. 744 p.
- **Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1989.** Las cactáceas de México. Tomos II y III. UNAM, México, D.F. 1048 p.
- **Bravo-Hollis, H. y L. Scheinvar. 1997.** El interesante mundo de las cactáceas. FCE-CONACYT, México, D.F. 145 p.
- **Campbell, J. y Lamar, W. W. 1989.** The Venomous Reptiles of Latin America. Cornell University Press. Ithaca and London.
- **Canter, Larry W. 1998.** Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto. 2ª edición. Mc Graw-Hill, Madrid, 841 p.
- **Carabias J., Arriaga V. y Cervantes V. 2007.** Las políticas publicadas de la restauración ambiental en México: limitantes, avances, rezagos y retos. Boletín de la Sociedad Botánica de México. Junio Año-Vol. Sup. Núm. 080. México. Pág. 85-100



- **Casas-Andreu, G. y G.J. McCoy. 1979.** Anfibios y reptiles de México. Ed. Limusa. México, D.F. 87p.
- **Casas-Andreu, G., G. Valenzuela-López y A. Ramírez Bautista. 1991.** Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles. Serie Cuadernos del Instituto de Biología-UNAM, No. 10, UNAM, 68 p.
- **Ceballos González, Gerardo y Carlos Galindo Leal. 1984.** Mamíferos silvestres de la cuenca de México. Ed. Limusa, México, D.F. pp 177-178.
- **Cogger, Harold G. 1999.** Reptiles and amphibians: the little guides. Fog City Press San Francisco, CA. U.S.A. 320 p.
- **Cohen F. E. J. 2003.** Guía de Árboles y Arbustos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. REMUCEAC, FID 1490, Gobierno de la Ciudad de México - Secretaría del Medio Ambiente.
- **Collins, H.H. 1959.** Harper and Row's complete field guide to North American wildlife, Eastern edition. Ed. Harper and Row, N.Y. 809 p.
- Comisión Chilena del Cobre, 2006. <http://www.cochilco.cl>
- **Comisión Nacional de las Zonas Áridas e Instituto Nacional de Ecología.** Nopal tunero. *Opuntia* spp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. 32 pp. ([www.eramx.org/asesoriaycapacitación/NopalTunero.pdf](http://www.eramx.org/asesoriaycapacitación/NopalTunero.pdf) )
- **Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.** <http://web.conanp.gob.mx>
- **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.** <http://www.conabio.gob.mx/>
- **Comisión Técnico-Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA).** 1974. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D. F. 133 p.
- **COMPENDIUM OF GUIDELINES FOR MINING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT (FINAL DRAFT April 2001).** Division for Sustainable Development and the United Nations Environment Programme (UNEP)
- **CONABIO, 1996.** Taller para la Identificación de Regiones Prioritarias Terrestres para la Conservación en México. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. México.

- **CONABIO, 1998.** La Diversidad Biológica de México. Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. México 341 p.
- **Conant, R. y J. T. Collins. 1995.** A field guide to reptiles and amphibians (from) Eastern and Central North America. Serie: The Peterson field guides No. 12. 3rd edition Ed. Houghton Mifflin Co. Boston, 450 p.
- **Conesa Fernández-Vítora, Vicente. 1995.** Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 390 p.
- **Consejo de Recursos Minerales. 1992.** Geological Mining Monograph of the State of Zacatecas; (CRM), 154pp.
- **Cooke J. A. y Johnson M. S. 2002.** Ecological restoration of land with particular reference to the mining of metals and industrial minerals: a review of theory and practice. Environ. Rev. 10: 41-71. Canadá.
- **Cotler H., G. Bocco y A. Velázquez. 2005.** El análisis del paisaje como base para la restauración ecológica. En: Sánchez O., E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara (eds.). Temas sobre restauración ecológica. Instituto Nacional de Ecología (INESEMARNAT). México. Págs. 135-145
- **De la Riva Hernández, Wilfredo. 1989.** La mastofauna de Aguascalientes (zona semiárida). Universidad Autónoma de Aguascalientes. 52 p.
- **Eastman, J.; Toledano, J.; Kyen, P. 1993b.** "An Algorithm for Multi-Objective Land Allocation Using GIS". Proceeding. International. Workshop on GIS. August 19-22. Beijing: Chinese Academy of Science. Pág. 261-270.
- **Eba Engineering Consultants Ltd.** Heavy Metals and Acid Rock Drainage: A Select Literature Review of Remediation and Recommendations for Applied Research. April 2004.
- **EGEOCISA. 1980.** Prospección y Levantamientos Geológicos y Geofísicos en el Estado de Zacatecas, "Zona de Guadalupe Garceron". Contrato No. GZA-79-57-ED. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 56 p.
- **Ehrlich, P., D. S. Dobkin, and D. Wheye. 1988.** The birder's handbook. Simon and Schuster, New York, 785 p.
- **Environment Protection Agency. 1995.** Rehabilitation and Revegetation. Australia. Best practice environmental management in mining.

- **Escalante Patricia, Andrés M. Sada y Javier Robles Gil. 1997.** Listado de Nombres comunes de las Aves de México. Museo De Las Aves De México, Saltillo, Coahuila.
- **Espinoza Guillermo, 2001.** Fundamentos de Evaluación de Impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo. Santiago de Chile.
- **Fitch, H. S. 1970.** Reproductive Cycles in Lizards and Snakes. Univ. of Kansas Mus. Nat. Hist. Mis. Pub. 52. Kansas, USA.
- **Flores Villela, Oscar A., Fernando Mendoza Quijano, Gracia González Porter. 1995.** Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. Publicación especial del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. Vol. 10: 1-285.
- **Fonseca F. Carlos. 1980.** Reconocimiento Geológico en el Valle de Mazapil, Municipios de Mazapil y Concepción del Oro, en el Estado de Zacatecas. Consejo de Recursos Minerales, Archivo Técnico 320223.
- **Foster, Albert B. 1990.** Métodos aprobados en la conservación de suelos. Ed. Trillas, México, 411 p.
- **Franco López, J. et al. 1989.** Manual de Ecología. 2ª edición. Trillas. México D. F., 266 p.
- **García R. A. y J. Muñoz. 2002.** El paisaje en el ámbito de la Geografía III.2. Instituto de Geografía, UNAM.
- **García-Sánchez, R. y A. Monroy-Alta. 2005.** Micrositios del Pasto Navajita (*Bouteloua gracilis*) en comunidades de pastizal y de matorral del Altiplano Mexicano. Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas. 8(2): 61-70
- **Garibello P. 2003.** Restauración de ecosistemas a partir del manejo de la vegetación. Ministerio de Ambiente y Desarrollo territorial. Bogotá. 96 p.
- Gobierno del Estado de Zacatecas; <http://www.zacatecas.gob.mx>
- **Gobierno Estatal de Zacatecas. 2010.** Plan Estatal de Desarrollo 2010-2016. Gobierno del Estado de Zacatecas. Zacatecas, Zac. 130 p.

- **Gómez Orea, Domingo. 2003.** Evaluación de impacto ambiental: Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 749 p.
- **González Arroyo Antonio y Salas Vázquez Guadalupe. 1996.** Estudio Geológico Integral a Semidetalle de la Asignación Minera Santa Isabel, Municipio de Mazapil, Estado de Zacatecas. Consejo de Recursos Minerales, Archivo Técnico 320559.
- **IMSS-PRONARE/SEMARNAP. 1998.** Manual de capacitación sobre técnicas de reforestación. México, D. F.30 p.
- **INEGI, 1995.** Catálogo de herbario INEGI. Tomos I, II y III. Ed. INEGI, Aguascalientes, Ags., Méx.
- **INEGI. 2000.** Instituto Nacional de Economía, Geografía e Informática. <http://www.inegi.gob.mx>
- **INEGI. 2005.** <http://www.inegi.gob.mx>
- **Instituto de Ecología de Guanajuato. 1998.** Norma técnica Ecológica para bancos de material. Gobierno de Guanajuato, México, 24 p.
- **Instituto Nacional de Ecología;** <http://www.ine.gob.mx>
- **Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2004.** Anuario Estadístico del Estado de Zacatecas. INEGI, México, 502 pp.
- **Jacob, J. S., Williams, S. R. y Reynolds, R. P. 1987.** Reproductive Activity of Male *Crotalus atrox* and *C. scutulatus* (Reptilia: Viperidae) in Northeastern Chihuahua, México.
- The Southwestern Naturalist. 32 (2): 273-276.
- **Jiménez C., Huante P. y Rincón E. 2006.** Restauración de minas superficiales en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México. 84 p.
- **Jiménez II and Mariano G. Jiménez. 1999-2002.** Última Revisión: 20 de marzo 2002. Número de Publicación: A.30
- **Johnson M. S., Cooke J. A. y Stevenson K. W.** Revegetation of metalliferous wastes and land after metal mining. 47 p.

- **Knudsen, Jens W. 1972.** Collecting and preserving plants and animals. Harper and Row, Publishers, N.Y. 312 p.
- **Kostoglodov V. y Pacheco J.F. 1999.** Cien años de sismicidad en México. Geofísica UNAM.
- **Krebs, CH. J. 1985.** Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. 2ª edición, Ed. Harla. México, D.F. 753 p.
- **Lemos-Espinal, J., Auth, D. L., Chiszar, D. y Smith, H. M. 2002.** Masticophis flagellum testaceus. Geographic Distribution. Herpetological Review. 33 (1): 68-69.
- **Lemos-Espinal, J., Auth, D. L., Chiszar, D. y Smith, H. M. 2002.** Snakes from Chihuahua, Mexico. Bulletin Chicago Herpetological Society. 37 (3): 51-55.
- **Leopold (1959).** Fauna Silvestre de México. INIREB. México, D.F.
- **Llorente, B.J. 1990.** Manual de recolección y preparación de animales. Facultad de Ciencias, UNAM. 270 pp.
- **López B. R. y J. Cervantes. 2002.** Unidades del Paisaje para el desarrollo sustentable y manejo de los Recursos Naturales. Cultura Estadística y Geográfica Núm. 20
- **Lot. A. Y F. Chiang C. (Comp). 1986.** Manual de herbario. Consejo Nacional de la Flora de México. A.C. México D. F. 142 p.
- **MacMahon, James A. 1997.** Deserts. National Audubon Society Nature Guides, California, 638 p.
- **McPeak, R. H. 2000.** Amphibians and Reptiles of Baja California. Sea Challengers Publications. (4). USA.
- **Márquez-Huitzil R. 2005.** Planificación para la restauración asociada con el aprovechamiento de los recursos naturales. En: Sánchez O., E. Peters, R. Márquez-Huitzil,
- **Márquez-Huitzil R. 2005.** Fundamentos teóricos y convenciones para la restauración ecológica: aplicación de conceptos y teorías a la resolución de problemas en restauración.

- **Martínez P. Francisco, González L. H. D. 1999.** Estudio Técnico Justificativo para el Aprovechamiento de Recursos Forestales No Maderables en el Ejido Mazapil, Municipio de Mazapil, Estado de Zacatecas. Zacatecas, Zac. 144 p.
- **Martínez-Romero F. 2007.** Monografía del Nopal Tunero. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. 24 p.
- **Matson, J.O. y R.H. Baker. 1986.** Mammals of Zacatecas. Ed. Texas Tech Press at Lubbock, U.S.A., 88 p.
- **Miranda F. y E. Hernández X. 1963.** Los tipos de Vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28: 29-178
- **Murie, O. J. 1974.** A field guide to animal tracks. 2nd edition. Houghton Mifflin, Boston, 375 p.
- **Murrillo, Gloria. 2004.** Estudio de Flora y Fauna. Mazapil, Zac. Servicios Ambientales. Zacatecas. 141 p.
- **Nessmann, J.D. 1990.** Plantas crasas y cactus. Susaeta Ediciones. Madrid, España, 152 p.
- **New York State Department of Environmental Conservation.** Assessing and Mitigating Noise Impacts. Febrero 2001.
- **NOM-059-SEMARNAT-2001.** 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.
- **Noriega Treviño, Fermín Ca. 1997.** Técnicas de rehabilitación de zonas degradadas. Industrial Minera México, México, 39 p.
- **Parrotta, J. A. 1991.** Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
- **Peterson, R.T y E.L. Chaliff. 1989.** Aves de México: guía de campo. Ed. Diana, México, D. F. 473 p.
- **Ramírez Bautista, Aurelio. 1994.** Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Serie Cuadernos del Instituto de Biología 23, UNAM, México, D.F. 127pp.

- **Rangel M., Miguel. 2004.** Estudio regional de evaluación hidrogeológica del acuífero Cedros, en el Municipio de Mazapil, en el Estado de Zacatecas. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. 136 p.
- **Ransom, J.H. 1981.** Harper and Row's complete field guide to North American wildlife: western edition. Ed. Harper and Row, N.Y. 809 p.
- **Reyes-Agüero J. A., Aguirre-Rivera J. R. y Peña-Valdivia C. B. 2000.** Biología y aprovechamiento de Agave lechuguilla Torrey. Bol. Soc. Bot. México 67: 75-88 Etnobiología
- **Reyes Santiago, J. 1997.** Cultivo y propagación de plantas de ornato. En: Suculentas mexicanas: cactáceas. CVS Publicaciones, México, D. F. 180 p.
- **Rhía, J. y O. Subik. 1991.** Enciclopedia de los cactus: cactus y otras suculentas. Susaeta Ediciones, Madrid, España, 351 p.
- **Ríos, Evelyn; Sergio Ticul Álvarez-Castañeda.** Mamíferos de la Reserva del Valle de Los Cirios, Baja California, México. Acta Zool. Méx. (n.s.) 86: 51-85 (2002). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., La Paz, Baja California Sur, México.
- **Rzedowski, J. 1986.** Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D. F., 432 p.
- **Salamanca B. y G. Camargo. 1996.** Protocolo Nacional de Restauración de Ecosistemas Colombianos. Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales (IDEAM).
- **Searforss, Glenn. 1995.** Skulls and bones: a guide to the skeletal and behavior of North American mammals. Stackpole Books, Mechanicsburg, PA. U.S.A. 277 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, <http://www.sagarpa.gob.mx/>
- **Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1977.** Rata de campo: manual de operación. [SARH], México, D. F. 142 p.
- **Secretaría de Economía. 2002.** Programa Nacional de Desarrollo Minero 2002-2006, Secretaria de Economía, México, 118 pp.
- **Secretaría de desarrollo de Zacatecas (SEDEZAC). 2003.** Diagnóstico Integral Sobre la Minería, Estado de Zacatecas (Carta interactiva de Consulta)

- **Secretaría de Desarrollo de Zacatecas (SEDEZAC), 2004.** Indicadores Económicos del Estado de Zacatecas. Septiembre 1998-enero de 2004.
- **Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2004,** <http://www.sedesol.gob.mx/>
- **Secretaría de Economía, 2006.** Información sobre el sector minero. <http://www.se.gob.mx/>
- **Secretaría de Gobernación. 2001.** Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastre en México. CENAPRED, 202 p.
- **SEDUE. 1986.** Lineamientos para el establecimiento de un programa de dasonomía urbana “plantaciones urbanas”. SEDUE. México, D.F. 58 p.
- **SEMARNAP. 1997.** Calendario cinegético temporada 1997-1998. Ed. SEMARNAP, México, D.F. 128pp.
- **SEMARNAT. 1999.** Evaluaciones de impacto ambiental, proyectos de inversión y conflictos en México.
- **Sengupta, M.** Environmental Impacts of Mining. CRC Press. Marzo, 1993.
- **Smith, H.M. y D.M. Dennis. 1982.** Reptiles of North America: a guide to field identification. Golden Press. Racine, Wisconsin, 240 p.
- **Smith, H. M. y Taylor, E. H. 1966.** Herpetology of México. Annotated Checklist and Keys to the Amphibians and Reptiles. Maryland, USA.
- **Soberón, Francisco y Gracia González Porter. 1999.** Taller sobre manejo y aprovechamiento de herpetofauna en zonas áridas: las víboras de cascabel en Zacatecas [memorias]. SEMARNAT-PROFEPA. Fresnillo, Zacatecas, 31 p.
- **Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de Trabajo sobre Ciencia y Políticas. 2004.** Principios de SER International sobre la restauración ecológica. [www.ser.org](http://www.ser.org) y Tucson: Society for Ecological Restoration International. 15 p.
- **Sosa M., Galarza J. L., Lebgue T., Soto R. y Puga S. 2006.** Clasificación de las comunidades vegetales en la región árida del estado de Chihuahua México. Ecología Aplicada Vol. 5. Núm. 002. Año XII. Lima, Perú. Pág. 53-59
- **Stebbins, R.C. 1966.** A field guide to western reptiles and amphibians. Ed. Houghton Mifflin Co. Boston, 279 p.



- **Suárez D. J.** Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales: Vegetación y Bioingeniería. Cap. 8. Pág. 275-302
- **Switak, Karl H. 1984.** The life of desert reptiles and amphibians. Ed. Por el Autor, San Francisco, CA. U.S.A. 31 p.
- **Torres Rojo, J. M y Guevara Sanginés, A. 2002.** El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Gaceta del Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. Núm. 63. 83 p.
- **Vázquez Díaz, J. Y G. Quintero Díaz. 1997.** Anfibios y reptiles de Aguascalientes. Gobierno del Estado de Aguascalientes, 144 p.
- **Velasco Said A. y R. Nava Nava. 1988.** Ratas y ratones domésticos: métodos y alternativas para su control. Limusa, México. 238 p.
- **Vega E., G. Portales, M. Valdez y D. Azuara** (eds.). Temas sobre restauración ecológica. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México. Págs. 169-179. En: Sánchez O., E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara (eds.). Temas sobre restauración ecológica. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México. Págs. 159-168
- **Webb, R.G. y Axtell, R.W. 1994.** The type locality of *Sceloporus torquatus* minor Cope. Southwestern Naturalist 39 (1): p. 40-44. Werler, J. E. y Dixon, J. R. 2000. Texas Snakes Identification, Distribution, and Natural History. University of Texas Press. USA.
- **Zim, H.S. y Smith, H.M. 1987.** Reptiles and amphibians. Golden Press N.Y., 160 p.