

ÍNDICE

ÍNDICE	I
INTRODUCCIÓN.....	5
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	10
I.1 Proyecto.....	10
I.1.1 Nombre del proyecto	10
I.1.2 Ubicación del proyecto	10
I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto.....	11
I.1.4 Presentación de la documentación legal	11
I.2 Promovente.....	12
I.2.1 Nombre o razón social.....	12
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.....	12
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.....	13
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.....	13
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.....	13
I.3.1 Nombre o razón social.....	13
I.3.2 Registro federal de contribuyentes	14
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio	14
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.....	15
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	16
II.1 Información general del proyecto.....	16
II.1.1 Naturaleza del proyecto.....	16
II.1.2 Selección del sitio.....	17
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización	17
II.1.4 Inversión requerida	18
II.1.5 Dimensiones del proyecto	19
II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.....	21
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	22
II.2 Características particulares del proyecto	22
II.2.1 Programa general de trabajo	22
II.2.2 Preparación del sitio	23

II.2.3	Etapa de construcción	28
II.2.4	Etapa de operación y mantenimiento	32
II.2.5	Etapa de cierre y abandono del sitio.....	38
II.2.6	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	38
II.2.7	Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.....	40
II.2.8	Otras fuentes de daños	41
III.	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO	42
III.1	Información sectorial.....	42
III.2	Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región	45
III.2.1	Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018	45
III.2.2	Plan Estatal de Desarrollo 2010-2016 del Estado de Zacatecas (PED)	46
III.2.3	Plan de Desarrollo Municipal de Mazapil 2013-2016 (PDM)	47
III.2.4	Programa de Ordenamiento Ecológico.....	47
III.2.5	Áreas de protección y conservación de recursos	51
III.3	Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental	56
III.4	Normas Oficiales Mexicanas.....	60
IV.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.....	62
IV.1.	Delimitación de las áreas de análisis.....	62
IV.1.1.	Delimitación del Área de Influencia (AI) del proyecto	62
IV.1.2	Delimitación del Sistema Ambiental (SA) donde pretende establecerse el proyecto.....	63
IV.2	Caracterización y análisis del Sistema Ambiental (SA).....	65
IV.2.1	Medio abiótico	65
IV.2.2.	Medio biótico	101
IV.2.3.	Paisaje	157
IV.2.4.	Medio socioeconómico.....	164
IV.2.5.	Diagnóstico ambiental	171
V.	IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	190

V.1	Identificación de impactos.....	190
V.1.1	Metodología empleada	190
V.1.2	Estimación general de impactos	192
V.1.3	Identificación de Factores ambientales.....	194
V.1.4	Identificación de Indicadores de Impacto Ambiental.....	196
V.1.5	Elementos impactantes del Proyecto.....	198
V.1.6	Identificación cualitativa de impactos ambientales	198
V.1.7	Determinación de la importancia de los impactos ambientales	202
V.1.8	Valoración de impactos ambientales con ponderación de importancia de los Factores ambientales	216
V.2	Caracterización de los impactos	220
V.2.1	Descripción de los impactos principales	221
V.3	Impactos Acumulativos	224
VI.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	227
VI.1	Descripción de las medidas de prevención y mitigación	228
VI.1.1	Descripción ampliada de las medidas para los impactos principales	231
VI.2	Medidas enfocadas a la prevención y mitigación de los impactos secundarios	234
VI.2.1	Descripción ampliada de las medidas para los impactos secundarios.....	235
VI.3	Impactos residuales	237
VII.	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	240
VII.1	Pronóstico del escenario.....	240
VII.2	Descripción y análisis del escenario sin proyecto	242
VII.3	Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	243
VII.4	Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación	246
VII.5	Pronóstico ambiental.....	248
VII.6	Programa de manejo ambiental	249
VII.7	Seguimiento y control.....	249
VII.8	Conclusiones	249
VIII.	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	252
VIII.1	Formatos de presentación	252

VIII.1.1	Planos definitivos.....	261
VIII.1.2	Fotografías	261
VIII.1.3	Videos	261
VIII.1.4	Listas de Flora y Fauna	261
VIII.2	Otros anexos.....	261
VIII.3	Glosario de términos.....	262
VIII.4	Bibliografía	263
IX.	LISTA DE ANEXOS.....	266
IX.1	Anexos	266

CONSULTA PÚBLICA

PROYECTO AMPLIACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TEPETATERAS

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Particular Sector Minero

Minera Peñasquito S.A. de C.V.

Avenida Pedro Coronel N°. 94
Colonia Cañada del Sol
Guadalupe, Zacatecas
México. C.P. 98619
Teléfono (492) 9256830

INTRODUCCIÓN

Minera Peñasquito S.A. de C.V. es una empresa mexicana subsidiaria de la compañía canadiense Goldcorp Inc., con sede Vancouver, que adquirió en 2006 la Unidad Minera Peñasquito (UMP), una mina polimetálica de tajo a cielo abierto, en la que desarrollan actividades para el aprovechamiento de minerales reservados a la federación (explotación y beneficio), con una capacidad instalada de procesamiento de 150,000 toneladas por día, y produciendo principalmente barras de dore con altos contenidos de oro y plata, y concentrados de plomo y zinc.

De acuerdo con la Cámara Minera de México (CAMIMEX), en 2014 la UMP, localizada en el municipio de Mazapil, en la región Noreste del estado de Zacatecas, fue la unidad con mayor producción de oro, plata, zinc y plomo a nivel nacional, contribuyendo en buena medida a que el estado y el mismo municipio se alcen como unos de los principales productores mineros en el país, manteniendo una fuerza laboral de casi de 4,000 empleados.

Desde que Goldcorp, una de las empresas productoras de oro de mayor antigüedad y de más rápido crecimiento del mundo, adquirió la Unidad Minera Peñasquito, se ha mantenido un progresivo crecimiento en la capacidad operativa y de producción, requiriendo así la ocupación de mayores superficies, tanto para las obras y actividades principales, como para los servicios auxiliares e infraestructura de apoyo.

El Proyecto denominado Ampliación y Construcción de Tepetateras, deriva justamente de las necesidades actuales de la UMP, la cual, debido a las sus condiciones operativas, requiere de mayor superficie para la disposición de tepetate. De esta forma, la ejecución del Proyecto supondrá un aumento en la productividad de la flotilla de camiones, ya que al tener destinos de vaciaderos más cortos, el ciclo de trabajo reducirá el tiempo de ejecución, lo que se traduce en una mayor cantidad de toneladas de tepetate depositadas en una menor cantidad de tiempo. Así pues, se pretende ampliar la superficie para la disposición de tepetate mediante 4 tepetateras (Noreste, Este, Suroeste y Sur), para lo cual se requerirán actividades de desmonte de la vegetación en 244.5958 ha de las 294.8065 que contempla el Proyecto. Además, como parte del desarrollo del Proyecto, se contempla un almacén de suelo, área de maniobras y la reubicación de la línea eléctrica ubicada en el área del Proyecto.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que la realización de obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger al ambiente, deberán sujetarse a la autorización previa del Gobierno Federal por conducto de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) o de las entidades federativas o municipios conforme a las competencias que señala dicha Ley, así como el cumplimiento de los requisitos que se impongan una vez evaluado el impacto ambiental que pudieran originar.

Las obras o actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación, están reguladas por la LGEEPA y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA). Por tales ordenamientos jurídicos, Minera Peñasquito ha solicitado y obtenido diversas autorizaciones en la materia para el desarrollo de las obras y actividades que se realizan en la UMP. Para contextualizar el proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras en el marco jurídico ambiental aplicable, a continuación se presentan los antecedentes de las autorizaciones vinculadas al Proyecto.

- **Proyecto Minero Peñasquito:** Autorizado mediante el oficio S.G.P.A.- DGIRA.-DDT.-2441.06 de fecha 12 de diciembre de 2006, consistente en el aprovechamiento de un yacimiento polimetálico con valores de plata, oro, zinc y plomo, mediante explotación en dos tajos (Peñasco y Chile Colorado) y el beneficio mediante flotación para obtener concentrados de plomo y zinc con valores de plata y oro; así como la lixiviación en montones y su extracción a través de una planta Merrill-Crowe, con una capacidad operativa máxima de 80,000 toneladas diarias, en una superficie de 1,820 ha. Asimismo mediante los oficios SGPA/DGIRA.-DG.-0537.07 de fecha 09 de marzo de 2007 y S.G.P.A./DGIRA.-DG.-2754.07 de fecha 14 de noviembre de 2007, se autorizaron modificaciones en el arreglo de las obras (reubicación de los circuitos de lixiviación y beneficio, del terrero sur, el almacén de suelo y relleno sanitario, y posteriormente, de la presa de jales), resultando en una reducción de la superficie por ocupar a 1,795.18 ha, de las cuales 1,614.00 ha presentaban vegetación natural y el resto (181.18 ha) carecían de este recurso.
- **Ampliación del Proyecto Minero Peñasquito:** Autorizado con el oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/1835/08 de fecha 12 de junio de 2008, consistente en el incremento de la capacidad productiva del PMP de 80,000 a 150,000 toneladas diarias, conllevando a la ampliación de la superficie que ya se había aumentado para algunos componentes (tajos, terreros, presa de jales, patios de lixiviación, almacenes de suelo, quebradora primaria, circuito de sulfuros, piletas de concentración, Planta Merrill-Crowe y planta de tratamiento de aguas residuales) y se incorporaron nuevas áreas (se instaló una nueva planta de beneficio de flotación, dos sistemas de molienda a alta presión, canal de desvío del arroyo grande, vivero y estanques de agua), lo que representó un incremento de 1,327.3 ha, que sumadas a las 1,795.18 ha resultantes de la autorización y modificaciones del Proyecto Minero Peñasquito,

sumaron 3,122.48 ha. Para este segundo proyecto se autorizó la remoción de vegetación forestal en 1,161.779 ha.

- **Ampliación del Depósito de Jales y Fase II del Patio de Lixiviación:** Autorizado con el oficio No. S.G.P.A./D.G.I.R.A./D.G./4860 de fecha 26 de junio de 2012, consistente en la ampliación de la Unidad Minera Peñasquito, incorporando nuevas reservas para su explotación y procesamiento, lo que conllevó la ampliación de parte de la infraestructura existente, así como la relocalización de algunos componentes, integrándose por siete conceptos básicos: incremento de la tasa de minado a 631,000 toneladas por día en los próximos cinco años (230,315 millones de toneladas por año) y 689,000 toneladas por día a partir del sexto año (251,485 millones de toneladas por año), manteniendo la tasa de procesamiento en 150,000 toneladas diarias autorizadas; la construcción de un nuevo patio de lixiviación; ampliar la superficie actual de la presa de jales; crear un nuevo terrero; optimizar el sistema de acarreo de mineral, mediante la construcción de un sistema de quebradora en corta (dentro del tajo) y nuevas líneas de bandas transportadoras; rectificar las trayectorias de caminos y líneas de conducción de energía eléctrica y agua que inciden en las áreas de ampliación previstas; se incorporan áreas adicionales para maniobras, movimiento de equipo y maquinaria. Para este proyecto se solicitaron 1,769.9969 hectáreas adiciones a las autorizadas, de manera que el área total de ocupación por la infraestructura minera se elevó a 4,892.48 hectáreas.
- **Modificaciones para los proyectos Ampliación del Depósito de jales y Fase II del Patio de Lixiviación, Modificación al Arreglo del Proyecto Minero Peñasquito y Ampliación del Proyecto Minero Peñasquito:** para el uso de 65.7877 hectáreas autorizadas en ellos para la ampliación de la Tepetatera norte y el depósito de material estéril en ella, autorizadas por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental mediante los Oficios S.G.P.A./DGIRA/DG/00436, S.G.P.A./DGIRA/DG/00254, S.G.P.A./DGIRA/DG/00435, con fechas del 20 de enero del 2015, 12 de enero del 2015 y 20 de enero del 2015, respectivamente.
- **Proyecto de Ampliación al Patio de Lixiviación de Óxidos Fase 2 y Tepetatera Norte;** autorizado el 11 de Abril de 2016 por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental mediante el Oficio SGPA/DGIRA/DG/2325, en una superficie de 68.9551 ha para las obras de Patio de Lixiviación de Óxidos Fase 2, Tepetatera Norte y Obras de apoyo.
- **Proyecto Optimización Metalúrgica:** autorizado el 24 de septiembre de 2015 por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental mediante el Oficio SGPA/DGIRA/DG/06600, en una superficie de 61.3991 ha para las obras de Planta de Lixiviación de Piritas y Planta de Enriquecimiento de Concentrado, Área de maniobras y servicios y Campamento de construcción y operación.

- **Proyecto Patios de Maniobras, áreas de almacenaje y servicios para la presa de jales del Proyecto Minero Peñasquito:** Se autoriza DTU-BP el 12 de Septiembre de 2016 por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Delegación Zacatecas, mediante el oficio DFZ152-200/16/1614, en una superficie de 58.3625 hectáreas para las obras de patios de maniobras, área de carga y descarga, área de pre-montaje, almacenes y oficinas temporales, canal de captación y desvío de agua y vías de acceso

Bajo los supuestos legales aplicables, y considerando que el desarrollo de la infraestructura y las maniobras asociadas al beneficio de minerales, son actividades citadas en la LGEEPA y en su reglamento en materia de impacto ambiental que requieren de la autorización previa de la SEMARNAT; se elaboró la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en su Modalidad Particular, con la finalidad de tramitar la autorización en materia de impacto ambiental para la obras y actividades señaladas en la Fracción III y VII del Artículo 28 de la LGEEPA.

El presente estudio se elaboró entre los meses de octubre y diciembre de 2016, para lo cual se recopiló la documentación que había sido generada por distintas fuentes para el proyecto y se estructuró un acervo de la información ambiental regional; se realizaron recorridos para reconocimiento del sitio, muestreos y levantamiento de datos; se analizó la información documental y la de los datos obtenidos en campo para la caracterización y diagnóstico actual de los medios biótico, abiótico, perceptual y sociocultural dentro de los cuales que se pretende desarrollar el proyecto; luego se analizó la información técnica del proyecto y a partir de ello se identificaron las interacciones que se suscitarían con la ejecución del proyecto, analizando, evaluando y jerarquizando los posibles impactos ambientales a generar; posteriormente se propusieron las medidas de mitigación y prevención de los principales impactos adversos identificados, cuyo objetivo es hacer este proyecto ambientalmente viable, socialmente aceptable y económicamente redituable; finalmente se estimaron los escenarios futuros y se formularon las conclusiones del estudio. Es de esta forma como se integraron todos los capítulos de la MIA del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras.

Para la localización del proyecto, ubicación de la infraestructura y la caracterización de los aspectos del medio natural del área de trabajo, se desarrolló un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permitió evaluar la información obtenida desde las diferentes perspectivas tratadas y presentar los resultados de manera clara y concisa.

El análisis para la identificación, evaluación y jerarquización de los impactos se realizó a través de una secuencia de pasos que en esencia conducen progresivamente de una revisión general a un análisis particular y detallado, a través de la fragmentación y reagrupamiento en conjuntos cada vez más reducidos de los elementos que interactúan e influyen en la estimación o previsión de los impactos, como lo son las obras/actividades del proyecto, por etapas, y los factores representativos de cada uno de los componentes ambientales. En última instancia, se emplearon matrices de identificación y jerarquización de los impactos ambientales. La metodología utilizada para la elaboración de la MIA fue

seleccionada en relación con las características del proyecto, del medio natural y de la intensidad y extensión de los posibles impactos generados por la ejecución del proyecto.

Los objetivos principales de la presente MIA son:

- Obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el desarrollo de las actividades que contempla el proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras.
- Desarrollar el proyecto en un entorno basado en la sustentabilidad, en donde, al identificar las áreas ambientales susceptibles de ser alteradas y los recursos ambientales y socioeconómicos que podrían verse impactados de forma positiva o negativa por el desarrollo del proyecto, se establezcan también las medidas de prevención, control, mitigación y restitución necesarias para contrarrestar los efectos negativos.
- Demostrar, a través de una metodología probada de evaluación, que el proyecto es viable y necesario para la continuidad operativa eficiente de la Unidad Minera Peñasquito, y con esto, la contribución a la estabilidad y desarrollo económico de la región.

La presente MIA ha sido elaborada por la empresa mexicana de consultoría ambiental Clifton Associates Ltd. (MIR) Natural Environment S.C

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

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

El proyecto que origina la elaboración y presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad Particular se denomina “Ampliación y Construcción de Tepetateras”, promovido por Minera Peñasquito, S.A. de C.V. En el Anexo 1.1 se presenta el acta que comprueba la constitución de la empresa promovente.

A lo largo del documento, terminología como “El Proyecto”, hace referencia al proyecto en sí mismo; cuando se trate de otro proyecto se especificará claramente que se habla de un sub proyecto o un proyecto distinto.

I.1.2 Ubicación del proyecto

Entidad Federativa:	Zacatecas
Municipio:	Mazapil
Locación:	Unidad Minera Peñasquito, Valle de Mazapil
Código Postal:	98230

El Proyecto se pretende desarrollar dentro de los terrenos de la Unidad Minera Peñasquito (UMP) localizada en el municipio de Mazapil, aproximadamente a 11 km al Oeste de la cabecera municipal homónima, por la terracería Mazapil a Cedros, al Norte del estado de Zacatecas, México.

En la Figura 1.1. se presenta la localización del Proyecto en el contexto geopolítico regional, con información sobre localidades y vías de comunicación obtenidas de los metadatos del INEGI (1:50,000).

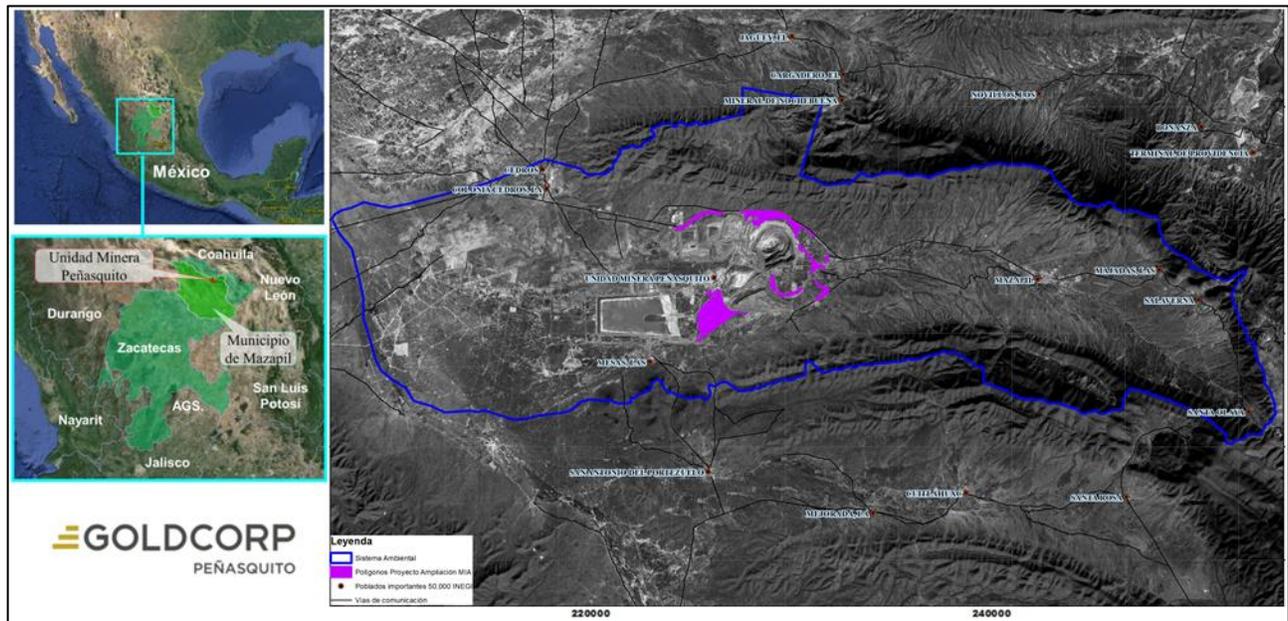


Figura 1.1. Ubicación regional del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras

I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto

La vida útil del Proyecto está estimada en 16 años, siendo vigente su ejecución hasta el año 2033, y para lo cual se cuenta con los siguientes tiempos estimados de desarrollo:

Preparación del sitio:	5 periodos de 7 meses
Construcción:	4 meses
Operación:	16 años

I.1.4 Presentación de la documentación legal

La documentación que acredita la personalidad legal de la empresa y de su representante legal, ha sido incorporada en los puntos correspondientes.

La superficie del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras está localizada dentro de los terrenos propiedad de Minera Peñasquito S.A. de C.V. En la Figura 1.2 se presenta un plano de propiedades donde se identifican los predios en cuestión.

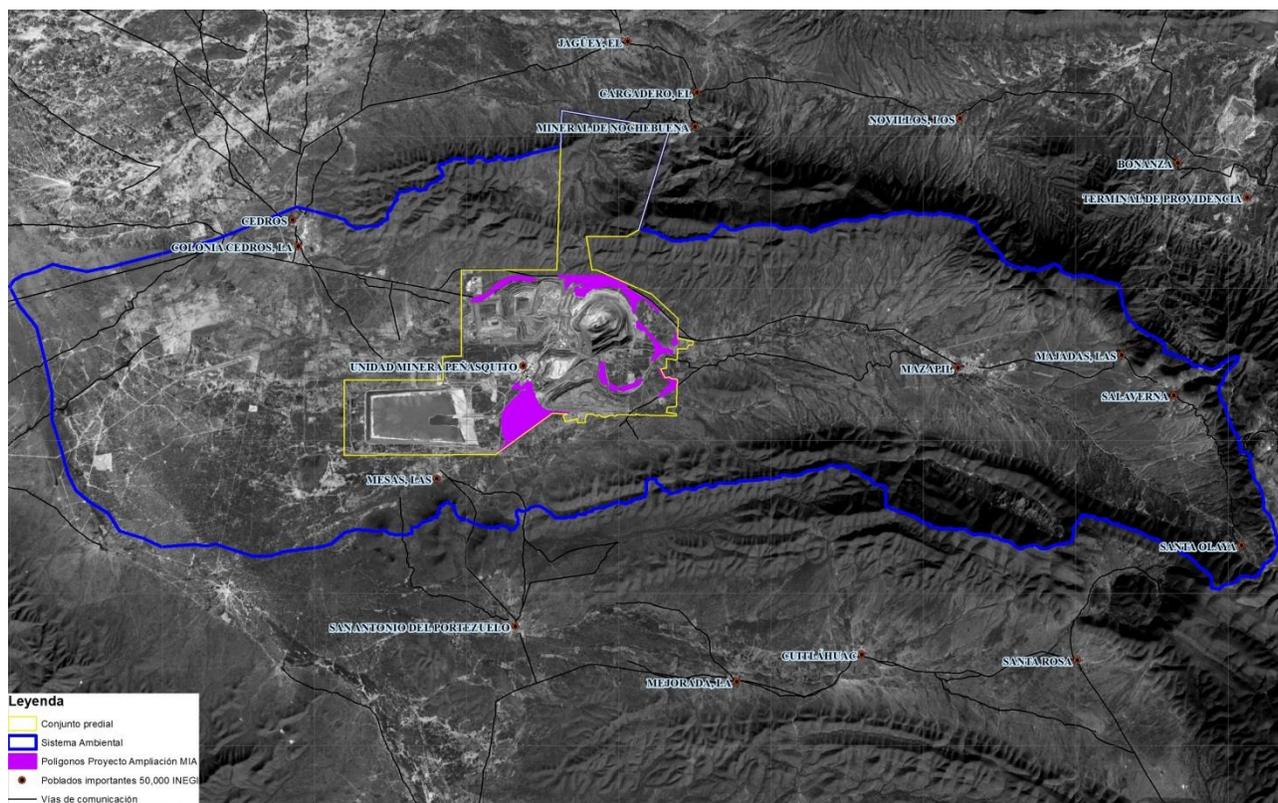


Figura 1.2. Conjunto predial para el desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras

Además, al presente documento se anexan la siguiente documentación legal consistente en:

-
- RFC de la Empresa (Anexo 1.2.)
- Poder Legal del Representante Legal (Anexo 1.3)
- Identificación Oficial y CURP del Representante Legal. (Anexo 1.3)
- Cédula Profesional del Responsable Técnico del Estudio (Anexo 1.4).

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

El Representante Legal de Minera Peñasquito es quien se desempeña como Jefe de Permisos, del Departamento de Medio Ambiente de , y cuya Clave Única de Registro de Población (CURP) es . En el Anexo 1.3 se adjunta el documento que acredita su designación, su identificación con fotografía y su CURP.

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

En la Tabla 1.1 se anota el domicilio para oír y recibir notificaciones.

Tabla 1.1. Dirección para oír y/o recibir notificaciones

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social



Descargo de responsabilidad

La presente Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, fue elaborada por Natural Environment S.C. La calidad de la información, conclusiones y estimaciones contenidas en el mismo son consistentes con la calidad de nuestros servicios, basados en:

- La información disponible durante la elaboración del estudio
- Los datos entregados por otras fuentes, incluyendo a Minera Peñasquito, S.A. de C.V.
- El presente reporte fue elaborado para ser utilizado sujetándose a los términos y condiciones del contrato de Natural Environment S.C. con Minera Peñasquito, S.A. de C.V.

Cualquier otro uso de este reporte por una tercera parte es bajo su responsabilidad.

I.3.2 Registro federal de contribuyentes

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

En la Tabla 1.2 se describen los generales del responsable Técnico del Estudio y en el Anexo 1.6 se incluye su copia de la Cédula Profesional.

Tabla 1.2. Datos del responsable técnico del estudio

Nombre	
RFC.	
CURP	
Cédula profesional	
Puesto	
Correo electrónico	

Los participantes en la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y las áreas en que contribuyeron se muestran en la siguiente Tabla 1.3:

Tabla 1.3. Participantes en la elaboración del estudio

Nombre	Profesión	Área de participación	Firma

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

Tabla 1.4. Datos de la empresa responsable del estudio

Nombre	
Calle	
Colonia	
C.P.	
Municipio	
Entidad Federativa	
Teléfonos	
Portal web	

CONSULTA PÚBLICA

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

Debido a las sus condiciones operativas actuales de la UMP, es imperante el requerimiento de mayor superficie para la disposición de tepetate. Este incremento de superficie supondrá un aumento en la productividad de la flotilla de camiones, puesto que el contar con destinos de vaciaderos a menor distancia, reduciría el tiempo de ejecución del ciclo de trabajo, traduciendo esto a la disposición de un mayor volumen de tepetate en menor tiempo.

El Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras consta de un conjunto de obras y actividades ligadas al desarrollo de las actividades de la Unidad Minera Peñasquito (UMP), que según el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2013 (SCIAN 2013), que emplea el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para la generación, presentación y difusión de todas las estadísticas económicas, se inscribe en el sector de Minería de oro, con el código SCIAN 212221.

En términos generales, el Proyecto consiste en la ampliación de la superficie para la disposición del tepetate dentro de la UMP mediante 7 obras principales:

- Tepetatera Noroeste
- Tepetatera Este
- Tepetatera Sur
- Tepetatera Suroeste
- Área de Maniobras
- Almacén de Suelo
- Línea Eléctrica

La huella del Proyecto tiene una superficie de 294.8065 ha, de las cuales, 244.5958 ha requieren de cambio de uso de suelo.

La ejecución del Proyecto se realizará de forma progresiva, de forma que se pretende desarrollar las actividades correspondientes a la etapa de preparación, construcción y operación de cada tepetatera conforme sea requerida una mayor superficie para el depósito de tepetate. Bajo esta consideración derivado de la preparación del sitio de las áreas que se utilizarán como tepetateras (terreros), se requieran nuevos espacios para el depósito del suelo orgánico que se rescatará de estas áreas. Paralelamente, el desarrollo de las tepetateras involucra la reubicación y construcción de una línea eléctrica de 69 Kv, y el desarrollo y construcción de áreas de maniobras para las labores gestión de personal y maquinaria.

II.1.2 Selección del sitio

El presente proyecto se concibe como un conjunto de obras y actividades ligadas a la actividad minero-industrial de la Unidad Minera Peñasquito (UMP), por lo que la selección del sitio se encuentra completamente asociada a la ubicación actual de la unidad. A continuación se enlistan algunos de los criterios que se utilizaron para la selección del sitio de la Unidad Minera Peñasquito.

- Ubicación de los lotes mineros concesionados a favor de la empresa
- Topografía de la zona
- Negociaciones con los propietarios de la tierra
- Sin riesgo a poblados, acuíferos ni áreas de interés público
- Áreas que no presenten riesgos de inundación
- No ubicarse dentro de áreas naturales protegidas, riqueza faunística o sitios de gran valor escénico o paisajístico
- Cercanía con vías de comunicación.
- Optimizar la ocupación espacial dentro del polígono de ocupación de la UMP, distribuyendo las instalaciones de forma en que el transporte de materiales se pueda hacer en el menor recorrido posible, 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.

Por su parte, la selección del sitio del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras se realizó con base en la ubicación de las tepetateras existentes de la unidad, de forma que esta ampliación se presentara contigua a las tepetateras actuales.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

Los 48 polígonos que forman el Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras se encuentran distribuidos dentro de la UMP, principalmente en las zonas norte, sur y este.

En la siguiente figura se aprecia la ubicación de los 48 polígonos (7 obras), identificadas por la obra a la que pertenecen y mediante números consecutivos.



Figura 2.1. Localización de polígonos del Proyecto

Leyenda:

Amp. y Construcción de Tepetateras

ID - Polígono de Obra:

- 1. Almacén de Suelo 1
- 2. Almacén de Suelo 2
- 3. Almacén de Suelo 3
- 4. Almacén de Suelo 4
- 5. Almacén de Suelo 5
- 6. Almacén de Suelo 6
- 7. Ampliación Tepetatera Este 1
- 8. Ampliación Tepetatera Este 2
- 9. Ampliación Tepetatera Este 3
- 10. Ampliación Tepetatera Este 4
- 11. Ampliación Tepetatera Este 5

- 12. Ampliación Tepetatera Este 6
- 13. Ampliación Tepetatera Este 7
- 14. Ampliación Tepetatera Este 8
- 15. Ampliación Tepetatera Este 9
- 16. Ampliación Tepetatera Noroeste 1
- 17. Ampliación Tepetatera Sur 1
- 18. Ampliación Tepetatera Sur 2
- 19. Ampliación Tepetatera Sur 3
- 20. Ampliación Tepetatera Sur 4
- 21. Ampliación Tepetatera Sur 5
- 22. Ampliación Tepetatera Suroeste 1
- 23. Ampliación Tepetatera Suroeste 2
- 24. Ampliación Tepetatera Suroeste 3

- 25. Ampliación Tepetatera Suroeste 4
- 26. Ampliación Tepetatera Suroeste 5
- 27. Ampliación Tepetatera Suroeste 6
- 28. Ampliación Tepetatera Suroeste 7
- 29. Ampliación Tepetatera Suroeste 8
- 30. Ampliación Tepetatera Suroeste 9
- 31. Ampliación Tepetatera Suroeste 10
- 32. Área de maniobras 1
- 33. Área de maniobras 2
- 34. Área de maniobras 3
- 35. Área de maniobras 4
- 36. Línea Eléctrica 64 kV 1
- 37. Línea Eléctrica 64 kV 2

- 38. Línea Eléctrica 64 kV 3
- 39. Línea Eléctrica Sobre Camino Existente 4
- 40. Línea Eléctrica Sobre Camino Existente 5
- 41. Línea Eléctrica Sobre Presa de Jales 6
- 42. Tepetatera Sobre Camino Existente 7
- 43. Tepetatera Sobre Camino Existente 8
- 44. Tepetatera Sobre Depósito de Suelo Orgánico 9
- 45. Tepetatera Sobre Línea Eléctrica 10
- 46. Tepetatera Sobre Patio de Maniobras 11
- 47. Tepetatera Sobre Patio de Maniobras 12
- 48. Tepetatera Sobre Presa de Jales 13

En el Anexo 2.1 se presenta la figura anterior en un plano a mayor escala que permite apreciar con más detalle los polígonos del Proyecto; asimismo, en el Anexo 2.2 se adjuntan las coordenadas impresas de cada uno de los polígonos involucrados.

II.1.4 Inversión requerida

El costo de capital inicial para el desarrollo de las etapas de preparación, construcción y operación del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras es

estimado en aproximadamente \$ 519'131,098.00 MXN, el cual será aportado en su totalidad por Minera Peñasquito S.A. de C.V.

Por su parte, se estima que el 2% de la inversión total se destine a la ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental propuestas en el Capítulo VI de la presente MIA.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

La Huella del Proyecto (Figura 2.2) tiene una superficie de 294.8065 ha que abarca la totalidad de actividades y procesos que integran al Proyecto Ampliación y Construcción Tepetateras.



Figura 2.2. Huella del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras

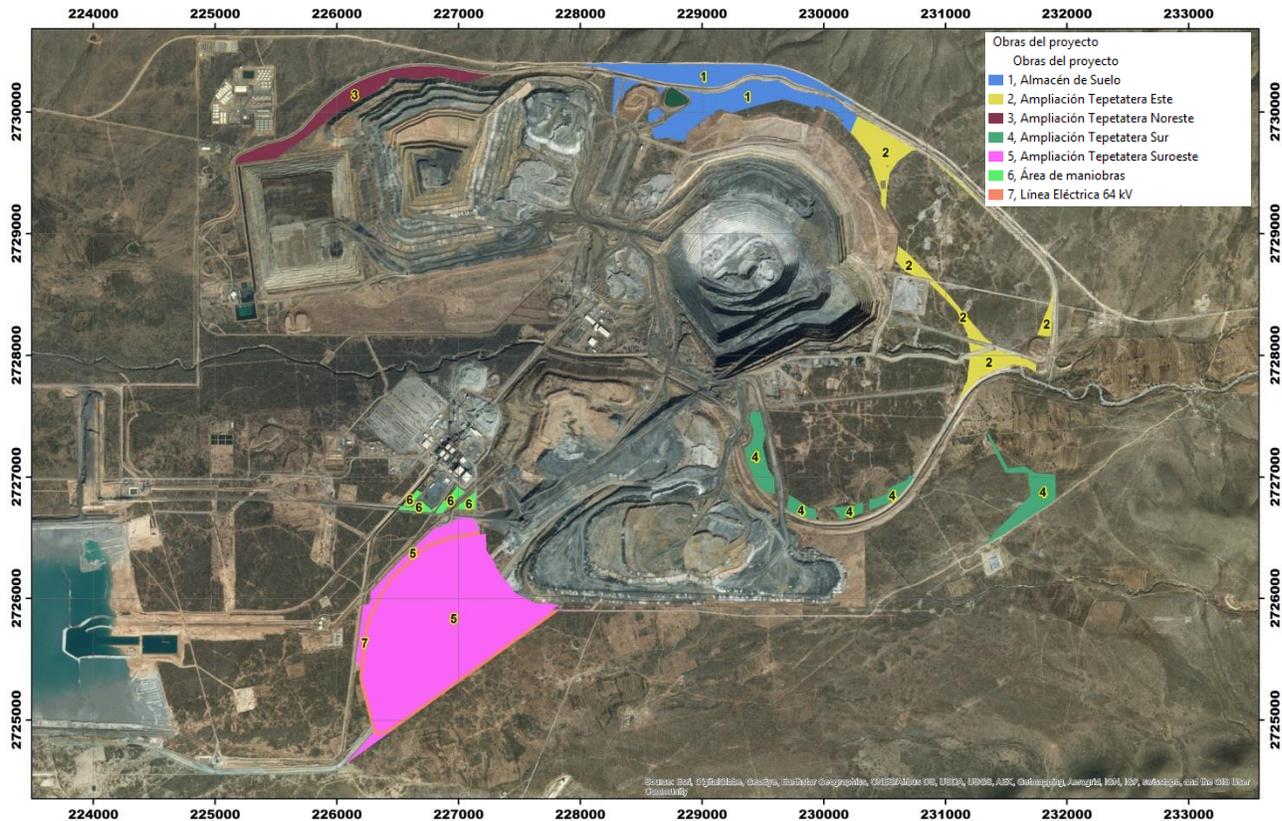


Figura 2. 3. Obras del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras

El proyecto contempla 7 obras principales (Figura 2. 3), de las cuales 4 son tepetateras, almacén de suelo, área de maniobras y la línea eléctrica. En el Anexo 2.3 se presenta el plano de las obras que forman el Proyecto. En la siguiente tabla se presentan las superficies de cada una de las 7 obras presentadas en la Figura 2. 3.

Tabla 2. 1 Superficie (m2) de obras en zona industrial

Nombre	Área	Hectáreas
Almacén de Suelo	527,704.00	52.7704
Ampliación Tepetatera Este	316,256.18	31.6256
Ampliación Tepetatera Noreste	208,053.53	20.8053
Ampliación Tepetatera Sur	275,509.15	27.5509
Ampliación Tepetatera Suroeste	1,468,627.90	146.8627
Área de maniobras	49,781.94	4.9781
Línea Eléctrica 64 kV	102,132.36	10.2132
Total	2,948,065.05	294.8065

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

Usos de suelo

Para tener una referencia adecuada de los usos de suelo en el sitio del Proyecto, se realizaron trabajos de campo en donde se identificaron los usos de suelo de la zona.

En la siguiente figura se puede apreciar que el Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras se encuentra inmerso en una zona en donde predomina el uso de suelo forestal (matorral desértico Micrófilo y Rosetófilo), y en donde además se puede apreciar que gran parte de la superficie corresponde a usos de suelo como agricultura de temporal, actividades mineras y actividades industriales.

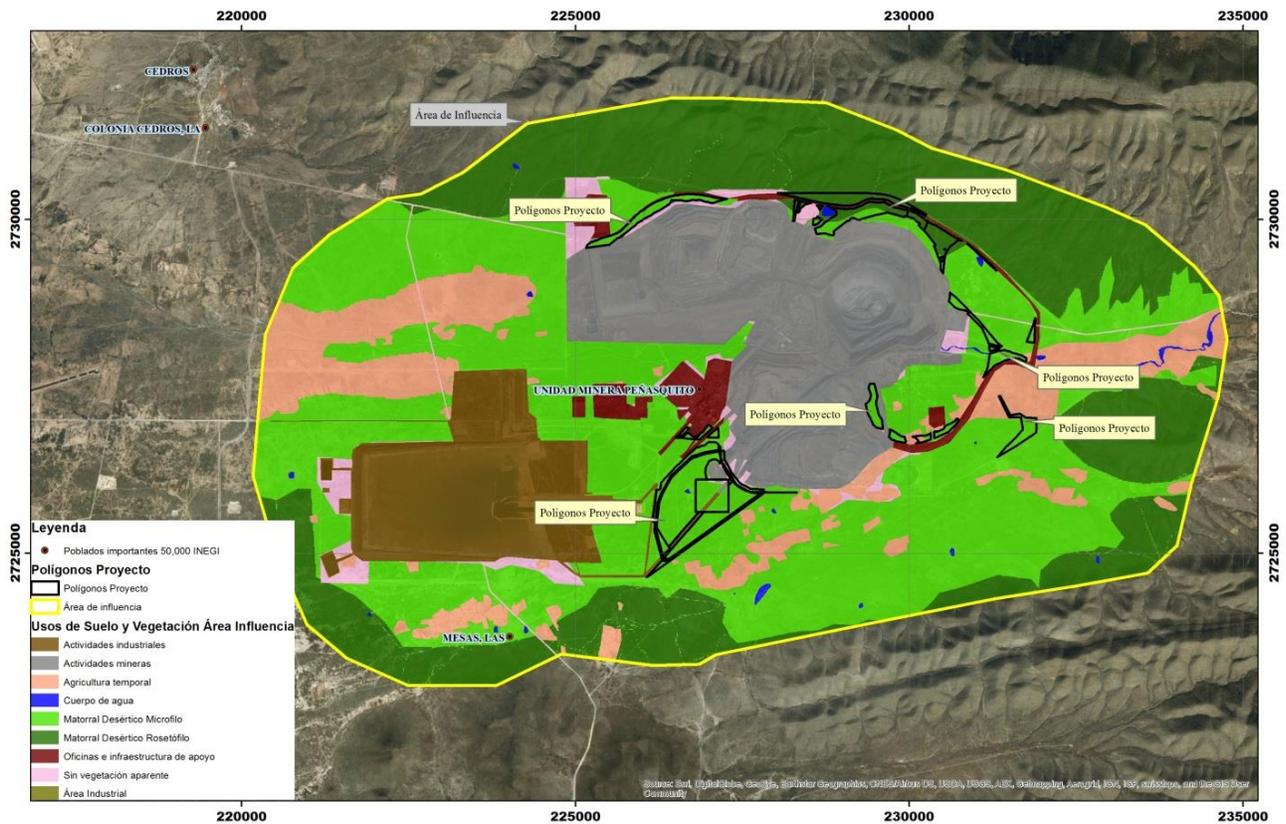


Figura 2.4. Usos de suelo

En la siguiente tabla se puede apreciar la superficie que ocupan los diferentes usos de suelo dentro del área de influencia.

Tabla 2. 2 Superficie de uso de suelo en AI

ID	Uso de Suelo	Hectáreas
1	Matorral Desértico Micrófilo	3,607.29
2	Sin vegetación aparente	211.09
3	Matorral Desértico Rosetófilo	2,505.25
7	Agricultura temporal	994.47
8	Cuerpo de agua	26.52
10	Área Industrial	0.19
12	Actividades mineras	1,536.80
13	Oficinas e infraestructura de apoyo	224.68
14	Actividades industriales	817.89
	Total	9,924.17

Una memoria fotográfica del Proyecto de las condiciones actuales del terreno y sus colindancias, observadas durante los recorridos de campo, se presenta en el Anexo 2.4.

Cuerpos de agua

Como se puede apreciar en la Figura 2.4, en las inmediaciones del Proyecto existen algunos cuerpos de agua, los cuales corresponden a bordos artificiales.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

En la UMP se dispone de todos los servicios básicos como vías de acceso, agua, energía eléctrica; además de servicios de apoyo, como infraestructura para la disposición adecuada de los residuos, talleres, oficinas, plantas de tratamiento de aguas residuales, líneas telefónicas e internet, etc.; de tal manera que para el desarrollo del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, se contará con todos los servicios que pudieran requerirse durante su ejecución.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Programa general de trabajo

El programa de trabajo del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras contempla 7 meses para el desarrollo de las actividades de Preparación del Sitio, de los cuales se usarán los primeros 6 para las actividades de trazo y levantamiento topográfico y los últimos 3 para desarrollar las actividades de rescate de flora y fauna y las actividades de desmonte y despalme. Además, se prevé que la etapa de Construcción se desarrolle a lo largo de 4 meses, de los cuales 2 se desarrollarán a la par de algunas actividades de la etapa anterior. Por último, se contempla que la etapa de Operación comience en el segundo semestre del año 2017 y finalice en el año 2033 (Vida útil de 16 años).

Como ya se mencionó, el desarrollo del Proyecto se realizará de forma gradual, desarrollando las etapas de preparación del sitio, construcción y operación de ciertas áreas

conforme sean requeridas. De esta forma, se pretende desarrollar las actividades correspondientes a la preparación del sitio y construcción hasta en 7 ocasiones a lo largo de la vida útil del Proyecto.

Etapa	Actividades	2017 (Meses)												2018 (Meses)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación del sitio	Trazo y levantamiento topográfico																								
	Rescate de flora y fauna																								
	Desmonte y despalde																								
Construcción	Reubicación de línea eléctrica																								
Operación	Vaciado de material en los terreros																								
Abandono	Abandono y cierre de los terreros																								

Figura 2.5. Programa General de Trabajo

II.2.2 Preparación del sitio

En general, la etapa de preparación de los sitios donde se pretende desarrollar las obras del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, abarca la realización de diferentes actividades a ejecutarse en las 294.8065 ha del Proyecto. Algunas actividades, como lo es el desmonte y despalde, se realizarán únicamente en las 244.5958 ha que requieren cambio de uso de suelo.

Por la naturaleza de las obras que comprende el Proyecto, se anticipa que ésta etapa incluirá a las maniobras de mayor intensidad, en comparación con la etapa de construcción y de operación, siendo el desmonte de vegetación la principal actividad de la etapa.

- Delimitación de las áreas de trabajo

Una brigada de topografía realizará el trazo y levantamiento topográfico para la delimitación de cada uno de los polígonos manifestados y autorizados para el desarrollo del Proyecto, con base en el plano de localización específica (Anexo 2.1), y a las coordenadas de todos los sitios (Anexo 2.2). Esta cuadrilla indicará con ayudas visuales (estacas, postes, mojoneras, banderines, etc.) los límites de las zonas a desmontar para su ocupación como tepetateras, área de maniobras, línea eléctrica y almacén de suelo.

- Ejecución del Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental

Como parte de las actividades de preparación del sitio, se ejecutarán las tareas establecidas dentro del Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental (PMVA), destacando que estas actividades están incorporadas al programa de trabajo y no son consideradas como actividades alternas o secundarias.

Las actividades del PMVA que destacan para esta etapa son:

- Ejecución de actividades de rescate y reubicación de flora; Que consiste de manera general en recorridos dentro de las áreas a intervenir e identificar las especies que se encuentran en algún estatus en concordancia a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y especies que se consideren de difícil regeneración y de lento crecimiento, el cual se extraerán y se reubicarán en el área de trasplante que se encuentra definida para tal fin.
- Ahuyentamientos de fauna programados; El cual consiste de forma general en recorridos dentro de las áreas del Proyecto para realizar un ahuyentamiento de la fauna que se encuentre ubicada en dicha superficie o en zonas aledañas al Proyecto, y que en algún momento pudiera verse afectada indirectamente por el desarrollo de las actividades.
- Ejecución de actividades de captura y liberación de fauna; Que consiste de manera general en la captura de individuos de fauna presentes en área del Proyecto, para luego reubicarlos en el área destinada para la reubicación de los individuos de flora.

- **Desmante**

El desmante comprende la ejecución de cualquiera de las operaciones siguientes:

- *Tala*: consiste en cortar los árboles y arbustos.
- *Roza*: consiste en quitar la maleza, hierbas, zacate o residuos de las siembras.
- *Desenraice*: consiste en sacar los troncos o tocones con raíces o cortando éstas.
- *Limpia y retiro*: consiste en retirar el producto del desmante de los sitios donde se generó para darle el manejo que sea indicado.

El desmante de vegetación se realizará en las 244.5958 ha destinadas a CUSTF (Figura 2.6), aunque como previamente se mencionó, esta actividad se ejecutará de forma progresiva en función del requerimiento de nuevas superficies de tepetateras.

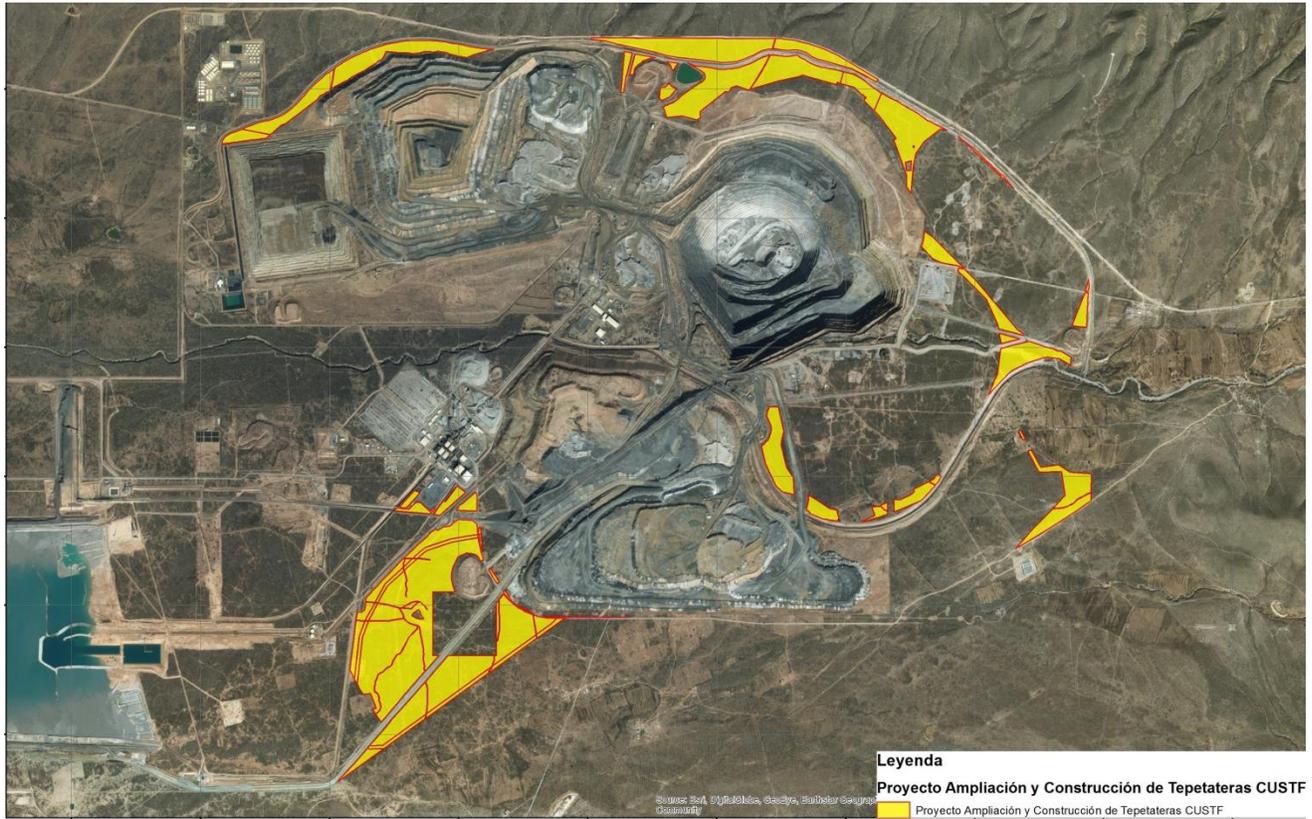


Figura 2.6. Superficies a CUSTF

En un principio se planea realizar el desmote y las actividades para el desarrollo de la tepetatera Suroeste, de tal forma que el desmote de las áreas que ocuparán el resto de las tepetateras se realizará en los años posteriores.

- **Despalme (recuperación de suelo orgánico)**

El despalme consiste en la remoción de la capa de tierra vegetal (orgánica), contenida dentro de los polígonos de cambio de uso del suelo, lo que implica la remoción de unos 10 a 30 cm de suelo, el cual se reubicará en el almacén de suelo que forma parte del Proyecto, así como en algunos otros que se encuentren aledaños, ya autorizados dentro de la UMP, con la intención de reaprovecharlo posteriormente cuando se requieran ejecutar labores de rehabilitación y restauración de áreas afectadas entorno al sitio, y/o para actividades de cierre progresivo de otras zonas dentro de la UMP.

Regularmente esta actividad se hace simultáneamente con el despalme, de forma que se mezclarán los dos productos tanto la vegetación como el suelo vegetal. La actividad iniciará una vez retirada la mayor parte de la vegetación leñosa del sitio (desmote). Para el despalme, un tractor efectuará pasada por las áreas desmontadas, para terminar de extraer las raíces y materia orgánica del suelo, dejando así el lugar listo para el establecimiento de las obras. Estas operaciones se hacen en primera velocidad.

Respecto a la maquinaria que será empleada durante la preparación de sitio para realizar todas las actividades anteriormente descritas, ésta será la adecuada para cada tarea considerando su tipo y capacidad en función de las características del terreno y en cumplimiento del programa de trabajo. De forma enunciativa, los equipos que se utilizarán son: camión (Komatsu 930E-4), camión-pipa (Komatsu HD785-7), pala eléctrica (BUCYRUS 495 HR), Cargador (Komatsu 1200 WA), Topador (Komatsu WD900-3), Tractor (Komatsu D475) y Moto conformadora. En la Figura 2.7 se muestran las fichas técnicas de cada uno de los equipos.

CONSULTA PÚBLICA

• Camión (Komatsu 930E-4)		• Camión - Pipa (Komatsu HD785-7)	
Carga (Kg)	295 Toneladas	Capacidad (Litros)	76,000 Litros
Peso del camión solo	210 Toneladas	Peso descargado	72 toneladas
Motor	Kummins QSK60	Motor Komatsu	SAA12V140E-3
Potencia (Kw@RPM)	2550@1900	Potencia (Kw@RPM)	879@1900
Motor (Litros)	60 Lt	Cilindros	12
Cant de cilindros	16	Vel Max (Km/Hr)	60.5 Km/hr
Vel Max (Km/Hr)	64.5 Km/hr	Largo (metros)	10.3 m
Peso cargado	502 Toneladas	Ancho (metros)	6.9 m
Largo (metros)	15.6 m	Altura (metros)	5.05 m
Ancho (metros)	8.7 m	Ángulo de Giro (metros)	10.1 m
Altura (metros)	7.4 m		
Angulo de giro (metros)	30.4 m		
Ruedas F/R	53/80R63		
•Pala Eléctrica (BUCYRUS 495 HR)		•Cargador (Komatsu 1200 WA)	
Capacidad Bote	105 toneladas	Capacidad Bote	36 toneladas
Capacidad en metros cúbicos	56 m3	Capacidad en metros cúbicos	22 m3
Altura de descarga	10.05 metros	Largo total	18 metros
Largo total	28.90 metros	Ancho	6 metros
Peso de la maquina	1400 toneladas	Motor CUMMINS	1715 HP
		Peso del Equipo	200 toneladas
•Topador (Komatsu WD900-3)		•Tractor (Komatsu D475)	
Peso del equipo (kg)	100 toneladas	Peso del equipo (kg)	103.9 toneladas
Motor Komatsu	SAA12V140	Motor Komatsu	SAA12V140E-1
Potencia (Kw@RPM)	636@2000	Potencia (Kw@RPM)	641@2000
Cilindros	12	Cilindros	12
Vel Max (Km/Hr)	28	Vel Max (Km/Hr)	10.9 ADELANTE / 14.3 ATRÁS
Largo (metros)	12.035 m	Largo (metros)	11.5 m
Ancho (metros)	6.47 m	Ancho (metros)	5.2 m
Altura (metros)	5.22 m	Altura (metros)	4.6 m
•Moto conformadora			
Peso del equipo (kg)	29.7 toneladas		
Motor Komatsu	S6D140		
Potencia (Kw@RPM)	208@2000		
Cilindros	6		
Vel Max (Km/Hr)	44.9 ADELANTE / 47.9 ATRÁS		
Cap de tracción (kg)	14.4 Tons		
Largo (metros)	10.01 m		
Ancho (metros)	3.3 m		
Altura (metros)	3.5 m		
Ancho cuchilla (metros)	4.8 m		

Figura 2.7. Ficha técnica de la maquinaria que se empleará para las actividades del Proyecto

II.2.3 Etapa de construcción

La etapa de Construcción del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras corresponde a la reubicación de las líneas eléctricas existentes en el área en donde se pretende desarrollar las tepetateras. A continuación se describen las actividades que se desarrollarán durante esta etapa del Proyecto.

Nivelación del terreno

Esta actividad comprende en realidad dos actividades, el corte y el relleno.

El área donde se pretende desarrollar el proyecto es prácticamente plana, sin embargo, presenta porciones con ligeras elevaciones. En esas áreas se pretende realizar un corte al terreno a fin de que este quede nivelado de manera horizontal al resto del polígono del proyecto. Con lo anterior, el terreno quedará nivelado en su parte Sur.

El material producto del corte del terreno será utilizado para nivelar principalmente las áreas de tepetateras, áreas de maniobras y línea eléctrica.

Compactación del terreno

La compactación de suelo será por medios mecánicos a fin de reducir el índice de vacíos en el terreno, lo que mejorará sus propiedades ingenieriles.

La importancia de la compactación del suelo en el Proyecto estriba en el aumento de la resistencia y disminución de la capacidad de deformación que se obtiene al someter el suelo a técnicas convenientes, que aumentan el peso específico seco, disminuyendo sus vacíos.

Comentado lo anterior, la compactación del suelo se realizará en toda la superficie plana del proyecto una vez realizadas las actividades de corte y relleno. Para ello se requerirá de una compactadora CAT.

Línea Eléctrica

Se pretende reubicar las líneas eléctricas existentes de 69 kv en la superficie de la Tepetatera Suroeste sobre los límites de crecimiento de esta misma tepetatera. En este sentido, se contempla un ancho de 25 metros para realizar las maniobras y colocar la línea eléctrica. En donde previamente ya se ejecutaron las actividades de preparación del sitio.

A continuación, se mencionan los conceptos que se utilizarán para la reubicación de la línea eléctrica en sus dos trazos, y posteriormente se describen los conceptos principales.

Tabla 2.3. Conceptos de Ingeniería para la reubicación de línea eléctrica (trazo 1)

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LINEA DE 69KV DOS CIRCUITOS TRIFASICOS CON 2 HILOS POR FASE EN ACSR CAL-795, UN HILO DE GUARDA AG-5/16 Y UN HILO DE GUARDA OPGW 36 HILOS. INCLUYE:	
CANTIDAD 4.276 KM DE LINEA	
PART.	DESCRIPCION
1	EXCAVACION
2	ACERO DE REFUERZO
3	CIMENTACION
4	MONTAJE DE ESTRUCTURAS
5	TENDIDO ACSR 795
6	VESTIDO ACSR 795
7	VESTIDO FIBRA
8	TENDIDO FIBRA OPGW 36 HILOS
9	TENDIDO HILO DE GUARDA AG-5/16
10	ELABORACION DE PROYECTO, TRAMITES ANTE CFE, ENLACES DE LINEA Y TRAYECTORIA

Excavación

Las excavaciones a cielo abierto, se efectuarán para formar la sección de desplante de las cimentaciones de las estructuras y equipos en cualquier clase de material. Comprende el trazo y excavaciones de estructuras metálicas, aisladores de soporte, transformadores o reactores de potencia, muros divisorios, interruptores y cuchillas de potencia, equipo menor y bancos de capacitores. El fondo y las paredes de las excavaciones deberán quedar formando una superficie limpia de material suelto y/o inestable. El material sobrante de las excavaciones, se podrá utilizar para nivelación de porciones del terreno donde se necesite

Acero de refuerzo

Son varillas de acero, ya sea corrugadas o losas ahogadas dentro del concreto, para que tomen o ayuden a tomar cualquier clase de esfuerzo. El acero de refuerzo deberá estar limpio y libre de todo lodo, aceite o cualquier recubrimiento metálico que afecte su capacidad de adherencia cuando se coloque el concreto.

Cimentación

Una vez armado el acero de refuerzo se vaciará concreto a proporciones adecuadas de cemento, agua y aditivos, según las características de resistencia requeridas. El vaciado de concreto se realizará con un tropo o revolvedora a fin de más eficiente la tarea de mezclado y vaciado de concreto.

Montaje de estructuras

Se realizará el montaje de estructuras con apoyo de grúa, este tipo de montaje consiste en montar cuerpos o caras pre-armadas en el suelo, las cuales deben cumplir con ciertas condiciones de seguridad, para luego por medio de una grúa móvil elevarlos hasta su posición final, cuando sea imposible continuar el izaje con grúa debido a su limitación de altura, se deberá continuar el elevamiento de las estructuras por medio de la instalación de una pluma. Una vez que las estructuras estén montadas, deberán contar con todos sus pernos, piezas y planchas de unión, pero sólo con apriete moderado.

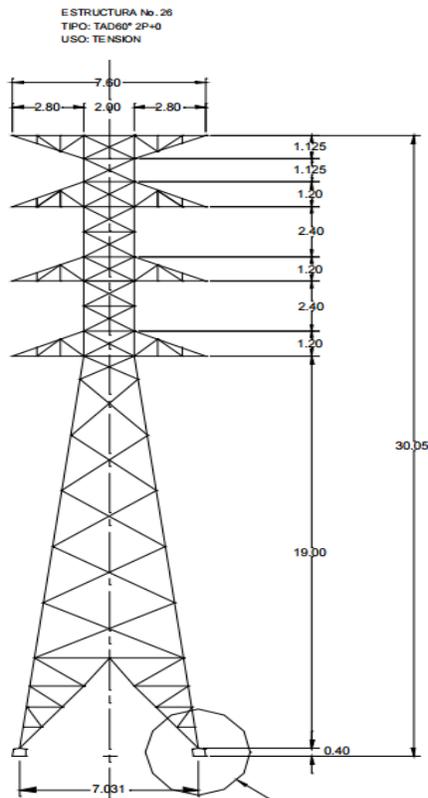
Vestido

Se le llama vestido de estructuras al trabajo de instalación de las cadenas de aisladores para evitar la inducción o arco eléctrico entre los conductores y la estructura

El vestido de estructuras consiste en colocar en los lugares respectivos los herrajes, aisladores y accesorios en general; incluyendo placas de aviso de peligro y numeración de estructuras de acuerdo al plano del proyecto

Tendido

El tendido y tensionado del cable de guarda consiste en colocar el cable indicado y los herrajes necesarios en los extremos superiores de las estructuras y posteriormente tensionar el cable para dejarlo a una altura determinada del suelo.



DATOS COMPLEMENTARIOS		
CONCEPTOS	CANTIDAD	UNIT
1.- Tension nominal de trabajo	69	KV.
2.- Material de las estructuras	Acero Galvanizado	
3.- Altura total de la estructura No. 25	33.05	m.
4.- Altura total de la estructura No. 26	30.05	m.
5.- Empotramiento de la estructura No. 25	2.05	m.
6.- Empotramiento de la estructura No. 26	2.05	m.
7.- Distancia entre patas de la estructura No. 25	5.737	m.
8.- Distancia entre patas de la estructura No. 26	7.031	m.
9.- Distancia entre estructuras	195	m.
10.- Fatiga de ruptura del material de las estructuras		
11.- Altura de los soportes del conductor en la estructura No. 25 sobre la vía de FF. CC.	0.86	m.
12.- Altura de los soportes del conductor en la estructura No. 26 sobre la vía de FF. CC.	54.24	m.
13.- Diferencia de nivel entre los soportes del conductor	53.40	m.
14.- Diferencia de nivel entre la base de la estructura No. 25 y la vía de FF.CC.	18.18	m.
15.- Diferencia de nivel entre la base de la estructura No. 26 y la vía de FF.CC.	35.24	m.
16.- Distancia del eje de la vía de FF.CC. a la estructura No. 25	133.41	m.
17.- Distancia del eje de la vía de FF.CC. a la estructura No. 26	130.42	m.
18.- Tipo de aislador en la estructura No. 25	10 NORMAL 25,000 LBS	PZA.
19.- Tipo de aislador en la estructura No. 26	10 NORMAL 25,000 LBS	PZA.
CABLE CONDUCTOR		
20.- Número de conductores, material, calibre y peso	3 ACSR/AS 795 - 1,552	kg/m
21.- Sección transversal de los conductores	0.02814	m
22.- Tensión mecánica de ruptura del conductor	14,165	kg
23.- Tensión correspondiente a 5° C con presión del viento de 55 kg/m2	3,433.00	kg.
24.- Flecha correspondiente a 5° C con presión del viento de 55 kg/m2	6.53	m.
25.- Tensión correspondiente a 16° C sin viento	2,476.80	kg.
26.- Flecha correspondiente a 16° C Sin viento	9.05	m.
27.- Tensión correspondiente a 50° C sin viento	2,141.00	kg.
28.- Flecha correspondiente a 50° C sin viento	6.31	m.
CABLE DE GUARDA		
29.- Número de hilos, calibre y peso unitario	2-7# 8 / 0.3896	kg/m.
30.- Tensión mecánica de ruptura del cable de guarda	7,226.00	kg.
31.- Tensión correspondiente a 5° C con presión del viento de 55 kg/m2	1,024.20	kg.
32.- Flecha correspondiente a 5° C con presión del viento de 55 kg/m2	5.50	m.
33.- Tensión correspondiente a 50° C sin viento	581.00	kg.
34.- Flecha correspondiente a 50° C sin viento	5.83	m.

Figura 2.8 Características de torre y línea eléctrica.

De acuerdo al diseño, las torres serán de acero galvanizado, con una altura total de 30.05m y una distancia entre torre y torre de 195 m.

En la Figura 2.9 se muestra el diseño de la ubicación en donde se reubicará la línea eléctrica. En esta se puede apreciar la superficie de 25 m. de ancho que se utilizará para realizar las maniobras de reubicación.

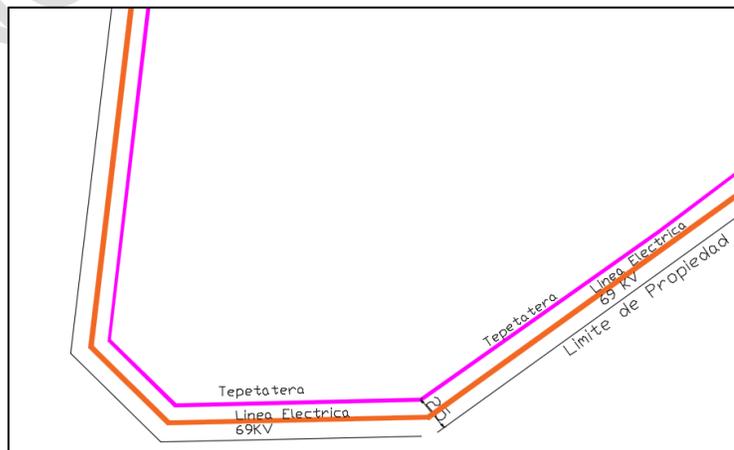


Figura 2.9 Diseño y ubicación para la reubicación de línea eléctrica.

II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento

La etapa de operación del presente Proyecto corresponde a la disposición del material estéril en las tepetateras, por lo que la conformación (construcción) de la tepetatera, se realizará conforme se presente su crecimiento.

Para la conformación de las tepetateras, se formarán bancos de material estéril cada 30 metros, con una pendiente que va de los 22 a 37° entre cada nivel y otorgando una banqueta de entre 20 y 25 m (dependiendo la tepetatera). Además, cada tepetatera contará con una rampa que fungirá como entrada y salida operacional para el acarreo de tepetate. Estas rampas contarán con una pendiente del 10% y un ancho de 45 m. Esta descripción se muestra en la siguiente figura.

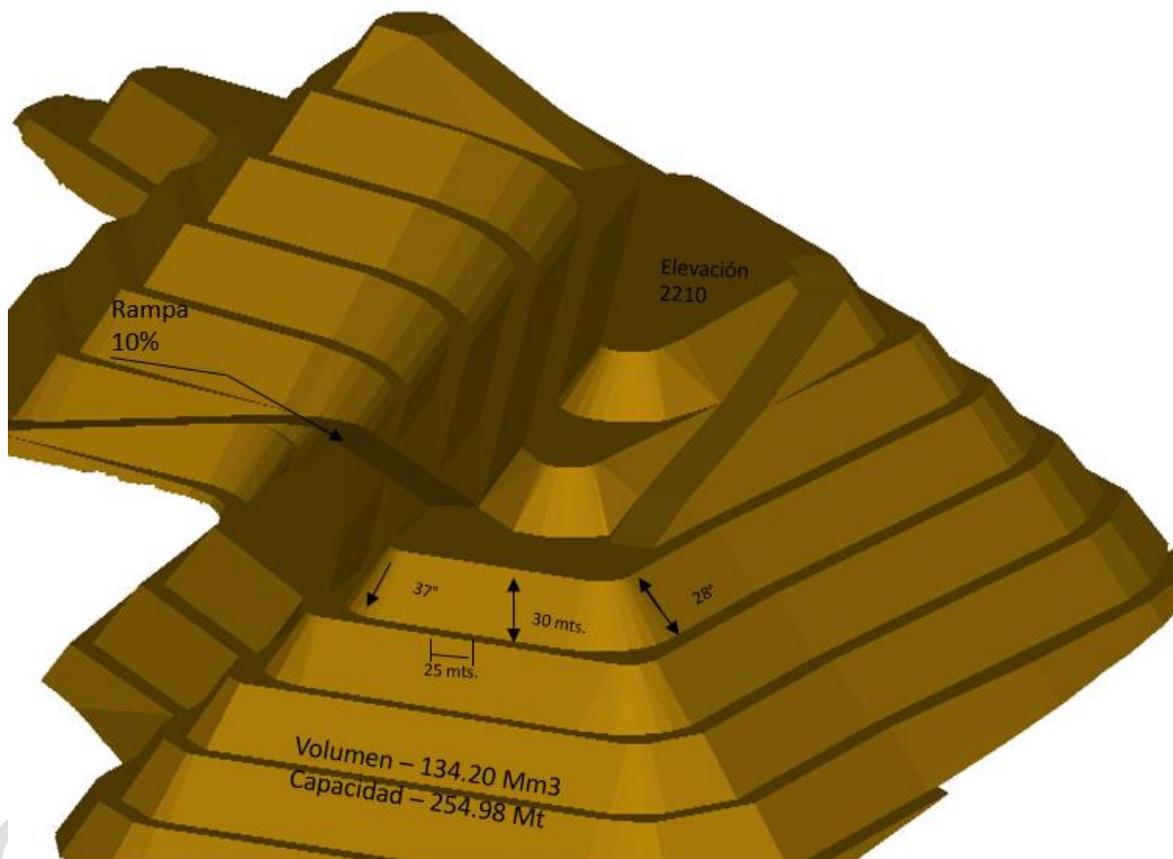


Figura 2.10 Proyecto general de Tepetateras

Actualmente se cuenta con caminos de acarreo perimetral y principal que tiene un ancho operativo de 45 metros y se encuentra aledaño a las Tepetateras Este, Sur y Suroeste. Estos caminos de acarreo cuentan con bermas de seguridad en ambos lados con 3 metros de altura y 8 metros de ancho.

A continuación, se describe con mayor detalle la conformación de las diferentes tepetateras.

Tepetatera Suroeste

En la siguiente figura se presenta una vista en planta de la Tepetatera Suroeste, y en la cual se puede apreciar el corte longitudinal que da pie a la Figura 2.12, donde se muestra la sección longitudinal de la Tepetatera Suroeste.

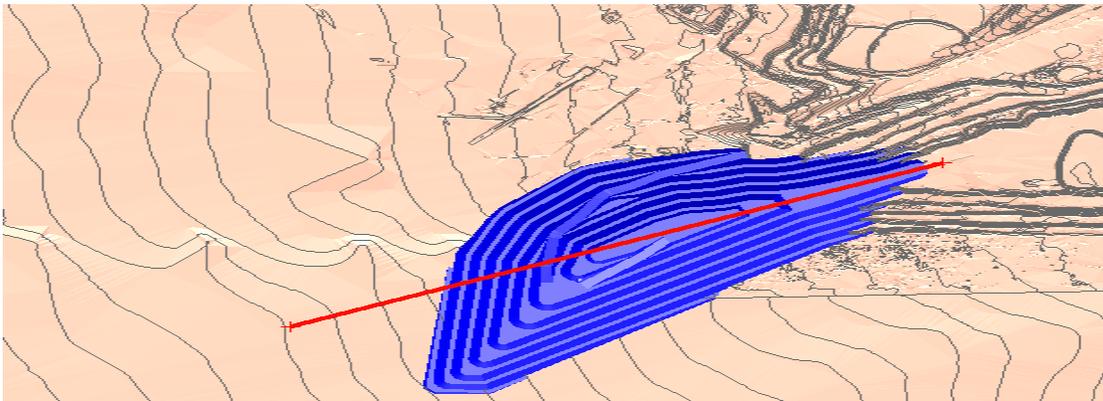


Figura 2.11 Vista en planta y corte longitudinal de Tepetatera Suroeste

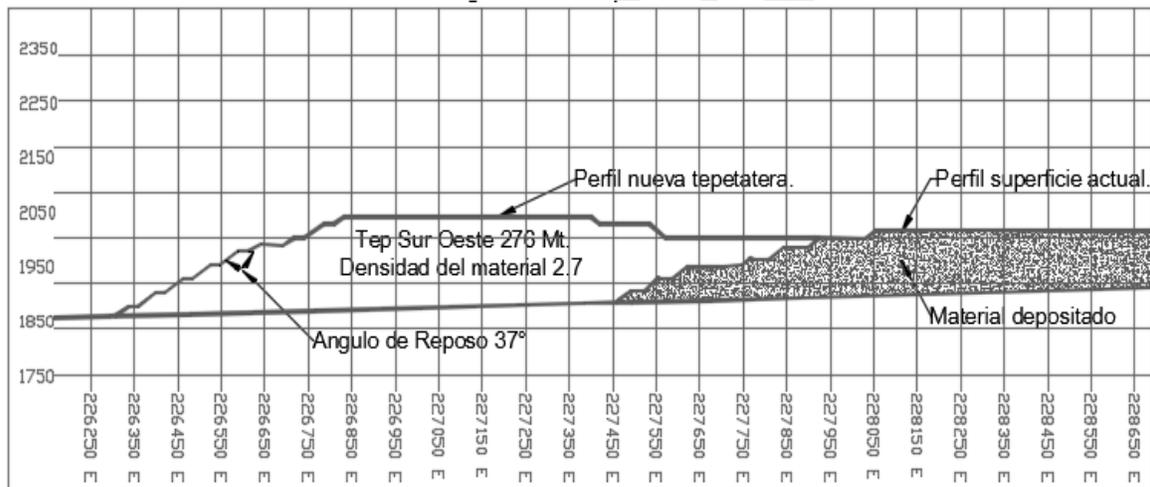


Figura 2.12 Sección longitudinal Tepetatera Suroeste

La sección longitudinal de la Tepetatera Suroeste permite apreciar cómo se incorporará la nueva superficie a la tepetatera existente. Además, permite apreciar la conformación de la tepetatera, la cual se realizará mediante taludes con pendiente de 37° alcanzando una altura de 276 m. El material que se dispondrá en esta tepetatera tendrá una densidad de 2.7. Por último, se puede apreciar que la última cama se encontrará por encima de la cama de la tepetatera existente.

En la siguiente tabla se presentan datos específicos para el diseño y la conformación de la Tepetatera Suroeste.

Tabla 2.4. Diseño de Tepetatera Suroeste

Diseño Tepetatera SW	
Altura de Cama	30 mts
Angulo General	24°
Angulo de la cara del talud	37°
Ancho de banquetta	25 mts
Elevación de ultima cama	2095
Volumen	145.08 Mm3
Capacidad	275.65 Mt
Material	Tepetate

El diseño de la Tepetatera Suroeste contempla una capacidad 275.65 millones de toneladas y un volumen de 145.08 millones de metros cúbicos. La última cama de la tepetatera se pretende ubicar a una elevación de 2095 msnm.

Tepetatera Este

En la siguiente figura se presenta una vista en planta de la Tepetatera este, y en la cual se puede apreciar el corte longitudinal que da pie a la Figura 2.14, donde se muestra la sección longitudinal de la Tepetatera Este.

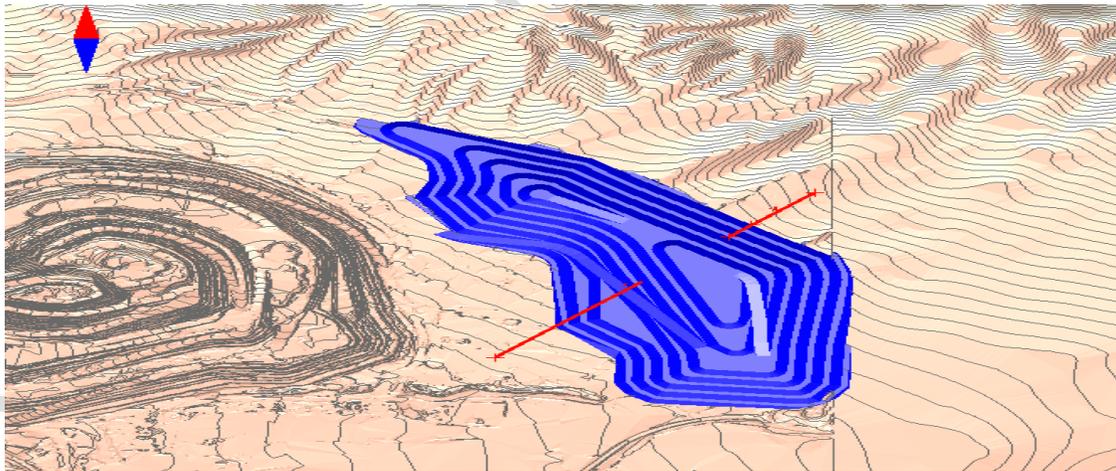


Figura 2.13 Vista en planta y corte longitudinal de Tepetatera Suroeste

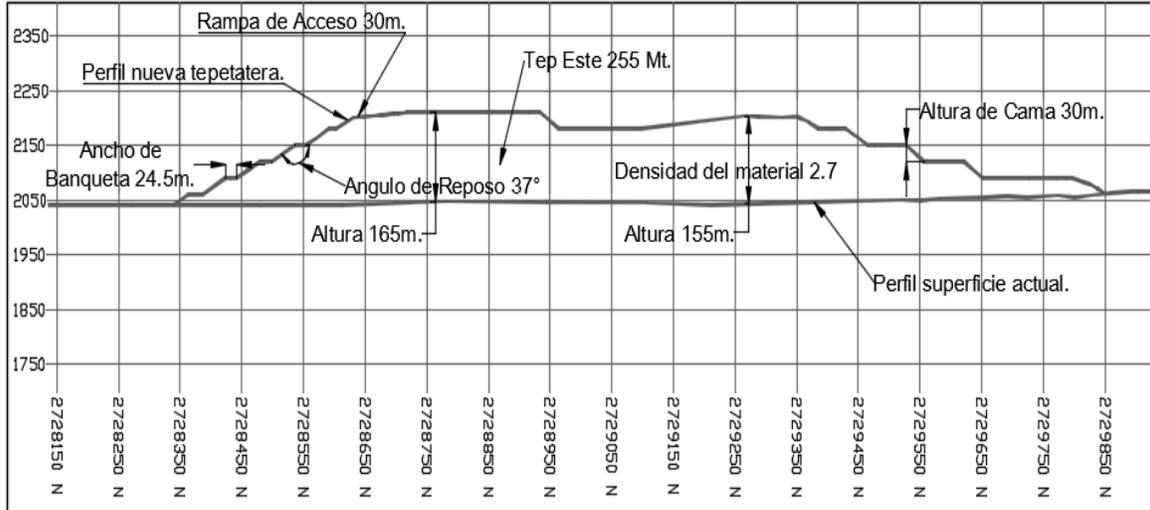


Figura 2.14 Sección longitudinal Tepetatera Este

La sección longitudinal de la Tepetatera Este permite observar la conformación de la tepetatera, la cual se realizará mediante taludes con pendiente de 37° alcanzando una altura de 165 m. Esta tepetatera contará con banquetas de 24.5 m de ancho y con una rampa de acceso de 30 m. Al igual que la Tepetatera Suroeste, el material que se dispondrá en esta tepetatera tendrá una densidad de 2.7. Por último, se puede apreciar que la última cama se encontrará por encima de la cama de la tepetatera existente.

En la siguiente tabla se presentan datos específicos para el diseño y la conformación de la Tepetatera Suroeste.

Tabla 2.5. Diseño de Tepetatera Este

Diseño Tepetatera Este	
Altura de Cama	30 mts
Angulo General	28°
Angulo de la cara del talud	37°
Ancho de banqueta	24.54 mts
Elevacion de ultima cama	2210
Volumen	134.20 Mm ³
Capacidad	254.98 Mt
Material	Tepetate

La Tepetatera Este contará con una capacidad de 254.98 millones de toneladas y un volumen de 134.20 millones de metros cúbicos, mientras que la última cama se encontrará a una elevación de 2210 msnm.

Tepetatera sur

En la siguiente figura se presenta una vista en planta de la Tepetatera Sur, y en la cual se puede apreciar el corte longitudinal que da pie a la Figura 2.16, donde se muestra la sección longitudinal de la Tepetatera Sur.

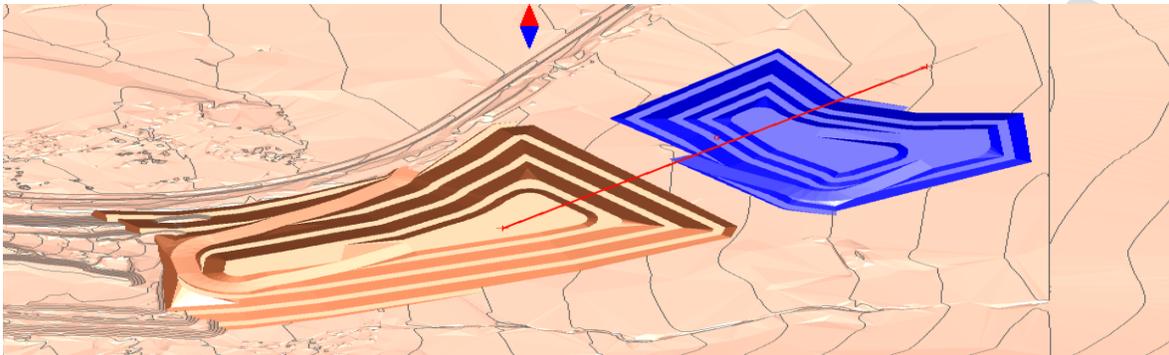


Figura 2.15. Vista en planta y corte longitudinal de Tepetatera Suroeste

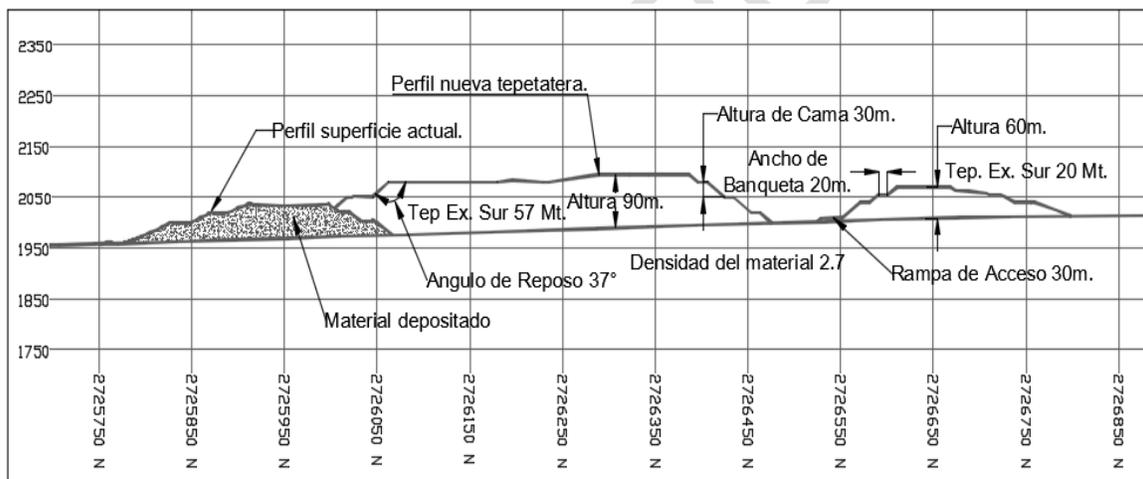


Figura 2.16. Sección longitudinal Tepetatera Sur

En la sección longitudinal de la Tepetatera Sur se aprecia su conformación respecto a la tepetatera existente. El diseño de esta tepetatera muestra que los taludes se conformarán con ángulos generales de 22° y ángulos de reposo de 37° , además de banquetas de 20 m. La Figura 2.16 muestra que la tepetatera contará con zonas en donde la altura sea de 90 m y otras en donde la altura sea de 60 m., lo que la colocará por encima de la elevación de la tepetatera actual.

En la siguiente tabla se presentan datos específicos para el diseño y la conformación de la Tepetatera Sur.

Tabla 2.6. Diseño de Tepetatera Sur

Diseño Tepetatera Sur	
Altura de Cama	30 mts
Angulo General	22°
Angulo de la cara del talud	37°
Ancho de banquetta	20.11 mts
Elevacion de ultima cama	2095
Volumen	40.21 Mm ³
Capacidad	76.40 Mt
Material	Tepetate

De acuerdo al diseño de la tepetatera Sur, la capacidad será de 76.40 millones de toneladas, mientras que el volumen será de 40.21 millones de toneladas. A su vez, la última cama de la tepetatera se encontrará a una elevación de 2095 msnm.

Línea Eléctrica

En la etapa operativa, la línea eléctrica que se reubicará viene de la Subestación eléctrica 400/69 kv, Peñasquito, la cual suministra actualmente energía al área de la Planta de Sulfuros, misma que continuará realizando este servicio de suministro solamente que rodeará la periferia de la Tepetatera Suroeste hasta nuevamente llegar a la Subestación de la Planta sulfuros que ya existe.

Área de maniobras

Las áreas de maniobras que se utilizarán para la construcción del presente proyecto, en cuanto respecta a la etapa de operación, no conllevan actividades propias de operación, puesto que sólo se utilizarán para la construcción y el mantenimiento de obras que así lo requieran. Por lo tanto, algunas de estas áreas dejarán de ser útiles y por lo tanto, se propone que sean evaluadas para ser restauradas progresivamente cuando no se requiera de su uso.

Almacén de suelo

En cuanto al Almacén de suelo, no se contempla una etapa operativa como tal puesto que sólo se contempla su supervisión y cuidado para aprovecharlo posteriormente cuando se requieran ejecutar labores de rehabilitación y restauración de áreas afectadas entorno al sitio, para su posterior empleo en las actividades de restauración al cierre de la vida útil del Proyecto y/o para actividades de cierre progresivo de otras zonas dentro de la UMP.

II.2.5 Etapa de cierre y abandono del sitio

Minera Peñasquito S.A. de C.V. cuenta con un Plan de Cierre y Restauración para la UMP, mismo al que se integrarán las áreas destinadas al Proyecto.

El objetivo del Plan de Cierre y Restauración consiste en garantizar una adecuada clausura de las instalaciones y la restitución de las áreas afectadas.

De manera sintetizada, los principales objetivos de la restauración propuesta en este programa y que se ajustan a las áreas de ocupación del Proyecto consisten en:

- a. Preparar la tierra para su uso productivo a largo plazo o bien, para el restablecimiento del hábitat
- b. Prevenir la erosión por medio de la reforestación y el manejo de los escurrimientos
- c. Prevenir cualquier riesgo de contaminación a cuerpos de agua superficial y subterránea

El programa actual elaborado para la UMP considera las siguientes metas:

- Restauración y revegetación progresiva de las áreas perturbadas sin uso futuro.
- Retiro de maquinaria y equipo fuera del área
- Desmantelamiento de estructuras e instalaciones
- Monitoreo y evaluación

Una vez concluidas las actividades del Proyecto, se realizará el reacondicionamiento edáfico-topográfico de las áreas aprovechadas por el Proyecto para llevar a cabo la forestación y reforestación progresiva.

II.2.6 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Residuos sólidos

Referente al manejo de los residuos sólidos, se tiene considerado que en los sitios donde se desarrolle el Proyecto se generen residuos orgánicos por consumo de alimentos por parte del personal laboral; partiendo de esto, los residuos que se generen durante el jornal diario serán depositados de forma diferenciada (separación primaria) en contenedores con tapa debidamente etiquetados que se mantendrán en las áreas de trabajo, de donde al término de las labores el supervisor a cargo trasladará y descargará en los sitios autorizados dentro de la Unidad Minera Peñasquito.

En la estimación de los residuos generados en el área del Proyecto, se consideran los que producirán los trabajadores en general durante el desarrollo del proyecto. Se estima un total de 20 personas trabajando en las etapas de preparación y construcción.

Con la cantidad de personal laboral antes descrito para el desarrollo del proyecto se presenta a continuación en la tabla siguiente el volumen estimado de residuos con base en lo reportado por el INEGI, el cual establece que la generación de residuos por persona diarios es de 0.770 kg.

Tabla 2.7. Estimación de generación de residuos

Día	Cantidad (kg)
Por día	15.4 kg
Etapa	Cantidad (kg)
Por cada etapa de Preparación (7 meses)	3,234
Por Etapa de Construcción (4 meses)	1,848
Subtotal	5,082

En cuanto a residuos peligrosos (RPE), el Proyecto no generará RPE por sí mismo; sólo se generarán los típicos residuos producto de las actividades de mantenimiento de la maquinaria en los talleres; señalándose como los principales los siguientes:

- Aceites lubricantes usados (aceite gastado de motor, de transmisión e hidráulico)
- Grasas gastadas y grasas lubricantes
- Trapos, estopas y envases vacíos impregnados con aceite, grasas, diésel, etc.
- Material absorbente con residuos de aceite, grasas, diésel y derivados
- Baterías de desecho de plomo – ácido
- Filtros impregnados con aceite
- Residuos de pinturas base solventes y sus envases

Los residuos peligrosos generados se almacenarán en contenedores adecuados en un área específica dentro de los talleres de la UMP, para después trasladarse de forma adecuada al almacén temporal de residuos peligrosos; y conforme a los procedimientos establecidos, serán recolectados y transportados hacia su disposición final por una empresa con autorización vigente explícitamente para el desempeño de estas actividades. El manejo de los residuos será responsabilidad de las empresas contratistas que laboren en el Proyecto, bajo la supervisión constante por parte del personal de Minera Peñasquito.

Se pondrá especial atención al manejo de los lubricantes, grasas y aditivos a utilizarse, con el fin de evitar posibles derrames y se adoptarán las medidas que eviten una posible contaminación del suelo natural.

Descargas de aguas residuales

Es importante señalar que en el área de trabajo durante las etapas de preparación y construcción se instalará el servicio de baños portátiles. Para ello se contratará a un contratista que deberá hacerse cargo del mantenimiento de las letrinas, así como de la adecuada disposición de los residuos sanitarios. Está prohibido cualquier tipo de descarga de aguas residuales sanitarias al suelo o cuerpos de agua.

Emisiones a la atmosfera

El Proyecto no contempla emisión de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas; sin embargo, se prevé que el desarrollo de las actividades genere emisiones correspondientes a polvos fugitivos (PST) y gases derivados de la combustión, como consecuencia del movimiento de tierras y del uso de vehículos en el Proyecto. Dadas las características del Proyecto, la cantidad de emisiones a la atmósfera se considera irrelevante.

Emisiones de ruido

El uso de maquinaria, equipo y vehículos para el desarrollo de las diferentes actividades que contempla el Proyecto supondrá emisiones esporádicas de ruido. No se prevé que estas emisiones rebasen el límite máximo permisible de acuerdo al Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión del Ruido. En caso de superar los niveles de ruido establecidos, será de forma esporádica e instantánea causado por alguna eventualidad atípica.

Para asegurar que la maquinaria y equipo utilizado no rebase los límites, se les brindará mantenimiento preventivo de forma periódica, verificando el estado y funcionamiento del mismo.

Como medida a la emisión de ruido, todos los trabajadores y personal involucrado en el desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras deberá utilizar equipo de protección auditiva en caso de ser necesario, el cual será suministrado por Minera Peñasquito, siendo este el adecuado para los niveles a los que estarán expuestos.

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

La UMP cuenta con la infraestructura necesaria para el manejo adecuado de todos los residuos que se generen en los procesos. Dicho esto, se utilizará la infraestructura existente para el manejo y disposición de los residuos generados por el Proyecto.

Actualmente la mina cuenta con la siguiente infraestructura:

- Almacén de Residuos de Manejo Especial: Los residuos generados durante el desarrollo del Proyecto, que sean susceptibles a revalorización, reutilización y reciclaje, serán almacenados en el almacén temporal de RME.
- Relleno Sanitario: los residuos sólidos urbanos generados en las diferentes etapas del Proyecto serán depositados en el relleno sanitario con el que cuenta la UMP.
- Almacén temporal de residuos peligrosos: Los residuos peligrosos generados durante el desarrollo del Proyecto serán almacenados temporalmente en el almacén

temporal de RPE, el cual es manejado por una empresa externa a Minera Peñasquito S.A. de C.V., con autorización para el manejo de este tipo de residuos.

II.2.8 Otras fuentes de daños

a) Contaminación por vibraciones, radiactividad, térmica o luminosa

La ejecución del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras no generará emisiones radiactivas, térmicas ni luminosas que generen contaminación. Durante el desarrollo de la etapa de operación, el movimiento de vehículos y el operar del equipo y maquinaria de proceso podría generar vibraciones muy ligeras; sin embargo, no se estima que este tipo de vibraciones ocasione problemas sobre el medio biótico o abiótico dada la magnitud esperada y las condiciones de los terrenos inmediatos.

b) Posibles accidentes

La operación del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras conlleva riesgos intrínsecos por el simple hecho de contener procesos industriales. Dicho esto, el desarrollo del Proyecto se encuentra susceptible a sufrir accidentes de diferentes características. La probabilidad de ocurrencia de estos posibles accidentes va a depender en gran medida de las características y correcta aplicación de todos y cada uno de los procesos que se llevarán a cabo dentro de la Mina.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO

En el presente Capítulo se presenta un análisis de los diferentes ordenamientos jurídicos en materia ambiental que se vinculan al desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras. Para la elaboración del presente capítulo se han revisado los documentos relativos a Leyes y Reglamentos, Federales y Estatales, en materia de regulación de equilibrio ecológico y protección al ambiente, así como los planes federales, estatal y municipal de desarrollo urbano, ordenamiento ecológico territorial y demás instrumentos de política ambiental aplicables o de interés para la región de estudio.

III.1 Información sectorial

Durante casi una década, la minería mexicana fue protagonista de crecimientos altos y sostenidos, pero la caída en el precio de los metales y una mayor carga fiscal han originado una tendencia negativa a partir del año 2013 y en especial en el año 2014. La participación del sector minero-metalúrgico representó 8.9% del PIB Industrial y 3% del Producto Nacional, de acuerdo con datos del Sistema de Cuentas Nacionales 2008 del INEGI.

En el año 2014 la cotización del oro disminuyó 10% respecto a 2013; la de la plata se redujo 20%; el plomo 2.2%, el cobre cayó 6.4% y el fierro 28.5%. Las empresas mineras en el mundo respondieron a las desfavorables condiciones del mercado con una reducción en 2014 de 26% en el presupuesto de exploración de metales no ferrosos, en comparación con el año anterior y 48% abajo en comparación al año 2012.

En México, el entorno global adverso se conjugó negativamente con una mayor carga fiscal derivada de la reforma que entró en vigor en 2014 y que incorporó nuevos derechos a la minería, lo que restó competitividad al sector y redujo inversiones, principalmente en el rubro de la exploración minera.

El valor de la producción minero-metalúrgica descendió por segundo año consecutivo, al alcanzar 196 mil 967 millones de pesos (Figura 3.1), un retroceso de 2%, de acuerdo con datos anualizados del INEGI. Esta baja se debe principalmente a la reducción en la producción del grupo de metales preciosos y al menor precio internacional de los metales. Este valor complementado con datos de los minerales no metálicos (no concesibles), alcanzó los 18 mil 684 millones de dólares, cifra inferior en 12.9% a la de 2013.



Figura 3.1. Valor de la producción minero-metalúrgica 2003-2014 (INEGI)

La industria minera mexicana se ha consolidado como uno de los sectores industriales que más divisas genera al país, durante 2014 alcanzó 17 mil 53 millones de dólares, ocupando la cuarta posición, sólo por debajo del sector automotriz, el electrónico y el petrolero.

Los volúmenes de producción de 15 productos minero-metalúrgicos disminuyeron, mientras 14 aumentaron. Pese a la caída en la producción, durante 2014 el oro se ubicó como el de mayor aportación al valor de la producción minero-metalúrgica (Figura 3.2) con 27% seguido del cobre, con 20.9%; la plata, con 19.5%, y el zinc, con 6.6%.

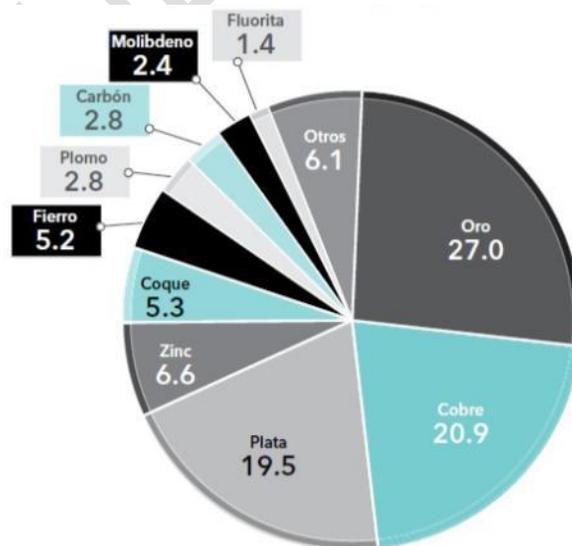


Figura 3.2. Participación de los metales y minerales en el valor de la producción minero-metalúrgica 2014 (196,967 millones de pesos). Fuente: INEGI

La inversión en exploración disminuyó por 2° año consecutivo para ubicarse en 856.4 millones de dólares, no obstante ser uno de los eslabones más importantes en la cadena de valor de la minería. De acuerdo con la Secretaría de Economía, de 803 proyectos mineros, 129 postergaron oficialmente sus planes de negocio.

Las cifras del empleo en el sector minero volvieron a mostrar desaceleración ya que apenas crecieron 2.5% en relación con 2013, es decir se crearon 8 mil 316 puestos nuevos en 2014 para alcanzar un total de 340 mil 817 plazas directas. Un número positivo pero menor al alcanzado en 2012 cuando se crearon 18,833 nuevos empleos.

Las remuneraciones que perciben los empleados de la industria minera son 41% superiores al promedio nacional.

En el ámbito internacional nuestro país siguió perdiendo posiciones. El Fraser Institute de Canadá reportó que México cayó dos escaños y fue sustituido por Perú como el segundo lugar más atractivo para las inversiones mineras en América Latina. El primer lugar lo ocupa Chile.

Aunque la minería se distingue por ser una de las industrias más intensivas en inversión, durante el año 2014 las compañías del sector operando en México destinaron 4 mil 948 millones de dólares en inversión total según la CAMIMEX (Figura 3. 3), por debajo de los 6 mil 576 millones de dólares invertidos en 2013 y los 8 mil 43 millones de dólares de 2012.

Empresas afiliadas a Camimex	2014*	2015**
Exploración	513.1	493.4
Expansión de proyectos	339.5	459.9
Nuevos proyectos	1,360.4	1,516.0
Capacitación y productividad	75.7	95.3
Adquisición de equipo	622.7	669.7
Medio ambiente	88.1	236.1
Seguridad y salud en el trabajo	70.9	73.9
Seguridad Patrimonial	57.5	47.2
Desarrollo comunitario	41.9	41.5
Energías limpias	18.9	40.7
Apoyo a comunidades	39.9	44.1
Mantenimiento	444.9	571.9
Otros	492.8	538.0
Subtotal	4,166.3	4,827.7
No socios		
Exploración	343.3	180.0
Activos	438.1	450.0
Subtotal	781.4	630.0
Total Minería	4,947.7	5,457.7

Cifras en millones de dólares *Cifras reales **Cifras proyectadas

Figura 3. 3. Inversión para el sector minero 2014-2015

La Inversión Extranjera Directa en minería en México, de acuerdo con datos de la Secretaría de Economía, de Enero a Diciembre de 2014 ascendió a 2 mil 117 millones de dólares, una baja de 59% respecto a 2013.

En el Indicador de Régimen Fiscal del Fraser Institute, el retroceso en 2014 fue de 32 posiciones que junto con el retroceso de 50 posiciones del 2013 lo coloca en la posición 103 de 122 jurisdicciones y consecuentemente como uno de los países menos atractivos para invertir en minería. La Encuesta sobre Expectativas Económicas que realiza el Banco de México mostró la preocupación generalizada por la inseguridad, uno de los factores que frenan el crecimiento del sector.

Al cierre de 2014, la minería pagó por concepto de Impuesto Sobre la Renta 33 mil 826 millones de pesos, cifra 34.8% superior a la de 2013.

III.2 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo es el documento donde se manifiesta de forma general y coordinada, metas, estrategias, objetivos y líneas de acción. El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2013, se basa en cinco metas nacionales, las cuales son:

- I. México en paz
- II. México incluyente
- III. México con educación de calidad
- IV. México próspero
- V. México con responsabilidad global

El resultado de estas cinco metas tiene como fin lograr el objetivo principal de llevar a México a su máximo potencial.

El Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, se encuentra afín con las metas México incluyente y México Próspero cuyos objetivos/estrategias son:

- Objetivo 4.2. Democratizar el acceso al financiamiento de proyectos con potencial de crecimiento.
 - Estrategia 4.2.5. Promover la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura, articulando la participación de los gobiernos estatales y municipales para impulsar proyectos de alto beneficio social, que contribuyan a incrementar la cobertura y calidad de la infraestructura necesaria para elevar la productividad de la economía.

- Objetivo 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.
 - Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad
 - Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.
 - Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural.
- Objetivo 4.8. Desarrollar los sectores estratégicos del país.
 - Estrategia 4.8.2. Promover mayores niveles de inversión y competitividad en el sector minero.

Es importante aclarar que el PND no es un instrumento vinculante que restrinja la actividad pretendida, sin embargo, aun cuando el Proyecto no incrementará por sí mismo la infraestructura existente en el municipio de Mazapil, sí será un proyecto de alto beneficio social, ya que contribuirá a dar continuidad a las operaciones de la mina, manteniendo una gran cantidad de empleos directos existentes. Todo esto se desarrollará dentro de los lineamientos y políticas de sustentabilidad de Goldcorp, S.A. de C. V., con las que todo el personal, desde la alta gerencia, está comprometido.

Además, el Proyecto no contraviene con los objetivos y/o estrategias presentadas anteriormente, por el contrario, contribuye directamente a la estrategia 4.8.2 ya que representa un incremento en la inversión del sector minero.

III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo 2010-2016 del Estado de Zacatecas (PED)

El proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, se encuentra afín con el eje denominado “Zacatecas Productivo”, en el apartado 3.4. Fortalecimiento sustentable de la minería, el cual tiene como uno de sus objetivos el incremento de la actividad minera de manera integral, bajo esquemas que garanticen tanto el mayor beneficio económico para el estado, como la preservación del entorno ecológico y a salud de las personas que habitan en la cercanía de las explotaciones mineras. Una de las estrategias mencionadas es la fomentación de la reducción del impacto de la actividad minera en el medio ambiente y la salud de las personas. Esta estrategia se rige bajo las siguientes líneas de acción:

- Elaboración de estudios sobre el impacto ambiental y de salud, en las principales zonas mineras del estado, para la formulación de acciones correctivas y preventivas
- Apoyo a la micro y pequeña minería en la adopción de equipo y tecnologías para reducir el impacto ambiental de su actividad
- Supervisión de los trámites ambientales y buscar la agilización, buscando un trato diferenciado, entre las grandes y pequeñas empresas mineras

- Prevención de que la mancha urbana no invada los fundos mineros

Por otra parte, el apartado 3.7 Infraestructura para la competitividad tiene como objetivo ampliar y modernizar la infraestructura económica básica, acercando al estado a los niveles promedio del país, en cuanto a su disponibilidad y calidad. El proyecto es afín a la estrategia 3.7.1 Impulsar la expansión de la infraestructura industrial y el equipamiento integral de servicios necesarios para la consolidación de las actividades económicas actuales y los nuevos proyectos de inversión, la cual presenta las siguientes líneas de acción:

- Equipamiento y modernización de nuestros parques y zonas industriales, regulando su situación operativa
- Colaboración con CFE para el fortalecimiento de la infraestructura eléctrica en los municipios de vocación industrial
- Adquisición de reservas territoriales para complementar el corredor industrial Ojocaliente Fresnillo, y contar con espacios para ofertar a las empresas que ven la factibilidad de instalarse en esta zona
- Coordinación entre gobierno del estado y cámaras empresariales en la integración de un plan de desarrollo en infraestructura industrial
- Localización, atracción y fortalecimiento de industrias ancla para desarrollar proveedores locales e industria de insumos intermedios
- Conformación de una alianza con municipios y empresarios para la inversión en naves industriales impulsoras de empleo
- Fomento a la conformación de clusters industriales en el estado para aprovechar las cadenas productivas

III.2.3 Plan de Desarrollo Municipal de Mazapil 2013-2016 (PDM)

El Plan de Desarrollo Municipal de Mazapil cuenta con varios objetivos específicos, entre los cuales se identifican dos que son directamente afines al proyecto:

- Construcción colectiva de las bases de una estrategia de desarrollo sustentable y equilibrado del municipio de Mazapil
- Construcción colectiva de las condiciones para el desarrollo local integral, con equidad económica y cohesión social
- Impulso a la inserción del municipio en la dinámica industrial
- Generación de nuevos empleos y mejor remunerados en respuesta a las demandas sociales

III.2.4 Programa de Ordenamiento Ecológico

En el Estado de Zacatecas no se cuenta con un programa de ordenamiento ecológico decretado y reconocido por la SEMARNAT; tampoco en el municipio de Mazapil donde se pretende desarrollar el proyecto, existe ordenamiento ecológico alguno. Es así que se toma de referencia el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

(POEGT), que tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. No obstante, por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales.

El Proyecto se encuentra inmerso en la Unidad Ambiental Biofísica 27, denominada Sierras Transversales; en la región Ecológica con clave 9.24, que indica que tienen por política ambiental el Aprovechamiento Sustentable y que los sectores rectores del desarrollo son la Ganadería y Minería, en ambos casos, mientras que la Agricultura y la actividad Forestal aparecen como coadyuvantes del desarrollo.

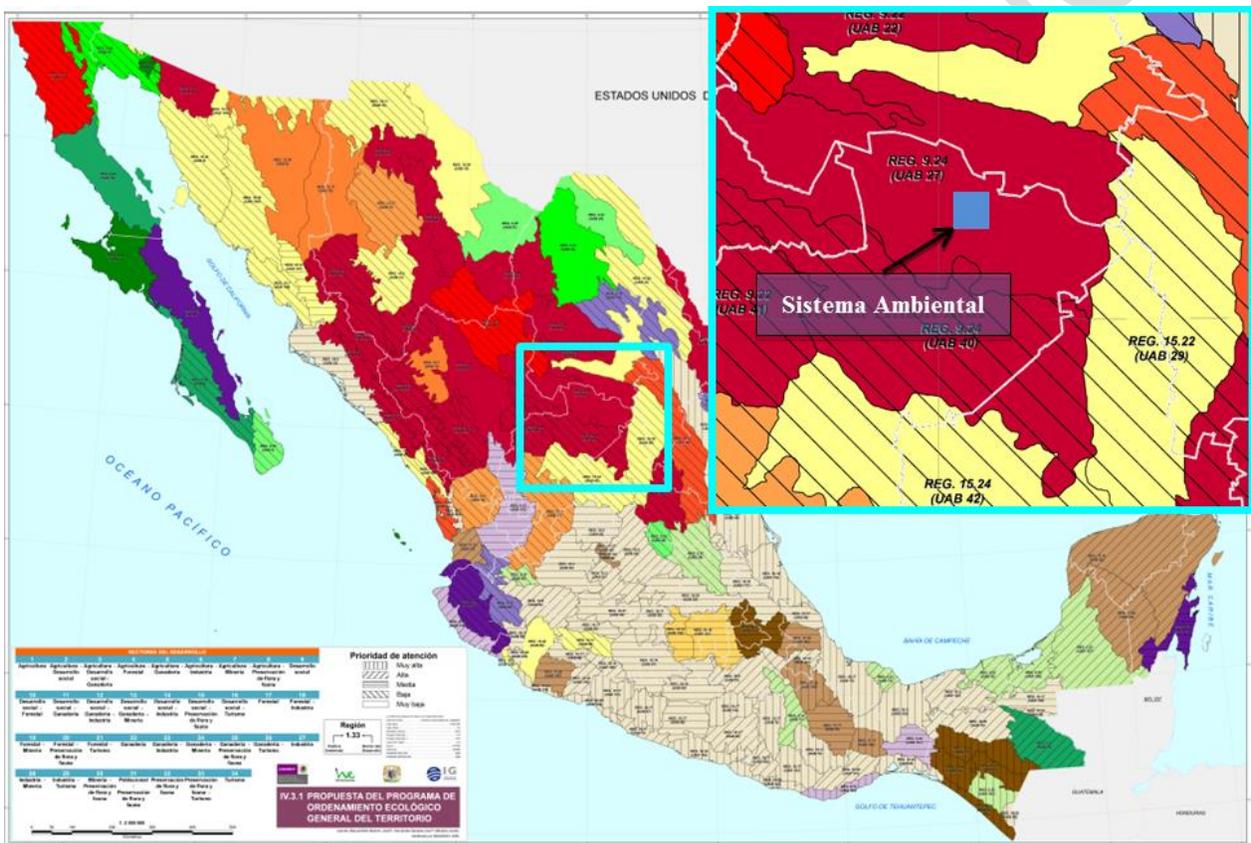


Figura 3.4. Ubicación del Proyecto dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (MOEGT)

Tabla 3.1. Características de la UAB 27 del POEGT dentro de la cual se localiza el Proyecto

Unidad Ambiental Biofísica	27. Sierras Transversales
Política Ambiental	Aprovechamiento Sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.
Estado del Medio Ambiente (2008)	Estable. Conflicto Sectorial Nulo. 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/km2): 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
Prioridad de atención	Muy Baja
Rectores del desarrollo	Ganadería – Minería
Coadyuvantes de desarrollo	Agricultura – Forestal
Asociados del desarrollo	Poblacional
Otros sectores de interés	CFE – SCT
Estrategias	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 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. 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.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.

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> <p>31: Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p> <p>32: Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</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>
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
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>

Aun cuando el POEGT no es un instrumento vinculatorio que autorice o prohíba el uso del suelo para el desarrollo de diferentes actividades, el Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras es concebido como un proyecto asociado a las actividades de beneficio que se realizan en la UMP, pertenecientes al sector minero, uno de los sectores rectores del desarrollo en la UAB 27. Asimismo, no es contrario a la política ambiental decretada, en virtud de que se plantea como un requerimiento para una mayor eficiencia en el desarrollo de las actividades mineras de la UMP, en línea con la política interna de mejora continua en el desempeño ambiental de los procesos de Goldcorp y de Minera Peñasquito, lo cual conlleva un desarrollo social a nivel regional, contribuyendo en cierta medida con las estrategias planteadas para este rubro.

III.2.5 Áreas de protección y conservación de recursos

Áreas Naturales Protegidas

Actualmente, las Áreas Protegidas son el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica con fines de conservación de la biodiversidad. Por tal razón, se consultó el listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, con la finalidad de corroborar que dentro de la zona donde pretende realizarse el proyecto, no se tenga incidencia sobre alguna área Federal, Estatal o Municipal dentro de dicho listado.

En una revisión de la información digital cartográfica (*shapes*) de la CONANP, se pudo determinar que existe una Área Natural de carácter Federal dentro del Municipio de Mazapil (Figura 3.5). Esta corresponde a la Sierra La Mojonera, ubicada a aproximadamente 68 km distancia en dirección Sureste del Proyecto. Esta Área fue categorizada como Área de Protección de Flora y Fauna en el año 2000 y cuenta con una extensión aproximada de 9,200 ha.

Por otra parte, a aproximadamente 112 km de distancia en dirección Noreste del proyecto, se puede localizar el ANP Sierra de Arteaga.

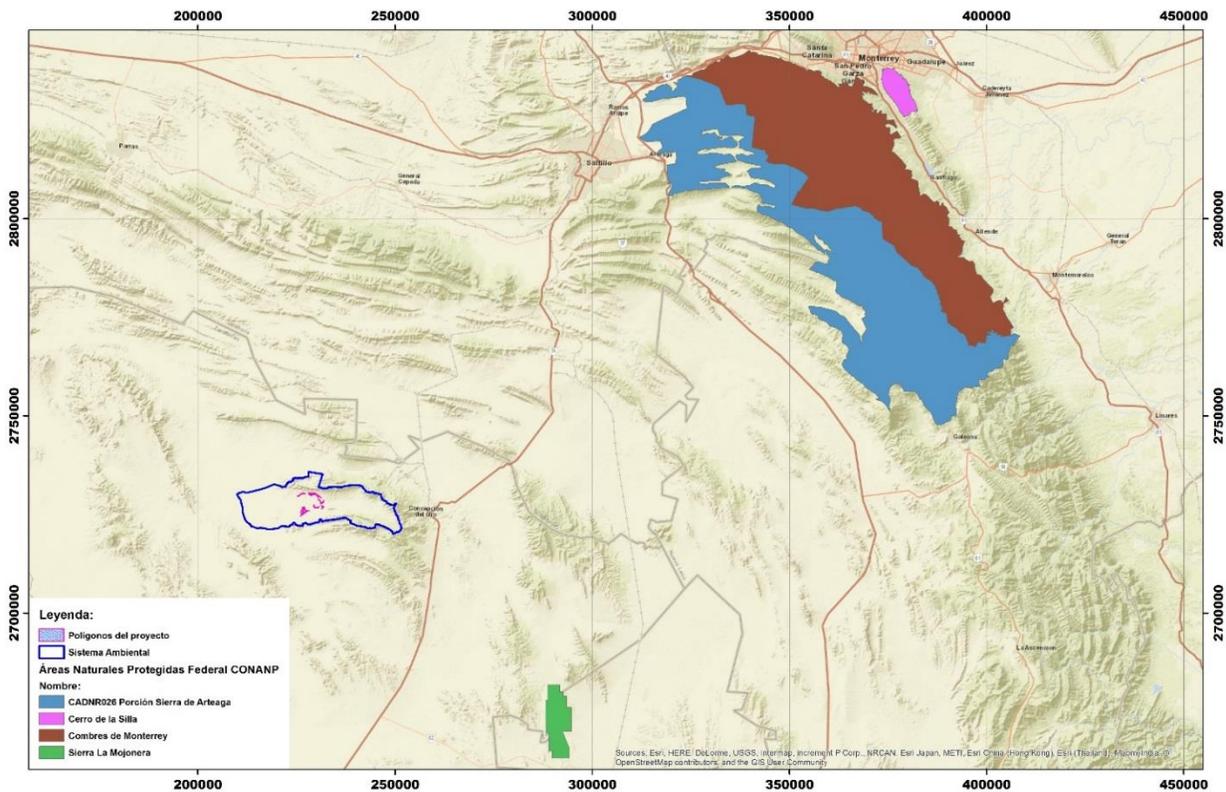


Figura 3.5. Localización del SA respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales

En cuanto a ANP de carácter Estatal, la Sierra de Zapalinamé se encuentra a aproximadamente 85 km en dirección Noreste del sitio del proyecto. Esta ANP tiene una extensión de 25,768 ha, localizada en el Sureste del Estado de Coahuila.

Aproximadamente a 89 km en la misma dirección, se localiza Llano de la Soledad, Área Natural Protegida del Estado de Nuevo León de aproximadamente 9,000 ha de pastizales abiertos. Además, al Sur del Llano de Soledad, a la misma distancia estimada del proyecto, se localiza La Hediondilla.

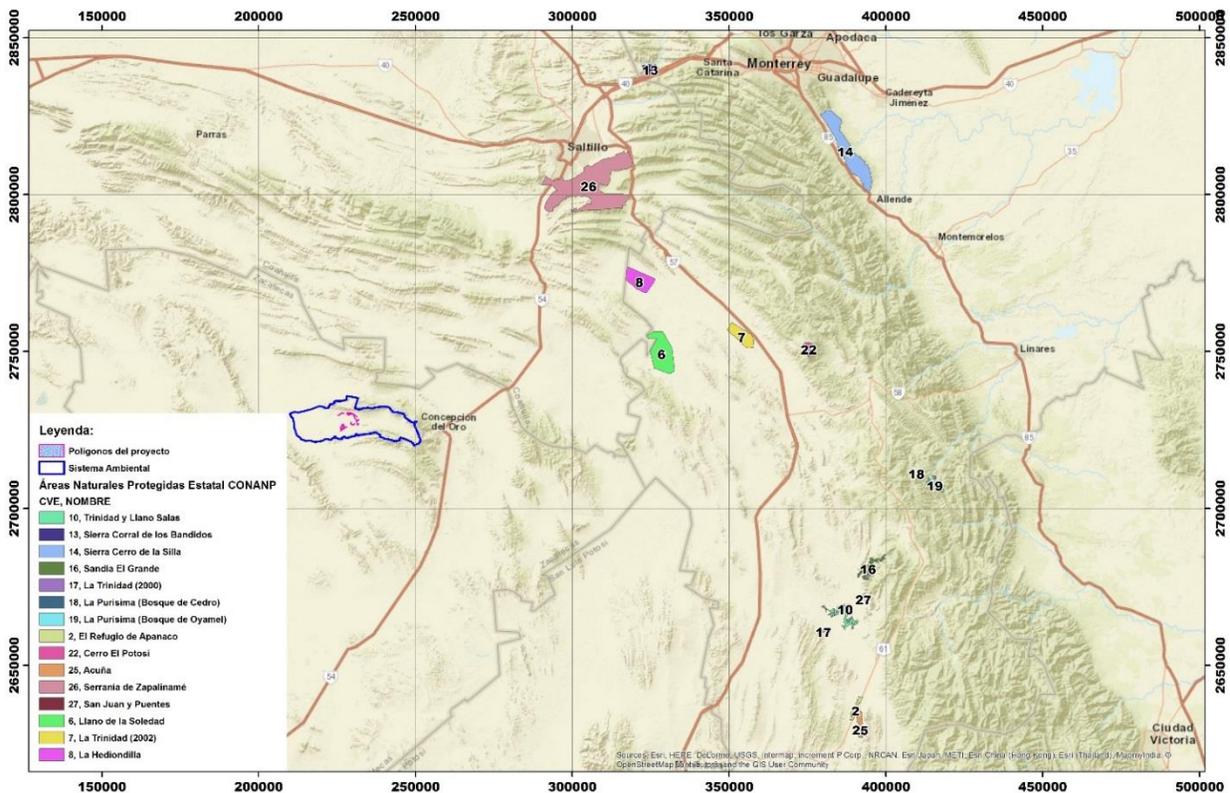


Figura 3.6. Localización del SA respecto a las Áreas Naturales Protegidas Estatales

Así pues, se comprobó que el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto no se traslapa con ningún área natural protegida de carácter, estatal o federal.

Dada la naturaleza del Proyecto y a la distancia considerable que existe entre este y la ANP más cercana, no se prevé que el desarrollo de las obras y actividades propuestas pueda poner en riesgo alguno de los objetos de conservación de las ANP más cercanas, por tanto, la viabilidad ambiental del proyecto inicia al no interferir con los procesos físicos, ambientales, ecológicos, entre otros, de las áreas con ambientes originales que no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas.

Regiones Prioritarias (CONABIO)

Tal como es descrito por la propia Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se impulsó un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), con el fin de optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México. Para ello, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a riqueza de especies, presencia de organismos endémicos, y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económica y ecológica. A través de este marco de planeación regional, la CONABIO pretende orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México (Portal CONABIO, Regionalización 2008). El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO tiene como finalidad la detección de áreas con características particularmente importantes para la conservación de la biodiversidad.

Dicho esto, se realizó un análisis espacial en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), de la SEMARNAT, para corroborar que el área donde se pretenden realizar las actividades del Proyecto tampoco se encuentra total o parcialmente dentro de una región prioritaria para la conservación de recursos, ya fuese esta Terrestre (RTP), Hidrológica (RHP) o Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

La Región Terrestre Prioritaria más cercana al proyecto corresponde a Tokio, localizada a aproximadamente 46 km de distancia en dirección Noreste del proyecto. La Región El Potosí-Cumbres de Monterrey se localiza a 116 km aproximadamente en la misma dirección.

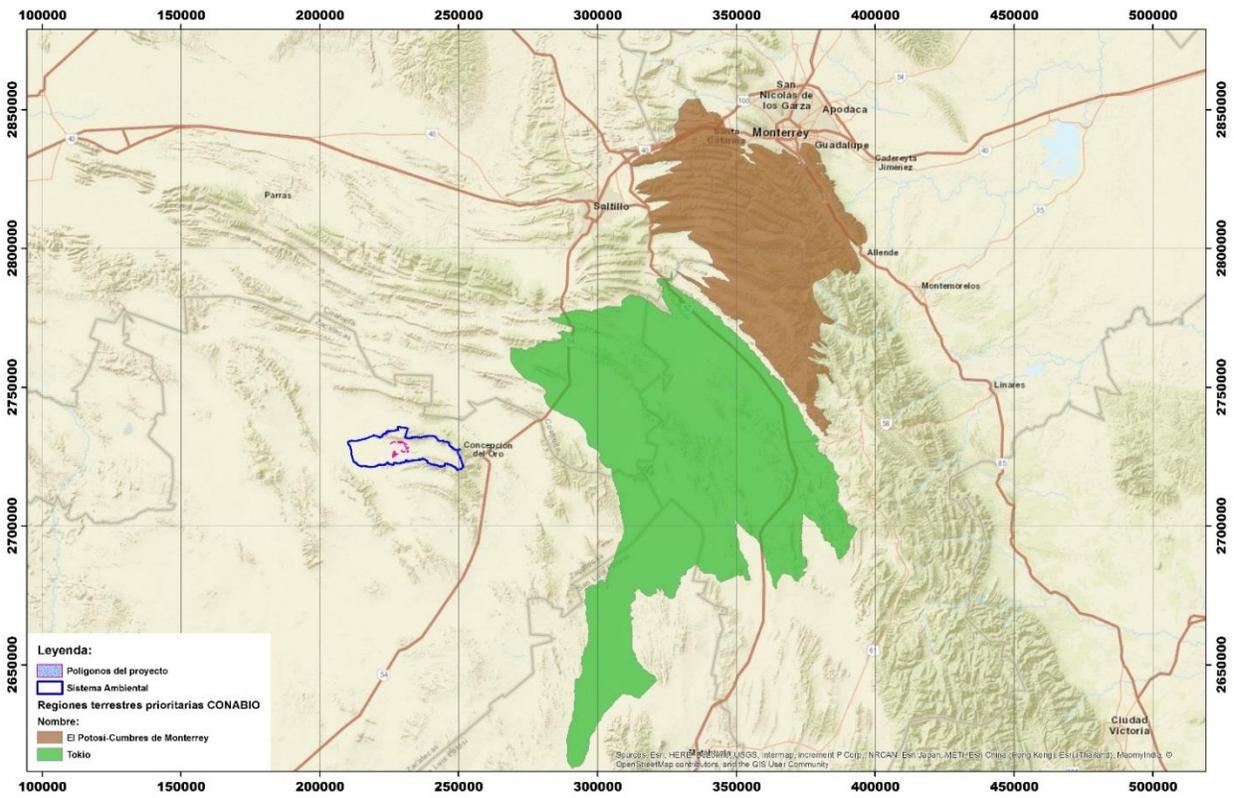


Figura 3.7. Localización del SA respecto a las RTP

Al igual que las Terrestres, las Regiones Hidrológicas Prioritarias se encuentran distantes del sitio del proyecto. Como se puede observar en la siguiente figura, la RHP más cercana al proyecto es la denominada Camacho-Gruñidora, localizada a aproximadamente 30 km en dirección Suroeste del proyecto. Por otra parte, la Región Cumbres de Monterrey se localiza a aproximadamente 91 km en dirección Noreste.

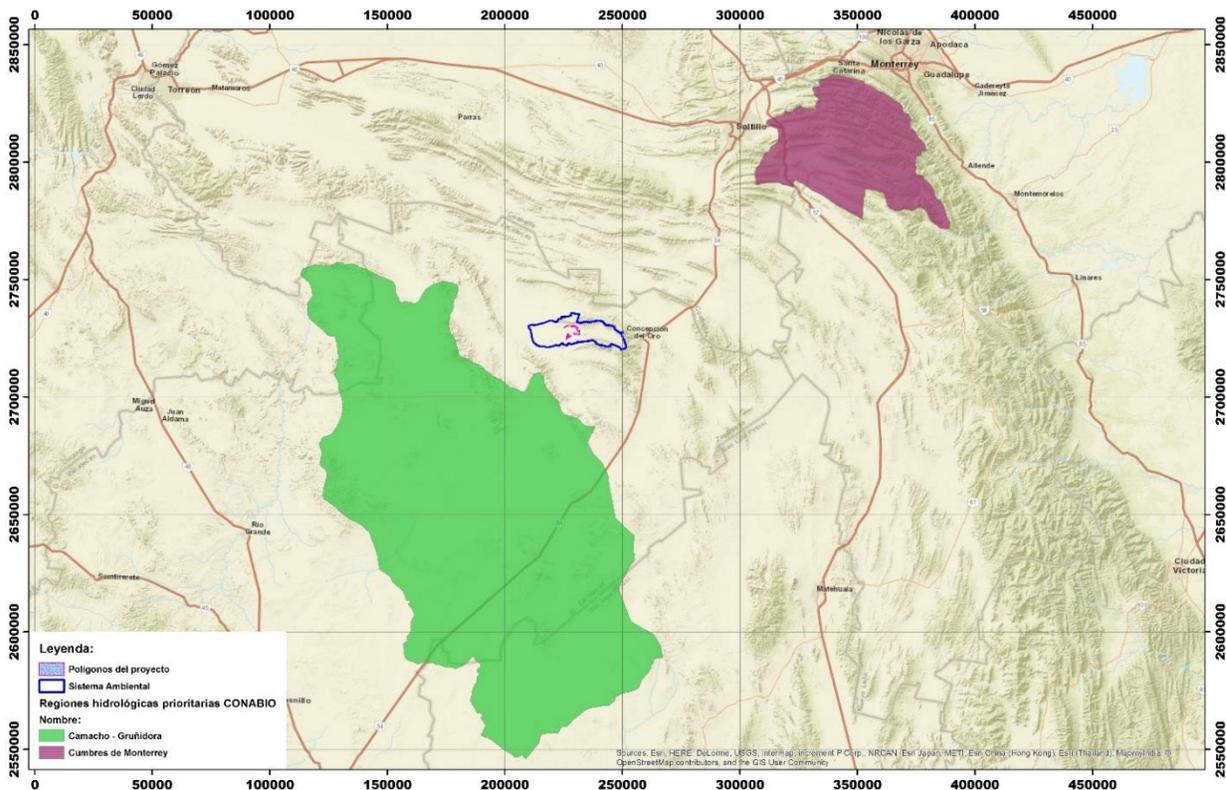


Figura 3.8. Localización del SA respecto a las RHP

Además de las Áreas Naturales Protegidas, existen también las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

De acuerdo a este programa, el proyecto se localiza a una distancia aproximada de 44 km en dirección Suroeste de la AICA más cercana, la cual corresponde a Praderas de Tokio. Esta Área de Importancia tiene una superficie de 204,730 ha, y se encuentra localizada en la subprovincia Sierra y Llanuras Occidentales de la Sierra Madre Oriental.

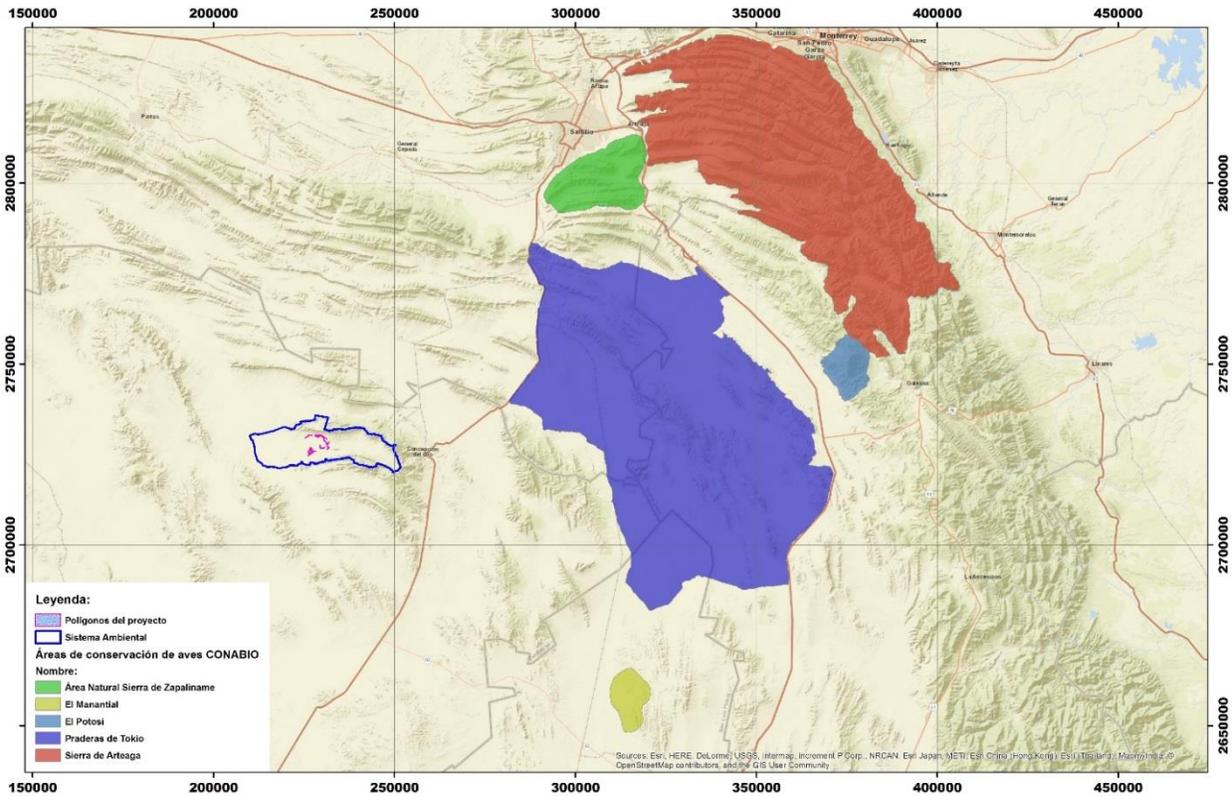


Figura 3.9. Localización del SA respecto a las AICA

III.3 Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental

En la Tabla 3.2 se presenta un extracto de los ordenamientos jurídicos que fundamentan la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental para evaluación del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras.

Tabla 3.2. Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental

criterio	Vinculación con el Proyecto
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	
Art. 15, IV.- que quien realice obras o actividades que afecten o dañen el ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha alteración involucre. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales	Se pretende el aprovechamiento sustentable de los recursos minerales en el sitio del Proyecto, para lo cual se aplicarán las medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental propuestas en el cap. VI, para minimizar los impactos que de él deriven
Art. 28.- (...) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear	Las actividades del Proyecto Ampliación y Construcción Tepetateras entran en los supuestos de la fracción III del artículo 28, en cuanto a que pretenden continuar con los procesos de beneficio de minerales. Es así que requiere autorización previa en materia de impacto ambiental para su ejecución, misma que se tramita a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Criterio	Vinculación con el Proyecto
<p>Art. 110.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico</p>	<p>El Proyecto no contempla fuentes fijas de emisiones, sin embargo, durante las diferentes actividades del Proyecto en donde se utilicen fuentes móviles que puedan emitir contaminantes a la atmósfera, se implementarán medidas de prevención y mitigación para dicho impacto; como el riego de caminos o áreas de tránsito, por ejemplo.</p>
<p>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA-EIA)</p>	
<p>Art. 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN: ...I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo</p>	<p>El Proyecto pretende aumentar la productividad teniendo más espacios para depositar tepetate, lo cual entra en el inciso "I" del presente artículo, requiriendo así, la elaboración y presentación de la manifestación de impacto ambiental presente.</p>
<p>Art. 9.- La Información que contenga la MIA deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del Proyecto. La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo.</p>	<p>La presente Manifestación de Impacto Ambiental identifica los aspectos más relevantes del Proyecto y su vinculación con los componentes ambientales en el sitio donde pretende desarrollarse. Asimismo, fue elaborada conforme a la guía para la presentación de la MIA modalidad particular del sector minero, que incluye la información requerida en el Artículo 12 del RLGEEPA-EIA</p>
<p>Los artículos 19 al 22, 24, y 26 al 28, detallan el procedimiento de evaluación de los proyectos en materia de impacto ambiental, descrito de forma general en la LGEEPA. Para la emisión del resolutivo correspondiente, los artículos 44 al 50 exponen las consideraciones que deberán seguirse por parte de la SEMARNAT y por parte de la promotente.</p>	<p>Tanto Minera Peñasquito S.A. de C.V. como Natural Environment S.C. observarán y seguirán el proceso de evaluación de la MIA para su resolución conforme a lo establecido en la LGEEPA y su reglamento</p>
<p>Art. 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Los artículos 52 y 53 también hacen referencia a los seguros y garantías.</p>	<p>En caso de que SEMARNAT solicite una fianza o contratación de un seguro ambiental, Minera Peñasquito S.A. de C.V. realizará las garantías que procedan</p>
<p>Ley General de Vida Silvestre (LGVS)</p>	
<p>Artículo 18.- Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que</p>	<p>El Proyecto no pretende realizar ningún aprovechamiento extractivo o no extractivo en los términos de la LGVS; sin embargo, sí realizará un cambio de uso de suelo en terrenos forestales que ocasionará un efecto negativo en predios sobre los que tiene legítimo derecho de ocupación, por lo que bajo los supuestos establecidos en el presente artículo, tal como se estableció en el Capítulo VI de la presente MIA, se proponen medidas para</p>

Criterio	Vinculación con el Proyecto
realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat	garantizar una afectación puntual sobre las zonas a CUSTF y sin relevancia para la vida silvestre del ecosistema integral a nivel del Sistema Ambiental. Para tales efectos, se han manifestado las siguientes medidas de prevención, mitigación y compensación: Delimitación de áreas autorizadas; Rescate y reubicación de flora; Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna; Prohibición de extracción de individuos de flora; Prohibición de cacería e introducción de especies exóticas de fauna; y Prohibición de fuegos o quemas. Para el seguimiento y cumplimiento de estas medidas, en el Anexo 7.1 de la MIA se integró el Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental, que a su vez incluyó en los apéndices 7.1.2 y 7.1.3 los programas de Rescate y Reubicación de Flora; y de Captura y Liberación de Fauna, respectivamente.
Artículo 27 Bis.- No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.	No se introducirá ninguna especie exótica o no exótica en el área del Proyecto
Artículo 31.- Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	En el Apéndice 7.1.3, incluido como parte del Anexo 7.1 de la presente MIA, se presenta el Programa de Captura y Liberación de Fauna, el cual expone los protocolos y técnicas que se adoptarán durante el desarrollo del Proyecto para el manejo de la fauna rescatada, incluyendo su transportación y liberación, con la finalidad de evitar o disminuir su tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor.
Artículo 56.- La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en las NOM correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; (...)	Derivado de los trabajos de campo y de gabinete realizados para la elaboración de la MIA, de los registros obtenidos, se identificaron aquellas especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales implicaron consideraciones particulares en el proceso de evaluación de los impactos ambientales, así como respecto a las maniobras de rescate y reubicación de flora; y de captura y liberación de fauna, que se harán como parte de las medidas de prevención, mitigación y compensación del Proyecto contra los impactos ambientales identificados.
Artículo 58.- Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como: a) En peligro de extinción b) Amenazadas c) Sujetas a protección especial	Tal como se manifestó en la MIA, las especies en riesgo identificadas en el SA y AI fueron clasificadas de acuerdo a la NOM-059, que a su vez atiende a lo plasmado en el Artículo 58 de la LGVS. A nivel del SA, de la flora, se identificaron 7 especies sujetas a protección especial, y 1 en peligro de extinción, mientras que de fauna se registraron 3 especies sujetas a protección especial y 3 Amenazadas.

Criterio	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.</p> <p>Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.</p>	<p>La presente MIA manifiesta la presencia de vida silvestre en las áreas que pretende ocupar para el desarrollo del Proyecto, identificando como parte de los impactos principales del Proyecto, los efectos negativos que se presentarán sobre la flora y fauna. Por tales razones, se han propuesto las medidas pertinentes para su control, prevención, mitigación y compensación:</p> <p>Delimitación de áreas autorizadas; Rescate y reubicación de flora; Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna; Prohibición de extracción de individuos de flora; Prohibición de cacería e introducción de especies exóticas de fauna; y Prohibición de fuegos o quemas. Para el seguimiento y cumplimiento de estas medidas, en el Anexo 7.1 de la MIA DTU-B se integró el Programa de Manejo Ambiental, que a su vez incluyó en los apéndices 8.1.2 y 8.1.3 los programas de Rescate y Reubicación de Flora; y de Captura y Liberación de Fauna, respectivamente.</p>

En virtud de que la SEMARNAT ejerce las atribuciones que le otorgan diversas disposiciones legales, además de la LGEEPA y su reglamento, como referencia en la Tabla 3.3 se presenta una lista de otros ordenamientos aplicables al Proyecto, que no necesariamente motivan o fundamentan la evaluación de impacto ambiental.

Tabla 3.3. Vinculación con Ordenamientos Jurídicos
Otras Leyes que rigen al Proyecto

- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su Reglamento
- Ley Minera
- Ley General de Vida Silvestre
- Diversos Reglamentos de la LGEEPA

Al Proyecto, por situarse en territorio nacional, le rigen todas las Leyes vigentes, sin importar el rubro o sector al que se refieran; sin exclusión de alguna de ella, se deberá cumplir con los lineamientos estipulas aplicables al Proyecto.

No es objetivo de este trabajo hacer una recapitulación puntual de la vinculación de cada una de ellas, cumpliendo con el alcance de este documento el listarlas y reconocerlas como vinculantes al Proyecto.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas que se relacionan con el desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, y cuya aplicación compete a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se presentan en la Tabla 3.4, donde se pone en manifiesto su objetivo y la manera en que se vinculan.

Tabla 3.4. Normatividad Ambiental aplicable

Aspecto Ambiental	NOM	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
Residuos	NOM-052-SEMARNAT-2005	Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente	Durante la etapa de operación del Proyecto se generarán diversos tipos de residuos que se deberán identificar y clasificar por sus características de peligrosidad de acuerdo a esta Norma
	NOM-054-SEMARNAT-1993	Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005	Se deberá atender el procedimiento descrito en esta Norma cuando no se tengan completamente identificadas las características de los residuos generados, para determinar si son incompatibles, en cuyo caso deberán manejarse con especial cuidado
	NOM-157-SEMARNAT-2009	Elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros	El Proyecto consiste en la construcción y operación de tepetateras, por lo que el manejo de este residuo se realizara conforme a lo señalado en esta Norma
Contaminación Atmosférica	NOM-041-SEMARNAT-2006	Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	Aun cuando el campo de aplicación de la NOM excluye a la maquinaria dedicada a la industria minera, aplica para la flota de vehículos del personal que laborará en el Proyecto. Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se aplicará a los vehículos se deberá cumplir con los niveles establecidos
	NOM-045-SEMARNAT-2006	Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición	Aun cuando el campo de aplicación de la NOM excluye a la maquinaria dedicada a la industria minera, aplica en caso de que alguno de los vehículos del personal utilice diésel, o en caso de utilizar pipas para el riego de caminos. Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se les aplicará, se cumplirá con

Aspecto Ambiental	NOM	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
			niveles establecidos
Ruido	NOM-080-SEMARNAT-1994	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	No se espera rebasar ninguno de estos límites, sin embargo, los vehículos y maquinaria de operación deberán estar sometidos a un mantenimiento que asegure su correcto funcionamiento y evite que niveles de ruido excedan LMP
Flora y Fauna	NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo	El Proyecto tomará mayores medidas de prevención de daños sobre los recursos naturales de las especies enlistadas en esta Norma, identificadas en el Capítulo IV del presente documento. Estas medidas están descritas en el Capítulo VI
	NOM-114-SEMARNAT-1998	Especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas.	La reubicación de línea de transmisión eléctrica de 69 kv ubicada en el área de la Tepetatera Suroeste se realizará bajo las especificaciones de esta norma.

A su vez, el Proyecto se sujetará a normas oficiales mexicanas en materia de seguridad laboral y de salud, entre las cuales destacan la NOM-011-STPS-2001, NOM-023-STPS-2003 y NOM-025-SSA1-2014.

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

IV.1. Delimitación de las áreas de análisis

IV.1.1. Delimitación del Área de Influencia (AI) del proyecto

La delimitación del Área de influencia se generó con la finalidad de que los elementos abióticos y bióticos que pudieran tener algún tipo de interacción con alguna de las obras y actividades del Proyecto, pudieran ser analizados y así determinar el grado de afectación positiva o negativa de este sobre el entorno.

La delimitación del Área de Influencia se realizó tomando como base las características de las obras y actividades enmarcadas en el Proyecto, considerando así, las diversas actividades a ser llevadas a cabo y el posible impacto por emisiones a la atmósfera, ruido, presencia humana, entre otros criterios. Atendiendo lo anterior, se utilizaron como base para la delimitación espacial, las nanocuenas sobre las cuales podría tener incidencia el desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras.

Adicionalmente, se realizó un análisis de información ambiental de fuentes oficiales, generada para la zona y basada en los siguientes criterios:

- VI. Algunos componentes ambientales y características de estos pueden ser considerados como indicadores ambientales, por ejemplo, la cobertura vegetal, la estabilidad edáfica, entre otros, ya que constituyen la base para el mantenimiento de procesos biológicos, físicos y químicos dentro del ecosistema
- VII. Las características de los componentes ambientales dentro del Área de Influencia son homogéneas o sostiene una relación/influencia cercana
- VIII. El AI considera a los componentes bióticos y abióticos que pudieran llegar a tener alguna relación con las actividades enmarcadas en la Ampliación y Construcción de Tepetateras

La selección de las nanocuenas sobre las cuales podría tener incidencia el proyecto y que en principio sentaron la base para delimitar el Área de Influencia se realizó sobre una plataforma de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Una vez seleccionadas las nanocuenas sobre las cuales podría tener incidencia el proyecto, se realizaron algunos cortes a fin de generar un Área de Influencia objetiva, que mostrará espacialmente las superficies que pudieran verse impactadas por el desarrollo del Proyecto y no toda la superficie de las nanocuenas seleccionadas. Los cortes realizados a las nanocuenas atendieron a los límites máximos esperados que pudiera tener cualquiera

de los impactos que pudieran generarse por el desarrollo del Proyecto, ello tomando en cuenta sobre todo a la topografía y la hidrología.

Enseguida se presenta la Figura 4.1 (Anexo 4.1) donde se muestra el Área de Influencia del Proyecto la cual se basó en el corte y selección de superficie de diferentes nanocuenclas, dando como resultado un AI de 9,924.17 hectáreas.

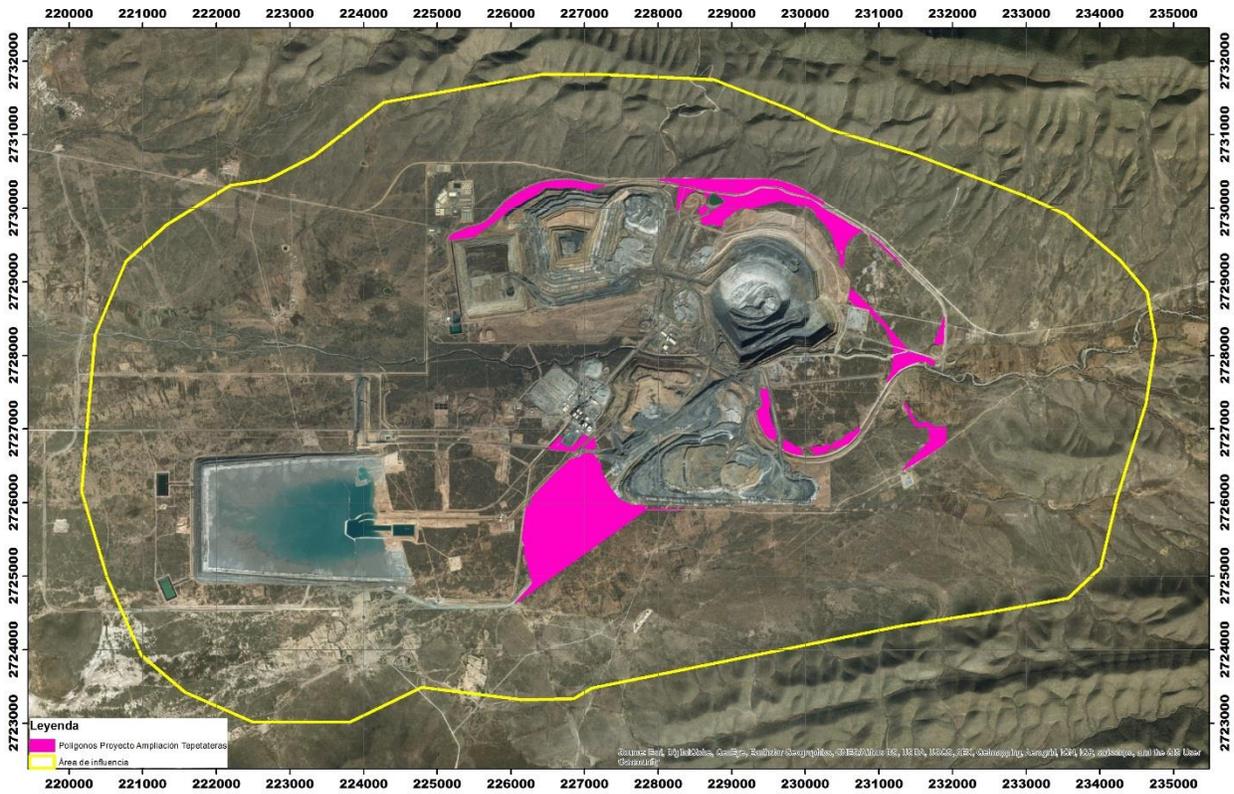


Figura 4.1. Área de Influencia delimitada para el Proyecto

IV.1.2 Delimitación del Sistema Ambiental (SA) donde pretende establecerse el proyecto

El Sistema Ambiental del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, se generó a partir del análisis de información ambiental de fuentes oficiales, generada para la zona y con base en los siguientes criterios:

- El SA considera los principales elementos bióticos y abióticos que pudieran llegar a tener alguna relación con el Proyecto, por lo que permite una comprensión de las relaciones e interacciones entre el Proyecto y los elementos ambientales del entorno
- Los elementos ambientales considerados para la delimitación del SA pueden ser considerados como indicadores, por ejemplo, agua, suelo y biota, y constituyen la base para el mantenimiento de procesos biológicos, físicos y químicos de la naturaleza

- Las características de los elementos ambientales dentro del SA, son homogéneas o sostiene una relación/influencia cercana

La base principal para establecer los límites del SA se constituyó con criterios hidrológicos. A partir del análisis del régimen hidrológico que comprende el entorno sub-regional, y con base en las curvas de nivel del INEGI (escala 1:50,000) a cada 10 m, se generó un modelo de hidrología superficial, con las que se determinaron las subunidades de captura y contribución hidrológica dentro de la microcuenca, sobre las que tendrían incidencia la Ampliación y Construcción de Tepetateras, y a las que se les ha denominado nanocuenas. Otro factor considerable para establecer los límites del SA ha sido la topografía del sitio, los cuales han fungido como denotar parteaguas para la modelación de las nanocuenas y demarcar los límites topográficos del Sistema Ambiental.

A partir de la base hidrológica, se modificó una parte del límite establecido al Norte por el parteaguas de las nanocuenas con la finalidad de incluir la totalidad del predio en convenio de ocupación temporal entre Minera Peñasquito y el Ejido Cedros, considerando este elemento como uno de los aspectos socioeconómicos que deben integrar el universo de referencia para el estudio y análisis de la influencia e interacciones directas o indirectas, acumulativas, sinérgicas, permanentes y/o residuales, que propiciará la ejecución del Proyecto dentro del medio ambiente que lo rodea.

A continuación, se presenta un modelo de nanocuenas con detalle del relieve topográfico donde se aprecia de manera más clara la delimitación del Sistema Ambiental, la sección Oeste se demarco por la dirección de flujo de las escorrentías presentes en las nanocuenas de aportación y las secciones Norte, Sur y Este por los parteaguas. Así también se aprecia la ampliación del límite Norte que obedece a los límites del predio propiedad del Ejido de Cedros, pero el cual es ocupado legalmente mediante un COT por Minera Peñasquito para el desarrollo de las actividades de explotación y beneficio de minerales. Esta porción de terreno que se extiende al Norte es de aproximadamente 1,363 hectáreas que representan solo el 3.6% de la superficie total que ocupa el Sistema Ambiental, que asciende a 37,669.0462 ha (figura 4.2).

muy seco se presenta hacia la región Norte y Noreste, el 4% restante presenta clima cálido subhúmedo y se encuentra hacia el Sur y Suroeste de la entidad.

Conforme a la Clasificación climática de Köppen modificada para México por Enriqueta García (1988), en el SA se encuentran cuatro tipos de clima (ver tabla siguiente), predominando los climas secos, aunque en las partes altas del Sureste del SA se identifica un tipo de clima templado. Los tipos de clima que se identifican con las claves BS1kw, BS₀hw, BW_{hw} y C(E)x'; se describen a continuación:

Tabla 4.1. Tipos de clima dentro del Sistema Ambiental

Clave	Tipo	Subtipo	Condición de Temperatura	Régimen de Precipitación	Porcentaje de lluvia invernal
BS1kw	Seco Estepario (el menos seco de los secos)	Semiseco (cociente de precipitación entre temperatura (P/T) mayor de 22.9)	Templado con verano cálido. Temperaturas medias: anual de 12° a 18 °C; del mes más frío entre -3° y 18 °C; del mes más cálido > 18 °C	De verano (el mes de máxima precipitación cae dentro del período de mayo-octubre, y este mes recibe por lo menos 10 veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año)	Entre 5 y 10.2 (Cantidad de lluvia que cae en este período con respecto a la total Anual)
BS ₀ hw	Seco Estepario (el menos seco de los secos)	Seco (cociente de precipitación entre temperatura (P/T) menor de 22.9)	Semicálido con invierno fresco. Temperaturas medias: anual de 18° a 22 °C; y del mes más frío < 18 °C	De verano (el mes de máxima precipitación cae dentro del período de mayo-octubre, y este mes recibe por lo menos 10 veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año)	Entre 5 y 10.2 (Cantidad de lluvia que cae en este período con respecto a la total Anual)
BW _{hw}	Seco Desértico (el más seco de los secos)	N/A	Semicálido con invierno fresco. Temperaturas medias: anual de 18° a 22 °C; y del mes más frío < 18 °C	De verano (el mes de máxima precipitación cae dentro del período de mayo-octubre, y este mes recibe por lo menos 10 veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año)	Entre 5 y 10.2 (Cantidad de lluvia que cae en este período con respecto a la total Anual)
C(E)x'	Templado semifrío	N/A	Semifrío con Temperatura media anual entre 5 ° y 12 ° C	Subhúmedo (régimen de lluvias de verano, escasas todo el año o de invierno)	Lluvia invernal > 18 Precipitación del mes más seco < 40

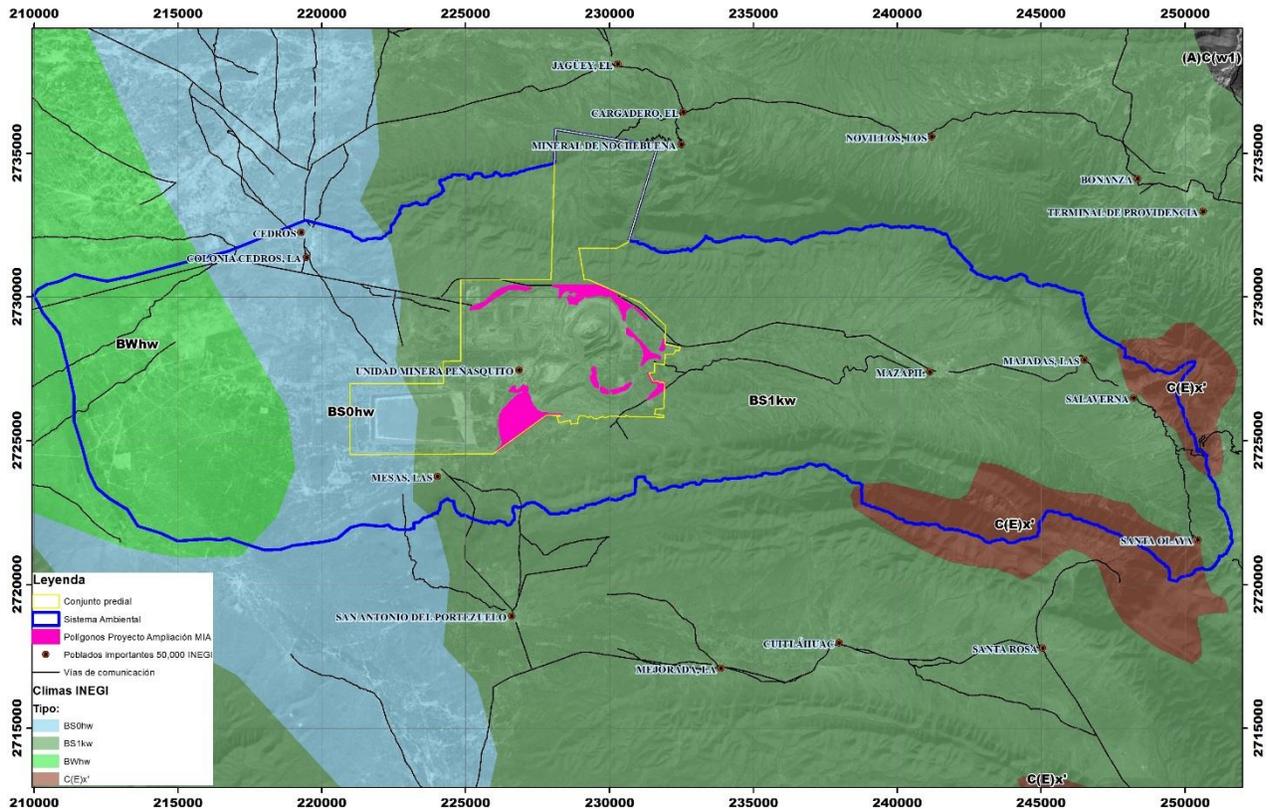


Figura 4.3. Tipo de clima dentro del SA según Clasificación de Köppen (INEGI)

De acuerdo con los metadatos del INEGI, la totalidad de los polígonos del Proyecto se localizan en el rango cuyo clima es BS1kw, mismo que predomina en la superficie del predio y del SA.

IV.2.1.1.2 Temperatura

Con base en información digitalizada (metadatos), y recopilada por la CONABIO, la superficie del Sistema Ambiental delimitada para el proyecto abarca 3 diferentes zonas de temperatura (Figura 4. 4).

La primera zona situada al Oeste del SA, se clasifica como Árido, semicálido, temperatura entre 18°C y 22°C, mes más frío menor de 18°C, mes más caliente mayor de 22°C. La segunda zona situada al Centro del SA, se clasifica como Árido, templado, temperatura media anual entre 12 y 18°C, mes más frío entre -3°C y 18°C.

La tercera zona se sitúa al Este del SA y se clasifica como Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12 y 18°C, mes más frío entre -3°C y 18°C, mes más caliente menor de 22°C.

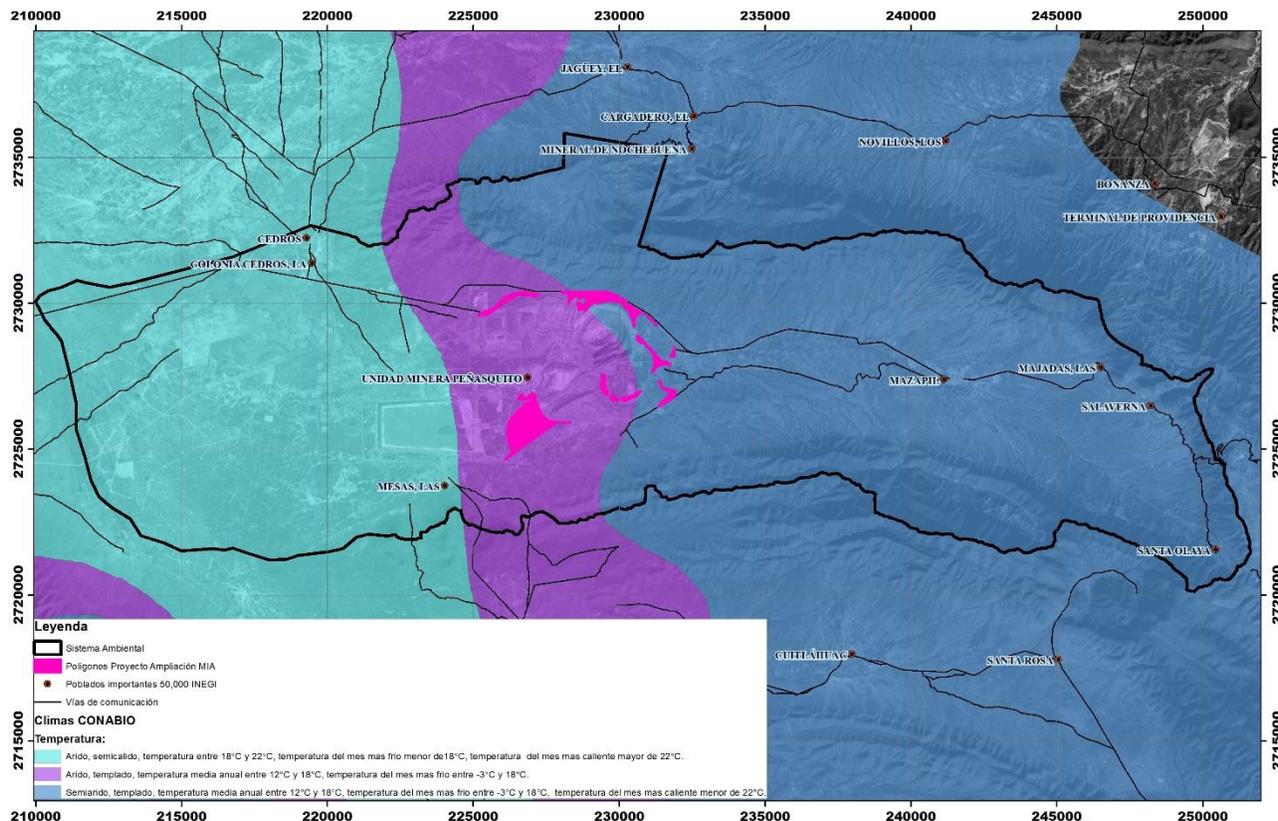


Figura 4. 4. Temperatura, CONABIO

Para un mejor análisis de las variables climáticas en el SA, se recopiló y procesó información de Normales Climatológicas¹ de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) más cercanas al Área de estudio, las cuales se presentan en la Tabla 4.2 y cuya ubicación se muestra en la Figura 4.5, cayendo todas dentro de un radio de 70 km. La base de datos creada con información de estas estaciones incluye datos estadísticos desde 1981 al 2010, lo cual les da mayor representatividad a las variables modeladas.

Tabla 4.2. Estaciones meteorológicas utilizadas para modelar rangos de temperatura dentro del SA

ID	Clave	Nombre	Estado	Municipio
1	32004	Camacho	Zacatecas	Mazapil
2	32010	Caopas	Zacatecas	Mazapil
3	32007	Cedros	Zacatecas	Mazapil
4	32087	Concepción del Oro	Zacatecas	Concepción del Oro
5	32141	El Salvador	Zacatecas	El Salvador
6	32022	Gruñidora	Zacatecas	Mazapil
7	32036	Mazapil	Zacatecas	Mazapil

¹ Normales Climatológicas: valores medios de los elementos meteorológicos (temperatura, humedad, precipitación, evaporación, etc.) calculados con los datos recabados durante un periodo largo y relativamente uniformes. (SMN, 2010)

ID	Clave	Nombre	Estado	Municipio
8	32040	Nuevo Mercurio	Zacatecas	Mazapil
9	32052	San Rafael	Zacatecas	Mazapil
10	32078	San Tiburcio	Zacatecas	Mazapil
11	5081	Carneros	Coahuila	Saltillo
12	5141	Gómez Farías	Coahuila	Saltillo
13	5175	La Ventura	Coahuila	Saltillo
14	5145	San Juan de la Vaquería	Coahuila	Saltillo

En la siguiente figura se presenta la ubicación espacial de las estaciones meteorológicas utilizadas con respecto al Sistema Ambiental.

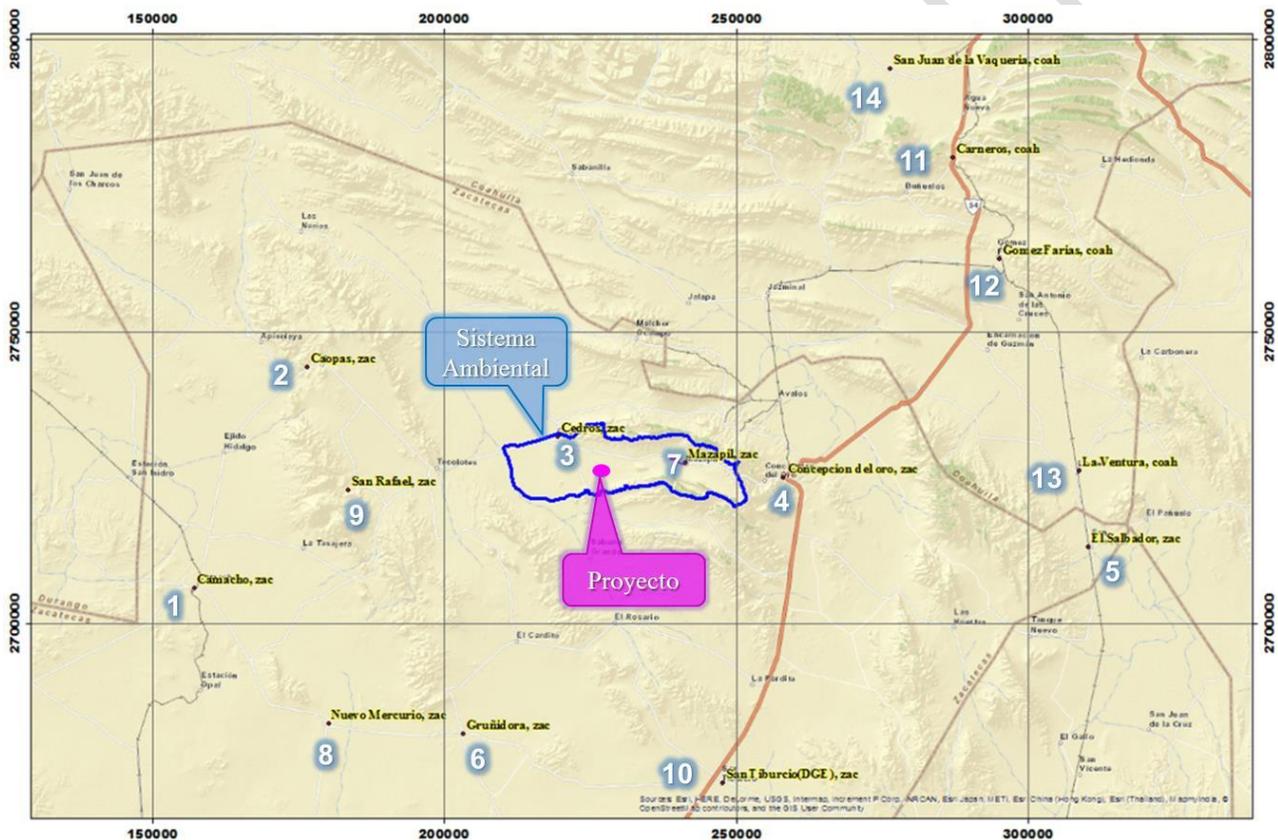


Figura 4.5. Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas para generar los modelos de temperaturas

Con la base de datos creada y cargada en el Sistema de Información Geográfica, se utilizó la herramienta de *ArcGIS Spatial Analyst* para efectuar un análisis y modelado espacial con los datos estadísticos recuperados, realizando una interpolación a ráster a través del método *Spline*. La interpolación predice valores para las celdas de un ráster a partir de una cantidad limitada de puntos de datos de muestra. La herramienta *Spline* utiliza un método de interpolación que estima valores usando una función matemática que

minimiza la curvatura general de la superficie, lo que resulta en una superficie suave que pasa exactamente por los puntos de entrada.

A partir del procedimiento anterior, se elaboraron modelos de temperatura media, máxima y mínima para el Sistema Ambiental; con valores promedios registrados de 1981 a 2010 por estaciones climatológicas del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) mencionadas anteriormente.

De acuerdo a estos, la temperatura mínima normal anual que se presentan en el SA va de los 8.1°C a los 11°C (Figura 4.6 y Anexo 4.2), mientras que la temperatura máxima normal anual oscila entre 21.6°C y 27°C (Figura 4.7 y Anexo 4.3). La temperatura media normal anual dentro del SA va de los 14.1°C a los 18°C (Figura 4.8 y Anexo 4.4).

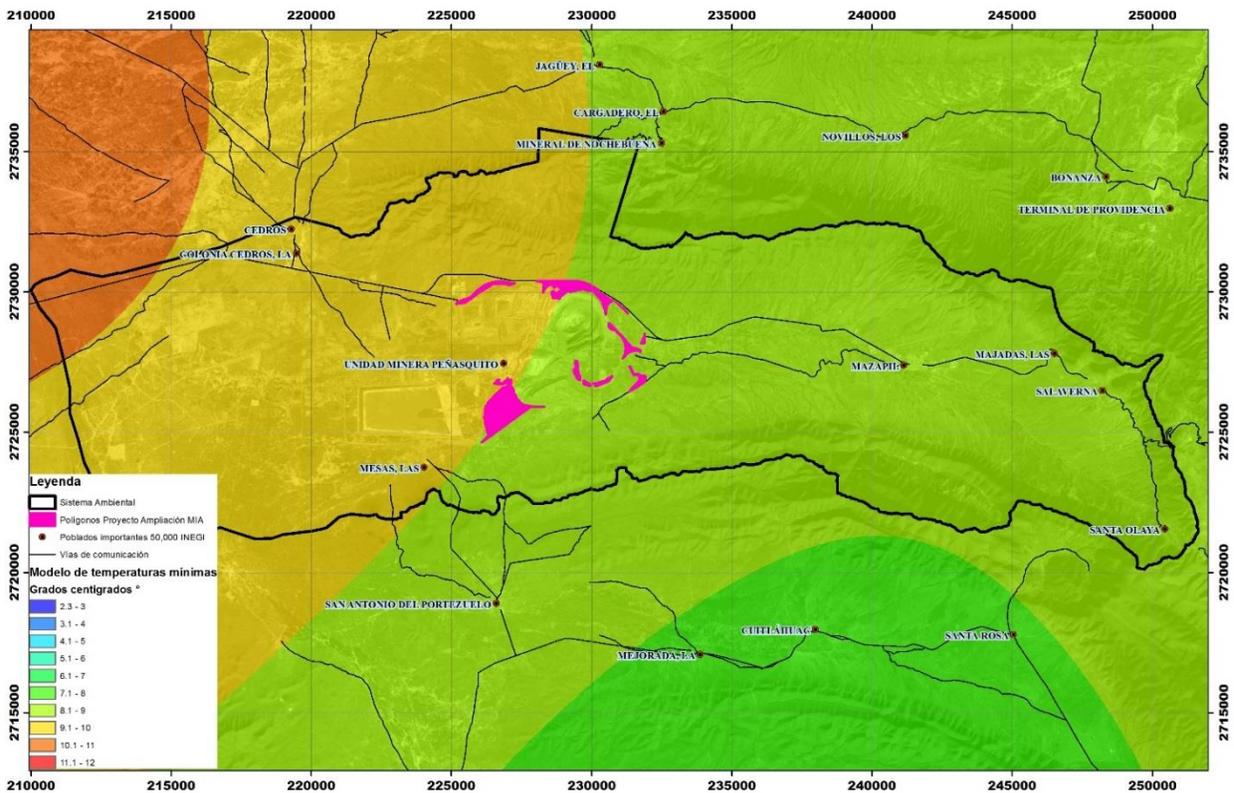


Figura 4.6. Rangos de temperatura mínima anual dentro del SA

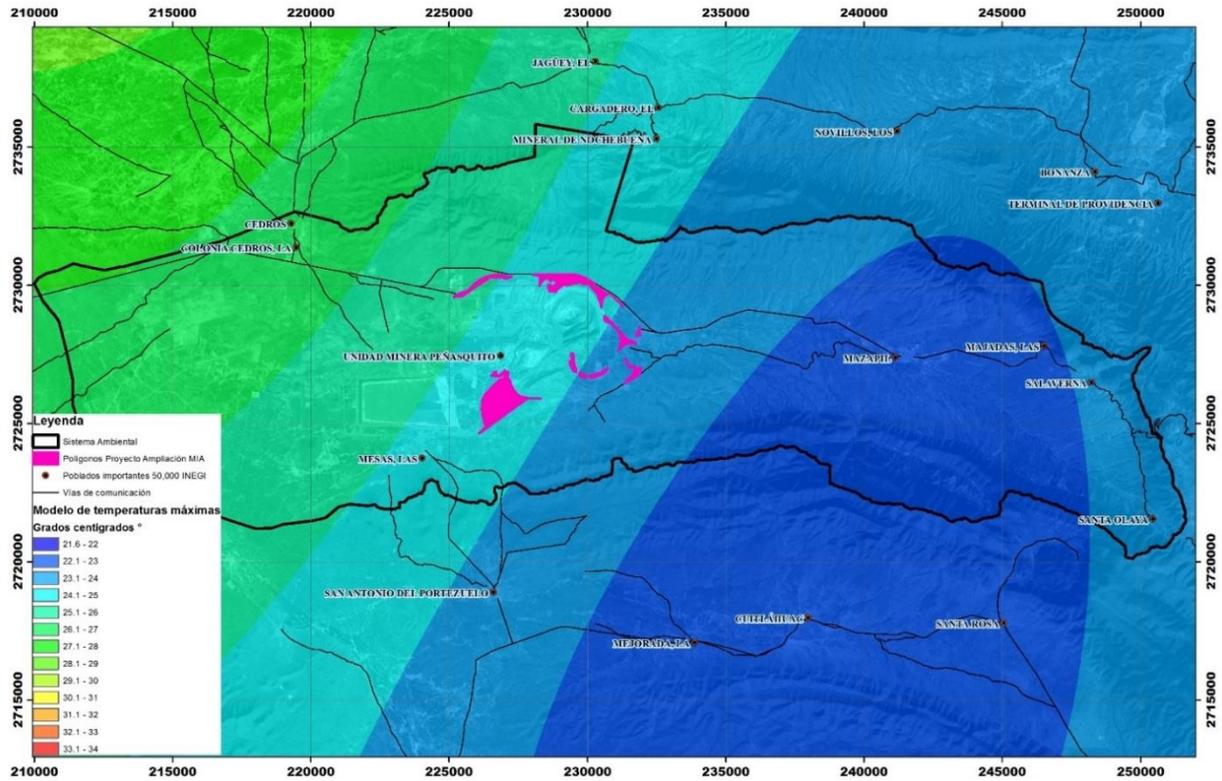


Figura 4.7. Rangos de temperatura máxima anual dentro del SA

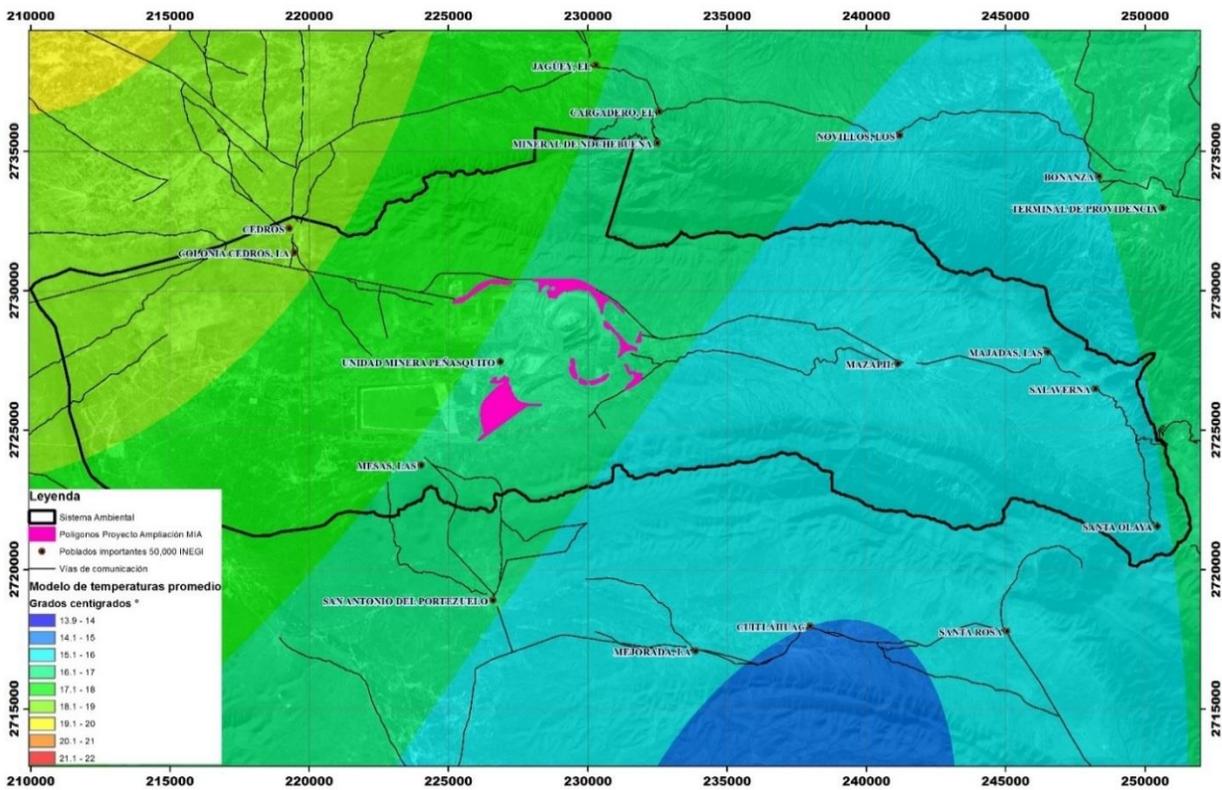


Figura 4.8. Rangos de temperatura promedio dentro del SA

IV.2.1.1.4 Precipitación

De acuerdo con los metadatos recopilados por CONABIO, el SA se encuentra dividido a la mitad por dos isoyetas de precipitación (Figura 4.9 y Anexo 4.5); la sección Árida (Oeste) presenta precipitación media anual de 125 mm a 400 mm, mientras que a la sección Semiárida-Templada (Este) se le acuña un rango de 400 mm a 600 mm anuales.

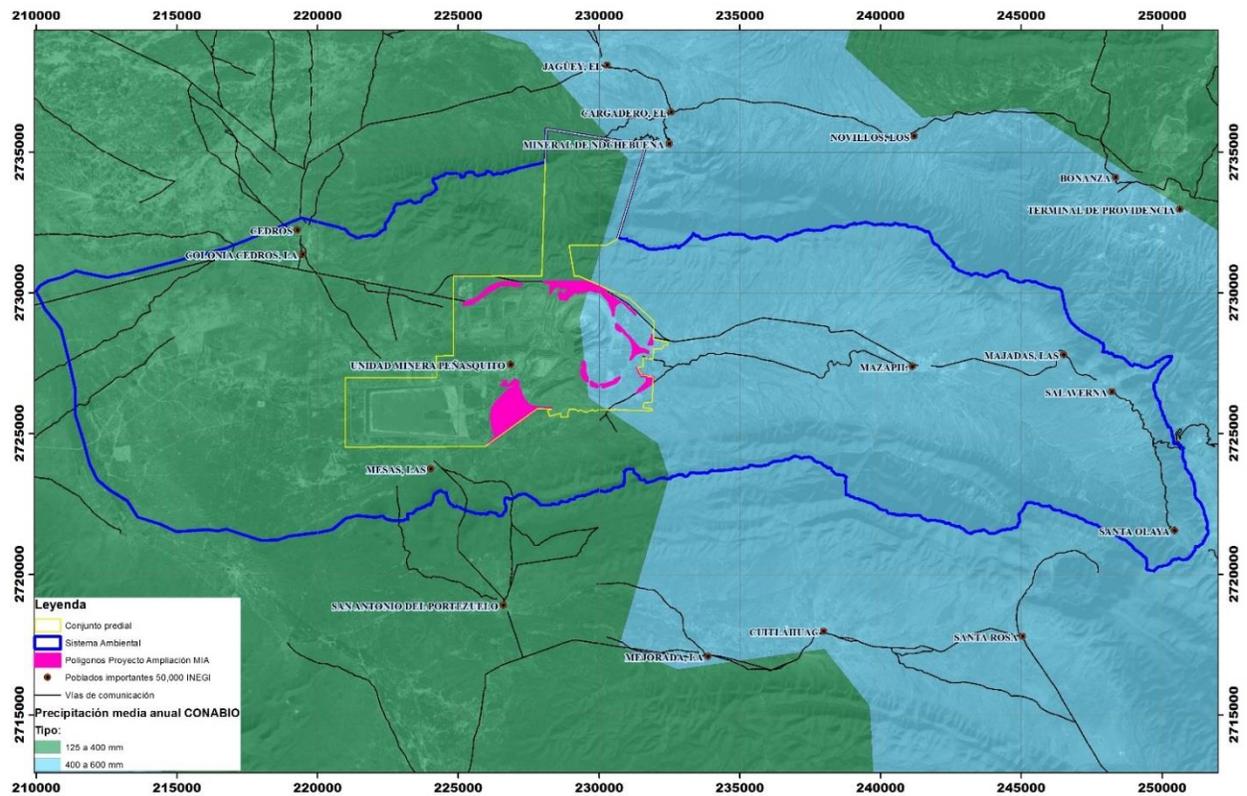


Figura 4.9. Precipitación media anual en el SA, según CONABIO

Para realizar un análisis preciso de la precipitación media anual que ocurre en el SA, se elaboró un modelo con datos reportados en las estaciones meteorológicas consultadas, siguiendo el mismo procedimiento y herramientas empleadas para la elaboración de los modelos de temperatura. La propia extensión *Spline* usada dentro del SIG define los rangos de precipitación conforme a la información tomada de la base de datos con las Normales Climatológicas. Para el SA del proyecto, los rangos de precipitación estimados oscilan entre los 301 a 500 mm, tal como se muestra en la Figura 4. 10. El menor rango de precipitación modelado (301 a 350 mm) se presenta en el extremo Oeste del SA, mientras que el mayor rango de precipitación (451 a 500 mm) abarca una porción al Noreste del SA. Los polígonos que conforman al proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras se localizan entre el rango 351 a 450 mm.

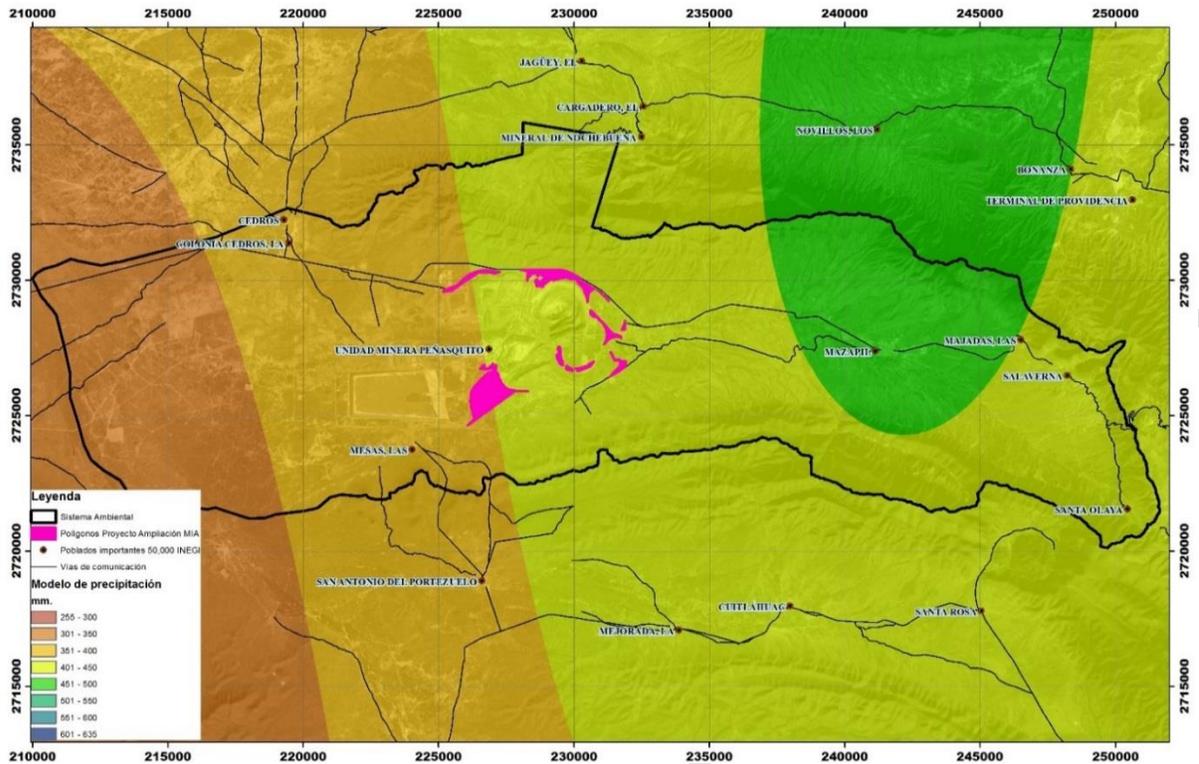


Figura 4. 10. Modelo de precipitación media anual dentro del SA

IV.2.1.1.5 Viento

Según la zonificación eólica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), para la República Mexicana se contemplan 4 categorías de vientos máximos (100-130, 130-160, 160-190 y 190-220 km/hr) que representan bandas de velocidad máxima de viento que ocurre en promedio una vez cada 50 años; el SA comprende la categoría “B” de carácter moderado, en donde los vientos van de los 130 a 160 km/hr.

IV.2.1.1.6 Riesgos hidrometeorológicos

Los fenómenos meteorológicos de relevancia a nivel municipal, se identificaron con la información del Atlas Nacional de Riesgos Hidrometeorológicos, del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Teniendo como mayor riesgo las Heladas, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.3. Riesgos hidrometeorológicos en la zona donde se localiza el SA

Riesgos hidrometeorológicos	Grado de peligro	Índice adicional
Sequía	Medio	Duración entre 1 y 2 años
Tormentas eléctricas	Medio	1 a 9 días/año
Tormentas con granizo	Medio	0 a 2 días/año
Heladas	Alto	Mayor a 120 días/año
Bajas temperaturas	Alto	-
Ondas cálidas	Alto	-

IV.2.1.2 Geología y geomorfología

IV.2.1.2.1 Provincias y Subprovincias Fisiográficas

Tomando en cuenta el sistema fisiográfico de clasificación del relieve adoptado por el INEGI, el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto se localiza en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental (Figura 4.11.). Esta provincia fisiográfica corre en sentido paralelo a la Costa del Golfo de México desde la frontera norte del país hasta sus límites con el Eje Neovolcánico en la cercanía de Teziutlán, Puebla. Abarca partes de los estados de Durango, Coahuila, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Veracruz, Hidalgo y Puebla. La Sierra Madre Oriental es un conjunto de sierras menores de estratos plegados; estos son de antiguas rocas sedimentarias marinas presentes en el periodo Cretácico y en el Jurásico Superior. Los estratos que predominan son las calizas, luego le siguen las areniscas y las lutitas. En general las altitudes de las cumbres oscilan entre los 2,000 y 3,000 m.



Figura 4.11. Ubicación del SA dentro de las provincias fisiográficas INEGI

Nota: El círculo azul de la figura anterior representa la ubicación del SA dentro de la provincia fisiográfica, sin embargo, este no denota ni la forma ni sus dimensiones, esta figura es meramente ilustrativa.

Específicamente, el SA está ubicado dentro de la subprovincia Sierras Transversales, extendiéndose desde las sierras arqueadas de Arteaga con dirección oeste hasta encontrarse con la Sierra Madre Occidental, integradora de la franja norte en el estado de Zacatecas. Esta sierra se encuentra formada principalmente por calizas, estas

calizas son levemente arqueadas en sentidos laterales y burdamente orientadas en dirección este-oeste. En el estado de Zacatecas, la subprovincia tiene una extensión de 11,386.09 km² lo que significa el 15.25% de la superficie total de la entidad abarca los municipios de Concepción del Oro, Melchor Ocampo, El Salvador y Mazapil. Las rocas que afloran corresponden a los periodos del Triásico, Jurásico y Cretácico. Dentro del periodo del Triásico se presentan rocas metamórficas, las más antiguas, y también se presentan rocas ígneas extrusivas ácidas, mientras que para el periodo Jurásico afloran rocas marinas sedimentarias carbonatadas (calizas). Para el periodo del Cretácico las rocas pertenecen a sedimentos marinos carbonatados y elásticos mostrándose estratificadas en algunas ocasiones.

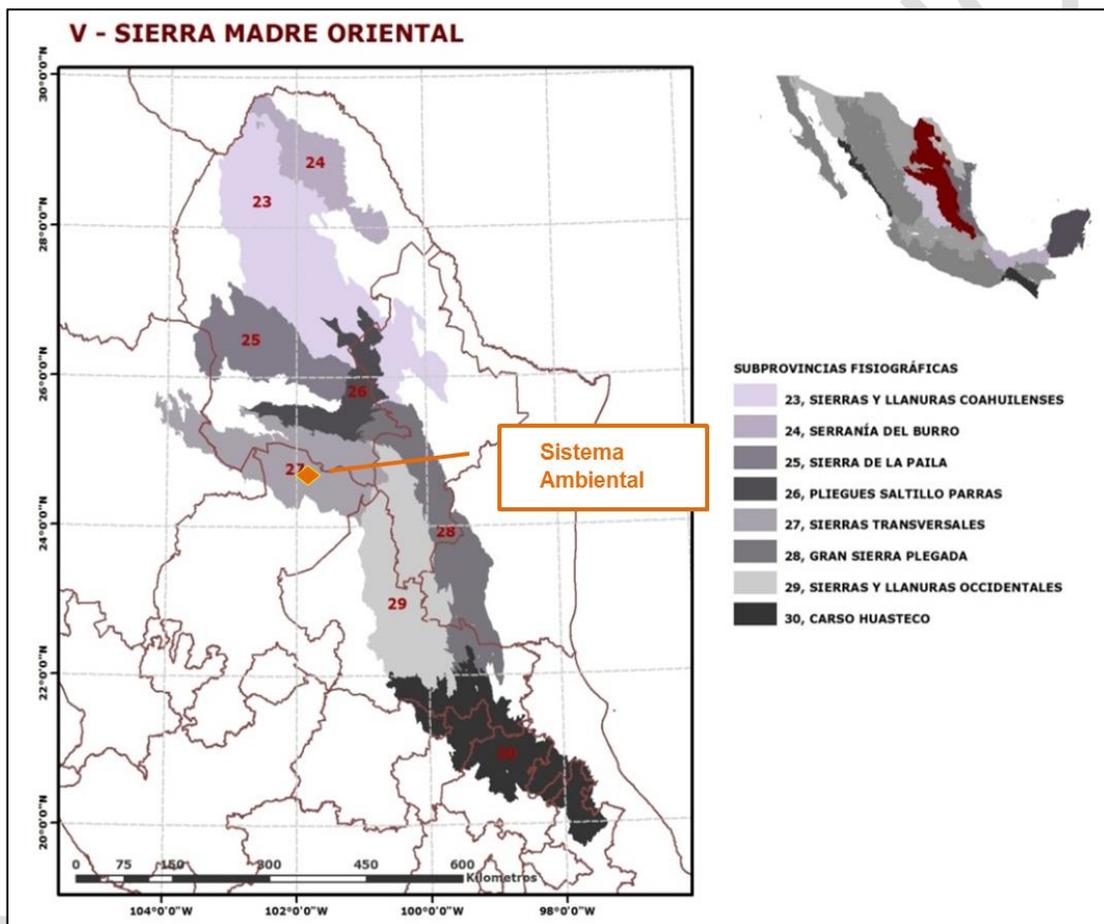


Figura 4.12. Ubicación del SA dentro de la Provincia Sierra Oriental, Subprovincia Sierras Transversales (INEGI)

IV.2.1.2.2 Geología

De acuerdo a los metadatos escala 1:1'000,000 del INEGI (Figura 4.13), las rocas sedimentarias dominan sobre las de origen ígneo; en el valle del SA se aprecia Aluvión y Conglomerado rodeando una sección central de caliza-lutita; en las elevaciones de las sierras "El Mascarón" y "Las Bocas" la geología es representada por Caliza con secciones aisladas de rocas ígneas, tanto extrusiva básica como extrusiva ácida. Para mayor detalle,

la geología de INEGI se presenta en el Anexo 4.6. A continuación, se describen las características de cada unidad geológica:

Tabla 4.4. Unidades Geológicas presentes en el SA

Tipo	Características
Aluvión	Materiales transportados y depositados por el agua. Su tamaño empieza desde las rocas hasta las gravas gruesas, cantos y bloques y estos tipos de suelos o rocas presentan bordes redondeados y se distribuye en forma de capa mineral sedimentaria y son muy anisótropos.
Conglomerado	Rocas sedimentarias formadas por cantos rodeados de gran tamaño (> 2 mm), unidos por un cemento o una matriz.
Caliza	Rocas sedimentarias de origen fundamentalmente químico u organógeno, formadas al menos por un 50% de carbonato de cálcico.
Caliza-Lutita	También llamada lutita calcárea es una asociación de rocas que forman una secuencia. La lutita es una roca constituida por material terrígeno muy fino (arcilla) 1/256mm.
Ígnea extrusiva básica	Cuando el magma del interior de la corteza terrestre llega a la superficie a través de fisuras o conductos (volcán). Básica: término químico usado comúnmente para definir las rocas que contienen entre 45% y 52% de SiO ₂ .
Ígnea extrusiva ácida	Cuando el magma del interior de la corteza terrestre llega a la superficie a través de fisuras o conductos (volcán). Ácidas: término químico usado comúnmente para definir las rocas que contienen más de 65% de SiO ₂ .

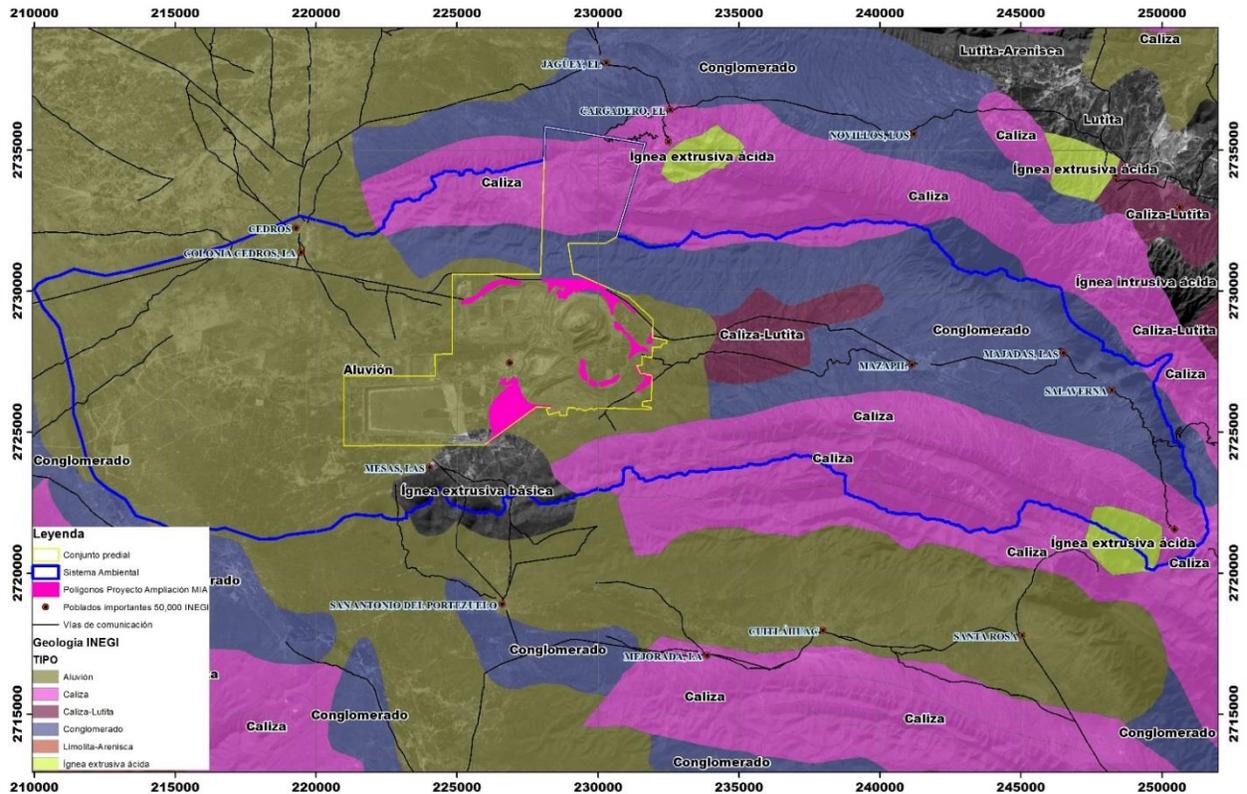


Figura 4.13. Geología dentro del Sistema Ambiental, INEGI

IV.2.1.2.3 Relieve

Para el polígono del SA se elaboró una clasificación de topoformas y un modelo de relieve utilizando la extensión *Topographic Position Index* (TPI) en la herramienta de *ArcGIS Spatial Analyst*. Para la generación de los modelos, se emplearon las curvas de nivel de INEGI a 10 m para crear un modelo digital de elevación, a partir del cual se elaboró el TPI. La misma herramienta proporciona un método para clasificar los valores resultantes del TPI en dos diferentes clases: por la posición de las pendientes, basado en lo extremas son y por la pendiente en cada punto; y por la categoría de geoforma, que puede ser determinada clasificando el paisaje usando dos grids del TPI a diferentes escalas. La primera clasificación genera el modelo de topoformas (Figura 4.14) y el modelo de relieve (Figura 4.15). Ambos modelos se presentan en los Anexos 4.7 y 4.8 respectivamente.

En ambos modelos se muestra que el valle o planicie domina el Sistema Ambiental, presenta una amplia extensión en la sección Oeste, la cual continúa al Este entre las elevaciones Serranas.

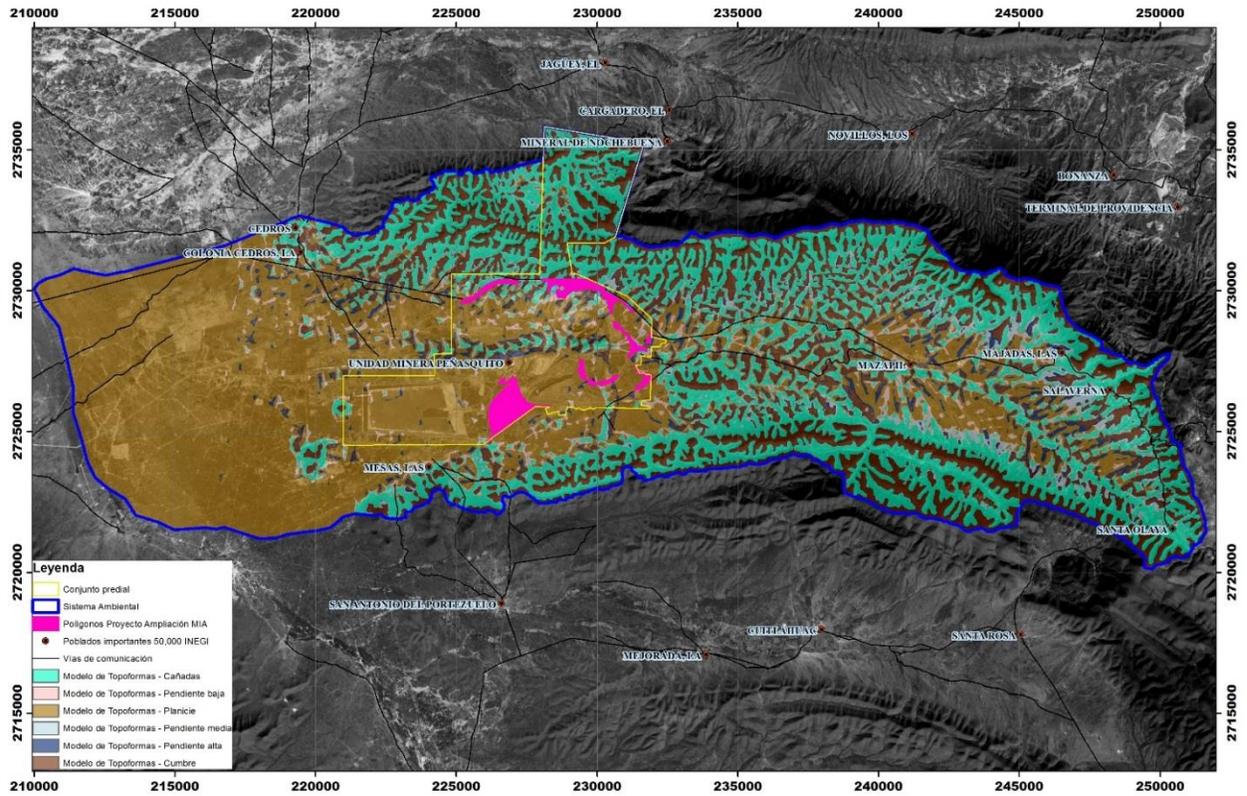


Figura 4.14. Modelo de clasificación de topoformas en el SA

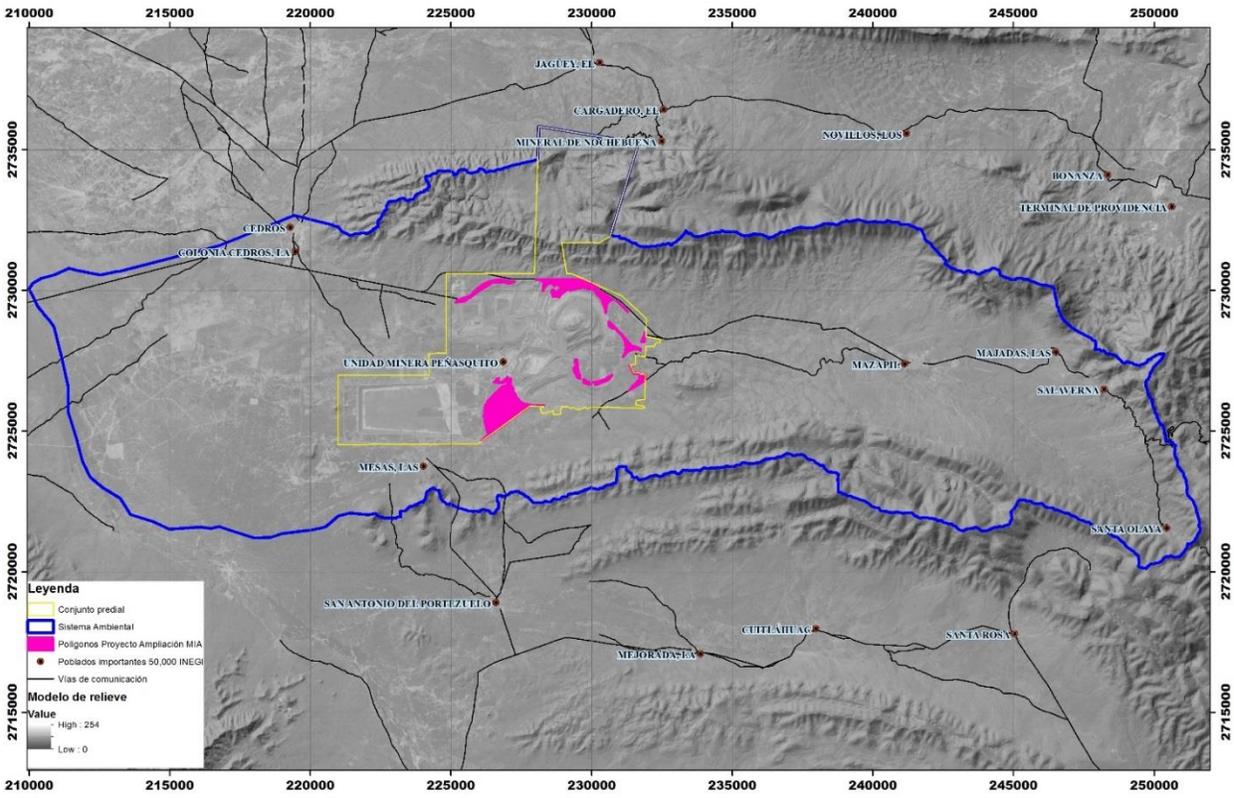


Figura 4.15. Modelo de relieve en el SA

También se elaboró un modelo de rumbo de pendientes para el SA (ver Figura 4.16) cuya imagen es un mosaico muy variado de rumbos, pero en la que se distinguen una predominancia de rumbos de pendientes hacia el Sur - Suroeste en Sierra “El Mascarón”, rumbos Norte - Noroeste en la Sierra “Las Bocas” y la planicie que abarca el 85% del SA la pendiente dominante es al Oeste. Este modelo se presenta en el Anexo 4.9 para mayor detalle.

De forma general y en pendientes más pronunciadas como las de las sierras al Norte, Sur y Este del SA, el rumbo de las pendientes del terreno influye en las características hidrológicas y de la vegetación en función de la exposición a la radiación solar directa.

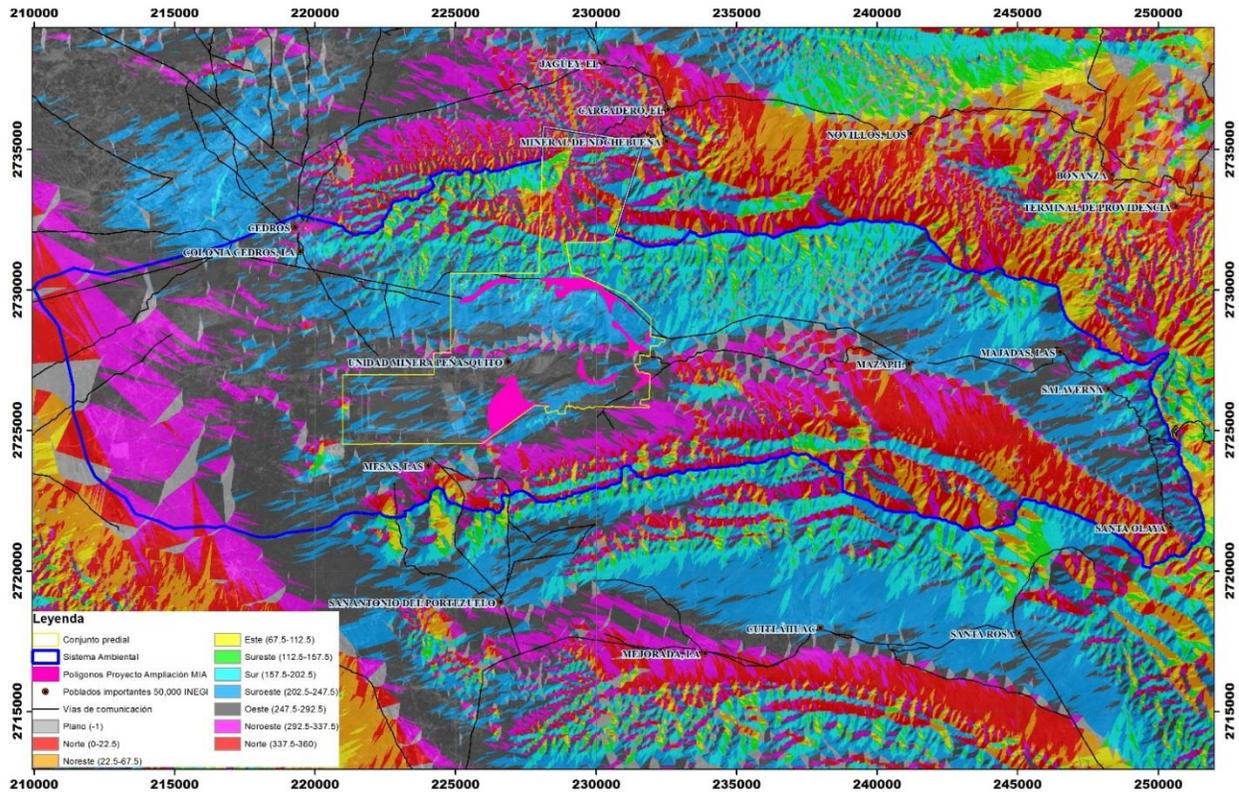


Figura 4.16. Modelo de dirección de pendientes en el SA

En el SA se presentan extensas superficies constituidas principalmente por materiales de relleno generando planicies. Las pendientes presentes dentro del SA son generalmente bajas de entre 0 y 10 grados, las porciones Norte, Sur y Este se presentan zonas con pendientes que sobrepasan los 20° pudiendo llegar hasta los 45°, como se observa en la Figura 4.17 y en el Anexo 4.10.

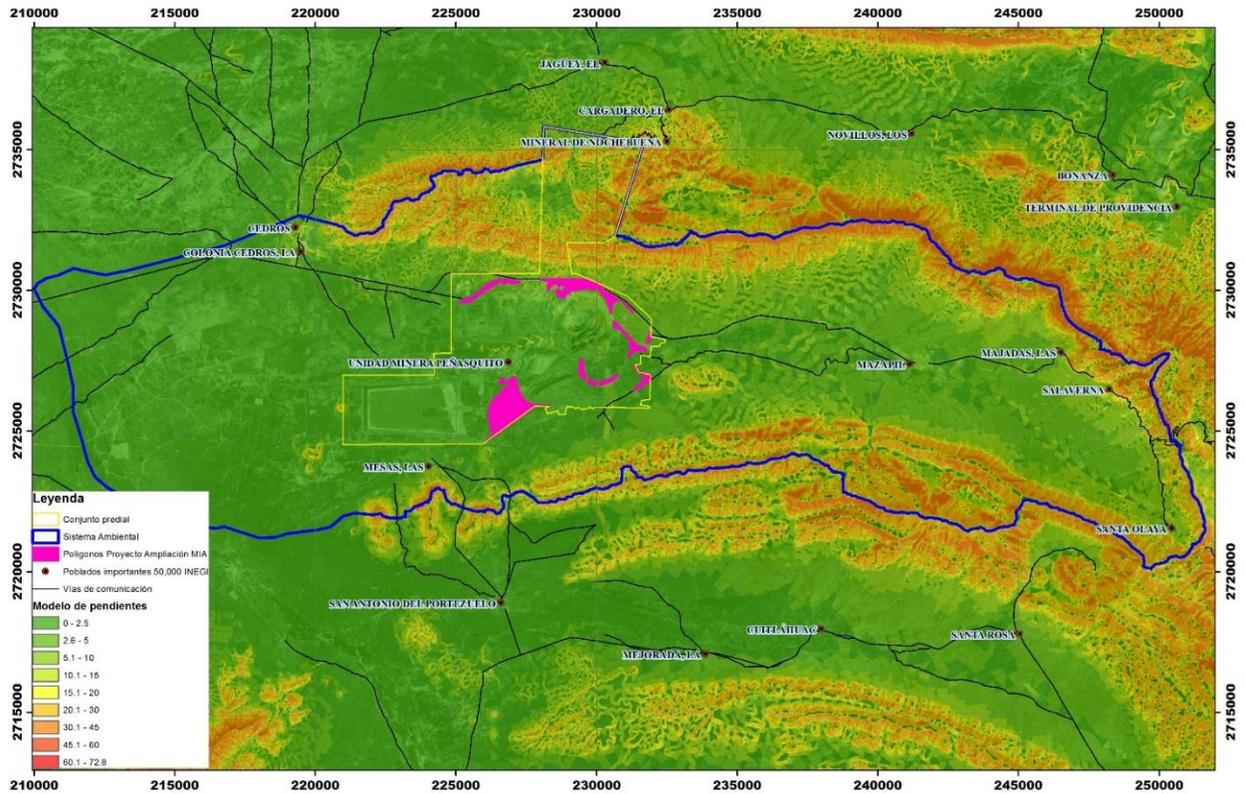


Figura 4.17. Modelo de pendientes en el SA

Dentro del SA se presentan elevaciones topográficas que varían desde la cota 1,640 hasta los 3,160 m.s.n.m., siendo la diferencia altitudinal de 1,520 metros (Figura 4.18 y Anexo 4.11). La parte Noreste del SA en “Sierra El Mascarón” y la parte Sureste la “Sierra Las Bocas” es donde se presentan los sitios con mayor altitud, mientras en la parte centro y Noroeste del SA se encuentran las menores altitudes, esto de acuerdo a la Carta Topográfica Concepción del Oro clave G14-10, con escala 1:250,000.

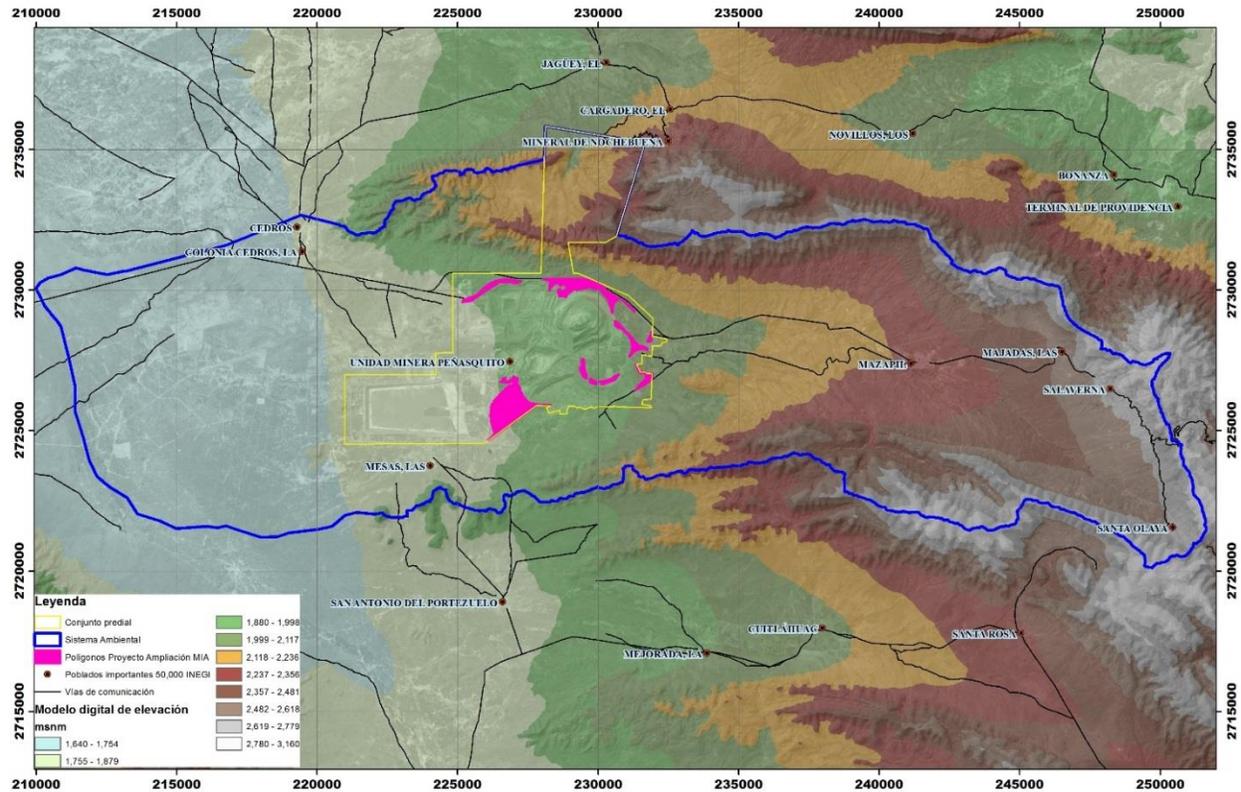


Figura 4.18. Modelo digital de elevación en el SA

IV.2.1.2.4 Riesgos Geológicos

IV.2.1.2.4.1 Regionalización sísmica

En cuanto a sismos, CENAPRED reporta que el SA se encuentra dentro de una regionalización sísmica considerada como muy baja; así mismo, conforme al mapa de regionalización sísmica de la República Mexicana (Figura 4.19), elaborado por el Servicio Sismológico Nacional (SSN), el SA se encuentra ubicado dentro de la zona A que es una zona Asísmica, donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

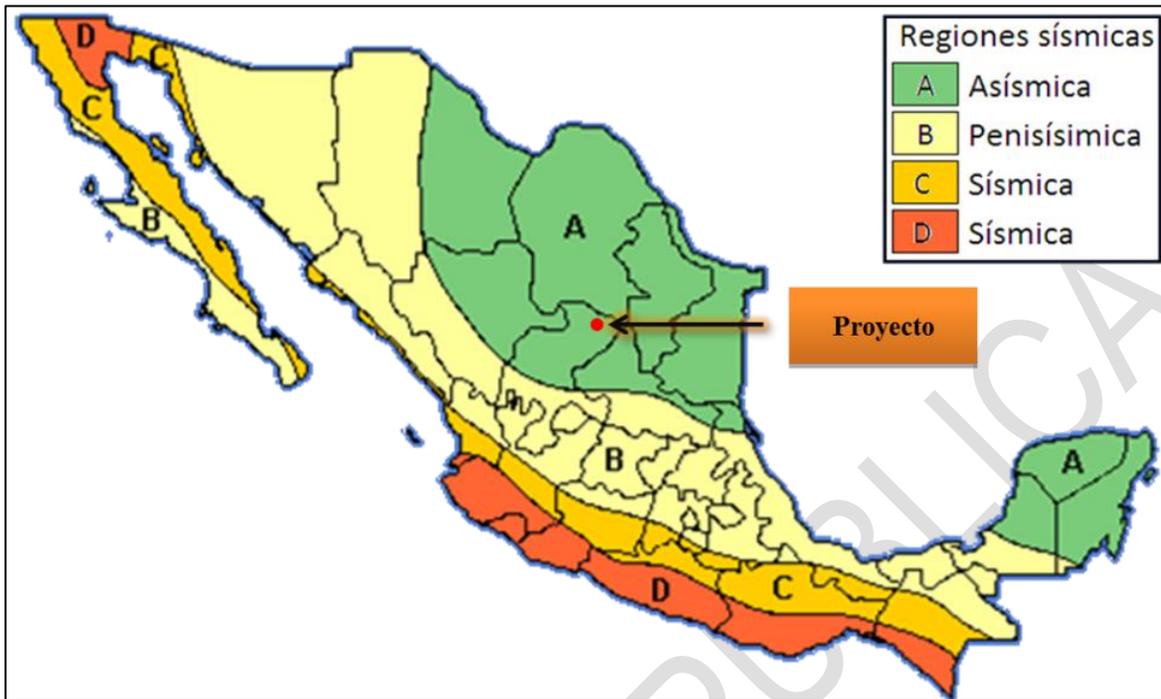


Figura 4.19. Regionalización sísmica de la república mexicana y el SA

IV.2.1.2.4.2 Fallas y fracturas

Hacia la parte Norte del SA, se encuentra una falla con dirección E–O siguiendo la línea de la sierra El Mascarón, la cual invade el SA por su límite Norte. En la parte Sur del SA se encuentra otra falla con la misma dirección siguiendo la línea de la sierra Las Bocas, que coincide con el límite Sur del Sistema Ambiental, esto de acuerdo en la Carta Topográfica Concepción del Oro (G14-10).

Material parental: Principalmente depósitos aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado rico en bases.

Ambiente: Tierras llanas hasta con colinas en regiones áridas y semiáridas. La vegetación natural es escasa y dominada por arbustos y árboles xerófitos y/o pastos efímeros.

Desarrollo del perfil: Los Calcisoles típicos tienen un horizonte superficial pardo pálido; la acumulación sustancial de calcáreo secundario ocurre dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

Calificadores

Hipercálcico (hc): que tiene un horizonte *cálcico* con 50 por ciento o más (en masa) de carbonato de calcio equivalente y que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

Endopétrico (ptn): que tiene una capa fuertemente cementada o endurecida que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.

Esquelético (sk): que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

Epiléptico (el): que tiene roca continua que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.

Leptosoles (LP)

Suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas.

Descripción

Connotación: Suelos someros; del griego *leptos*, fino.

Material parental: Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 por ciento (en volumen) de tierra fina.

Ambiente: Principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.

Desarrollo del perfil: Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos. Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico.

Calificadores

Calcárico (ca): que tiene material calcárico entre 20 y 50 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

Lítico (li): que tiene roca continua que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo.

Mólico (mo): tiene un horizonte superficial grueso, bien estructurado, oscuro, con alta saturación con bases y moderado a alto contenido de materia orgánica.

Réndzico (rz): que tiene un horizonte mólico que contiene o está inmediatamente por encima de material calcárico o roca calcárea que contiene 40 por ciento o más de carbonato de calcio equivalente.

Phaeozems (PH)

Los Phaeozem acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental.

Descripción

Connotación: Suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego *phaios*, oscuro, y ruso *zemlja*, tierra.

Material parental: Materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), pilas de sedimentos y otros.

Ambiente: Cálido a fresco (tierras altas tropicales) regiones moderadamente continentales, suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seca; tierras llanas a onduladas; la vegetación natural es pastizal como la estepa de pastos altos.

Desarrollo del perfil: Un horizonte mólico (más fino y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre horizonte subsuperficial cámbico o árgico.

Calificadores

Calcárico (ca): que tiene material calcárico entre 20 y 50 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

Epipetrocálico (pc): que tiene un horizonte petrocálico que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.

Regosoles (RG)

Forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros grupos de suelo. Suelos débilmente desarrollados en material no consolidado.

IV.2.1.3.1.1 Características físicas y químicas de los tipos de suelo en el Sistema Ambiental

Para conocer las características físicas y químicas de los tipos de suelos con mayor dominancia que se presentan en el SA se realizó un análisis edafológico detallado. En dicho análisis se tomaron muestras de suelo las cuales se enviaron a Laboratorios A-L de México, S.A. de C.V. (Anexo 4.12) para su posterior análisis.

Calcisol

Tabla 4.5. Información general del perfil de suelo Punto P5

Perfil N°	Punto P5	
Clasificación del perfil WRB	CLptn/2	
Fase Física		
Unidad Cartográfica	Calcisol endopétrico	
Coordenadas X	218248	
Coordenadas Y	2724880	
Altitud msnm	1715	

Tabla 4.6 Descripción morfológica del perfil de suelo Punto P5

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-25	Logra diferenciarse de manera clara con respecto a la segunda capa, adoptando una forma ondulada en la división entre los límites. Presenta reacción fuerte al ácido clorhídrico al 10%, es decir, contiene carbonatos de calcio en su interior, reacción moderada al agua oxigenada. El horizonte se presenta seco, con estructura granular de tamaño muy fina menor a 5 mm, con débil desarrollo. El color en seco 10YR 6/3 color café pálido, en húmedo 10YR 4/3café, la consistencia en seco y húmedo es suelta, presenta adhesividad y plasticidad ligera. Es de textura franco. Raíces frecuentes de tamaño fino (< 2 mm) y escasas de tamaño mediano (2-5 mm). El drenaje interno es clasificado como muy drenado. En cuanto al esqueleto presenta abundantes gravas de forma subredondeadas y guijarros muy escasas en forma subredondeadas.
C	25-75	Presenta reacción fuerte al ácido clorhídrico al 10%, es decir, contiene carbonatos de calcio en su interior, reacción ligera al agua oxigenada. El horizonte se presenta seco, con estructura granular de tamaño muy fina menor a 5 mm, con débil desarrollo. El color en seco 10YR 7/4 color café pálido, en húmedo 10YR 3/6café, la consistencia en seco y húmedo es suelta, presenta adhesividad y plasticidad ligera. De textura franco. Raíces frecuentes de tamaño fino (<2mm) y escasas de tamaño mediano (2-5 mm). Drenaje interno es clasificado como muy drenado. En cuanto al esqueleto presenta abundantes gravas de forma subredondeadas y guijarros muy escasas en forma subredondeadas.

Tabla 4.7 Determinaciones del perfil del suelo

Análisis de Laboratorio de Suelos	Perfil: Punto P5	Perfil: Punto P5
Parámetro	ID Muestra: P5HA	ID Muestra: P5HC
	Horizonte A	Horizonte C
Materia orgánica %	3.33	1.37
Densidad real grs/c.c	2.49	2.54
Densidad aparente grs/c.c	1.06	1.04
Textura		
Arcilla	22.64	18.64
Limo	33.64	38.64
Arena	43.72	42.72
Clase Textural	Franco	Franco
Cationes Intercambiables		

Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100grs	22.05	21.10
Ca+Mg meq/100grs	21.231	22.48
Ca meq/100grs	19.566	20.81
Mg meq/100grs	1.665	1.66
Na meq/100grs	-	-
K meq/100grs	-	-
Fertilidad		
pH	7.96	7.77
Nitrógeno nítrico (ppm)	2.057	24.05
Nitrógeno amoniacal (ppm)	12	12
Fósforo (ppm)	25	25
Potasio (ppm)	120	60
Calcio (ppm)	1600	1600
Magnesio (ppm)	50	50
Manganeso (ppm)	No detectable	No detectable
Conductividad dS/m	0.14	0.71

Phaeozem

Tabla 4.8 Información general del perfil de suelo Punto P4

Perfil N°	Punto P4	
Clasificación del perfil WRB	PHcalp/2	
Fase Física	Gravosa	
Unidad Cartográfica	Phaeozem calcárico leptico	
Coordenadas X	237447	
Coordenadas Y	2729507	
Altitud msnm	2,187	

Tabla 4.9 Descripción morfológica del perfil de suelo Punto P4

Horizonte	Profundidad(cm)	Descripción
A	0-16	Presenta reacción fuerte al ácido clorhídrico al 10%, es decir, contiene carbonatos de calcio en su interior, reacción fuerte al agua oxigenada. El horizonte se presenta húmedo, con estructura migajosa de tamaño muy fina menor a 5mm, con débil desarrollo. El color en seco 10YR 4/2 color café grisáceo oscuro, en húmedo 10YR 2/2café rojizo, la consistencia en seco y húmedo es suelta, presenta adhesividad y plasticidad ligera. De textura franco arenoso. Raíces abundantes de tamaño fino (<2 mm) y escasas de tamaño mediano (2-5mm). El drenaje interno es clasificado como muy drenado. En cuanto al esqueleto, se presenta muy pedregoso en forma subangular

Tabla 4.10 Determinaciones del perfil del suelo

Análisis de Laboratorio de Suelos	Perfil: Punto P4
Parámetro	ID Muestra: P4HA
	Horizonte A
Materia orgánica %	8.02
Densidad real grs/c.c	2.42
Densidad aparente grs/c.c	0.93
Textura	
Arcilla	10.64
Limo	33.64
Arena	55.74
Clase Textural	franco arenoso
Cationes Intercambiables	
Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100grs	31.15
Ca+Mg meq/100grs	22.48
Ca meq/100grs	18.73
Mg meq/100grs	3.74
Na meq/100grs	
K meq/100grs	
Fertilidad	
pH	7.71
Nitrógeno nítrico (ppm)	2.05
Nitrógeno amoniacal (ppm)	12
Fósforo (ppm)	25
Potasio (ppm)	180
Calcio (ppm)	1600
Magnesio (ppm)	50
Manganeso (ppm)	No detectable
Conductividad dS/m	0.16

Leptosol

Tabla 4.11. Información general del perfil de suelo Punto P6

Perfil N°	Punto P6	
Clasificación del perfil WRB	LPcali/2	
Fase Física	Pedregosa	
Unidad Cartográfica	Leptosol calcárico lítico	
Coordenadas X	238038	
Coordenadas Y	2725977	
Altitud msnm	2,278	

Tabla 4.12. Descripción morfológica del perfil de suelo Punto P6

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-5	Presenta reacción fuerte al ácido clorhídrico al 10%, es decir, contiene carbonatos de calcio en su interior, reacción moderada agua oxigenada. El horizonte se presenta seco, con estructura migajosa de tamaño muy fina menor a 5 mm, con débil desarrollo. El color en seco 10YR 4/2 color café grisáceo oscuro, en húmedo 10YR 2/2café rojizo, la consistencia en seco y húmedo es suelta, presenta adhesividad y plasticidad ligera. Es de textura franco arenoso. Raíces abundantes de tamaño fino (< 2 mm) y escasas de tamaño mediano (2-5 mm). El drenaje interno es clasificado como muy drenado. En cuanto al esqueleto, se presenta muy pedregosos en forma subangular.

IV.2.1.3.1.2 Distribución de los tipos de suelos en el Sistema Ambiental

A continuación, se presenta los tipos de suelos con mayor dominancia en la superficie del SA, además de los calificadores que detallan las propiedades de estos (para mejor detalle ver Anexo 4.13).

Tabla 4.13. Tipos de suelo en el Sistema Ambiental

Tipo de suelo	Calificadores Grupo I	Calificadores Grupo II	Textura	Superficie (Ha) en el SA	Porcentaje (%) en el SA
Calcisoles	Hipercálcico	Endopétrico	Media	1,763.0662	4.68
	-	Endopétrico	Media	7,232.7249	19.20
	Esquelético	Epiléptico	Media	858.9244	2.28
	-	Hiposódico	Fina	4,319.8366	11.46
Subtotal				14,174.55	37.62
Leptosoles	Calcárico	Lítico	Media	9,544.16	27.54
	Calcárico	Mólico	Media	563.806	1.49
	Calcárico	Réndzico	Media	266.052411	0.70
	-	Lítico	Media	0.209796	0.00055
Subtotal				10,374.23	27.54
Phaeozems	Calcárico	Epipetrocálcico	Media	13,041.89	34.62
Subtotal				13,041.89	34.62
Regosol	Eútrico	Epiléptico	Media	78.377362	0.208
Subtotal				78.377362	0.208

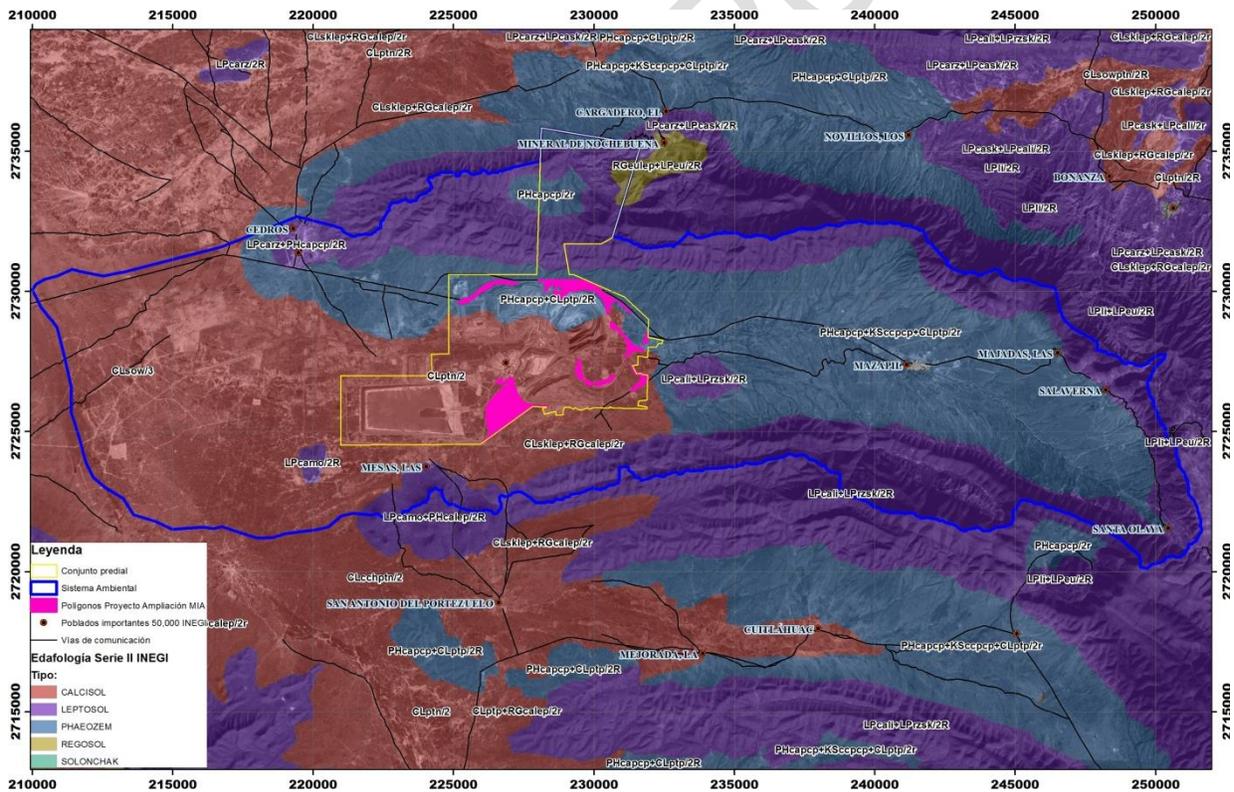


Figura 4.21. Suelos en el Sistema Ambiental, INEGI serie II

IV.2.1.3.2 Tipos y grado de erosión del suelo

De acuerdo a información de INEGI en formato *shape* con escala 1:250 000, el único tipo de erosión que se encuentra en el SA es hídrica la cual se puede presentar en forma laminar, surcos y cárcavas. Cabe mencionar que en el SA se encuentran superficies que son clasificadas como “sin erosión evidente”.

Tabla 4.14 Forma y grado de erosión dominante o en asociación

Clave de unidad	Tipo de erosión	Forma de erosión	Grado de erosión	Superficie (Ha) en el SA	Porcentaje (%) en el SA
HC1+HL1	Hídrica	Cárcava	Leve	449.7124	1.19
		Laminar			
HL1	Hídrica	Laminar	Leve	5,488.3577	14.56
HL1+HC1	Hídrica	Laminar	Leve	6,760.2405	17.94
		Cárcava			
HL1+HS1	Hídrica	Laminar	Leve	2,948.8787	7.82
		Surcos			
HL2	Hídrica	Laminar	Moderado	7,629.9133	20.25
HL3+HC1	Hídrica	Laminar	Fuerte	4,627.3714	12.28
		Cárcava	Leve		
SE	Sin erosión evidente	N/A	N/A	9,764.57	25.92

En 9,764.57 ha (25.92%) de las 37,669.0462 ha del SA se presenta sin erosión evidente. Por otro lado, la forma dominante de erosión hídrica que se presenta en el SA es laminar con un grado de erosión ligera.

El único tipo de erosión que se presenta en la superficie del SA es la hídrica por lo que se ha realizado un análisis con mayor detalle aplicando la ecuación universal de pérdida de suelo al SA (Ver Anexo 4.14).

Como se puede observar en la siguiente Tabla 4.15 y Figura 4.22 (para mejor detalle ver Anexo 4.15), en consideración al análisis realizado a dicha superficie (SA) la mayor parte del área 27,291.77 ha (75.17 %) se presenta con un grado de erosión leve donde se erosiona una cantidad de suelo que va de 0 a 10 ton/ha/año, mientras que 8,954.87 ha (24.66 %) se presenta con un grado de erosión moderada y 58.0761 ha (0.15%) con un grado de erosión fuerte.

Tabla 4.15 Grado de erosión hídrica, Sistema Ambiental

Grado de erosión	Ton/ha/año	Hectáreas (ha) de la superficie del SA	Porcentaje (%) de la superficie del SA
Leve	<10	28,714291.47	75.17
Moderada	10-50	8,954.57	24.66
Fuerte	50-200	58.07	0.15
Muy Fuerte	>200	0	0

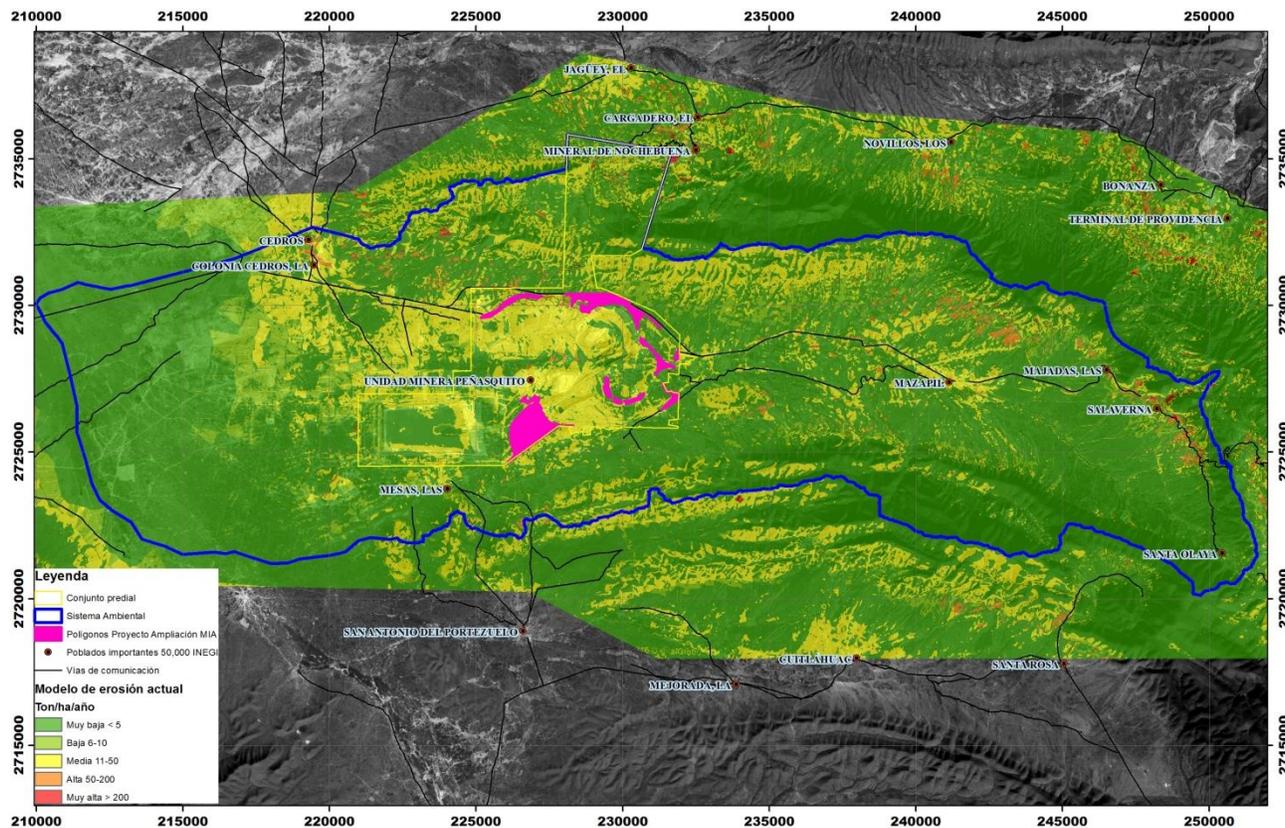


Figura 4.22 Modelo de erosión hídrica actual en el Sistema Ambiental

IV.2.1.3.3 Degradación del suelo y las causas que la originan

En consideración a información de INEGI, las principales causas de degradación del suelo en el Sistema Ambiental están en relación a las actividades agrícolas, deforestación y remoción de la vegetación, en la Tabla 4.16 se presentan los tipos de degradación que existen en el SA.

Tabla 4.16 Tipos de degradación del suelo y las causas que la originan

Tipo de degradación	Causas que la originan	Grado de erosión	Superficie (Ha) en el SA	Porcentaje (%) en el SA
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Actividades agrícolas / Deforestación y remoción de la vegetación	Ligero	5,157.8406	13.69
		Moderado	6,891.6257	18.29
Erosión hídrica con deformación del terreno	Actividades agrícolas / Deforestación y remoción de la vegetación	Moderado	10,835.371	28.76
Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción	Actividades agrícolas / Deforestación y remoción de la	Fuerte	3,712.3323	9.85

Tipo de degradación	Causas que la originan	Grado de erosión	Superficie (Ha) en el SA	Porcentaje (%) en el SA
del viento	vegetación			
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Actividades agrícolas	Fuerte	7,073.8546	18.77

El principal tipo de degradación que se presenta en la superficie del SA es la erosión hídrica con deformación del terreno el cual se ubica en 10,835.37 ha (28.76%) del SA.

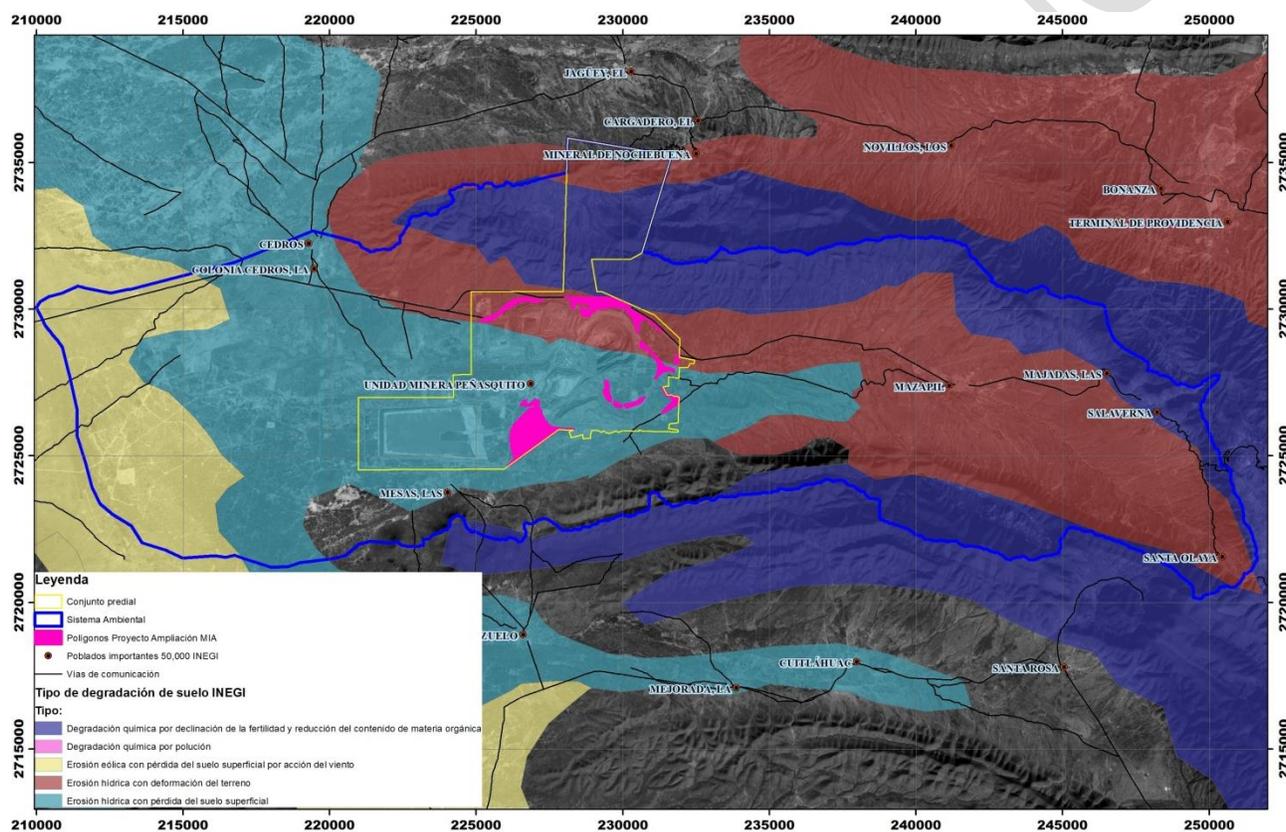


Figura 4.23. Tipos de degradación y las causas que las originan

IV.2.1.4 Hidrología e hidrogeología

El SA se encuentra ubicado en la Región Hidrológica Administrativa VII, denominada Cuencas Centrales del Norte, esta abarca porciones de los Estados de Durango, Zacatecas, Coahuila, San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas. Además, se ubica dentro de la Región Hidrológica Número 36 Nazas - Aguanaval, y dentro de la misma se encuentra la cuenca RH36E “L. de Mayrán y Viesca”, específicamente dentro de la subcuenca RH36Ea “L. de Viesca” (INEGI, 2010). Dado que la delimitación Noreste y Este del SA consideró los parteaguas de las nanocuenclas, estos límites coinciden con los propios de la subcuenca L. de Viesca (RH36Ea), colindando asimismo con la vecina Región Hidrológica 37, denominada El Salado (RH37).

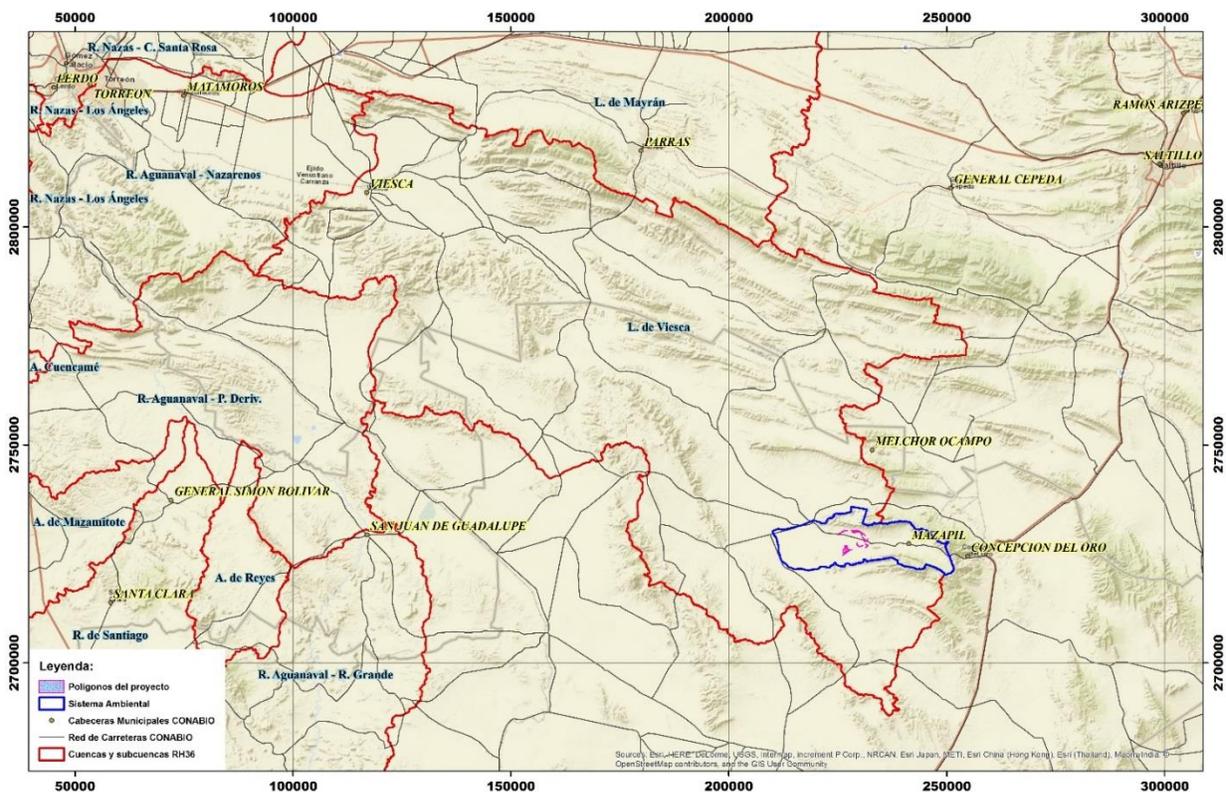


Figura 4.24. Sistema ambiental inmerso en la subcuenca L. de Viesca (RH36Ea)

La Subcuenca L. de Viesca (RH36Ea) es una subcuenca de tipo arreica, es decir, que sus escorrentías no desembocan ni en lagos ni en mares, pues se evaporan o se infiltran al suelo, desapareciendo del paisaje. La superficie que abarca esta subcuenca es de 10,222.64 km² (1'022,264 ha), alcanzando su elevación máxima a los 3,160 m.s.n.m. y su elevación mínima a 1,100 m.s.n.m. con una pendiente media del 16.36%.

IV.2.1.4.1 Hidrología superficial

El Sistema Ambiental presenta un arroyo principal, aunque de carácter intermitente, denominado “Arroyo Grande”, el cual nace por un conjunto de escurrimientos dendríticos en los parte aguas de la sierra El mascarón y Las Bocas. El escurrimiento hídrico de las Sierras Altas ocurre en la estación húmeda, cuando el líquido desciende al valle donde confluye con dirección al Oeste hasta salir del SA.

Como se observa en la Figura 4.25, debido a su topografía, el SA presenta numerosas escorrentías de agua intermitentes que forman la red de drenaje natural de las nanocuenclas; no obstante, prevalece la ausencia de cuerpos de agua importantes (para mayor detalle, ver Anexo 4.16).

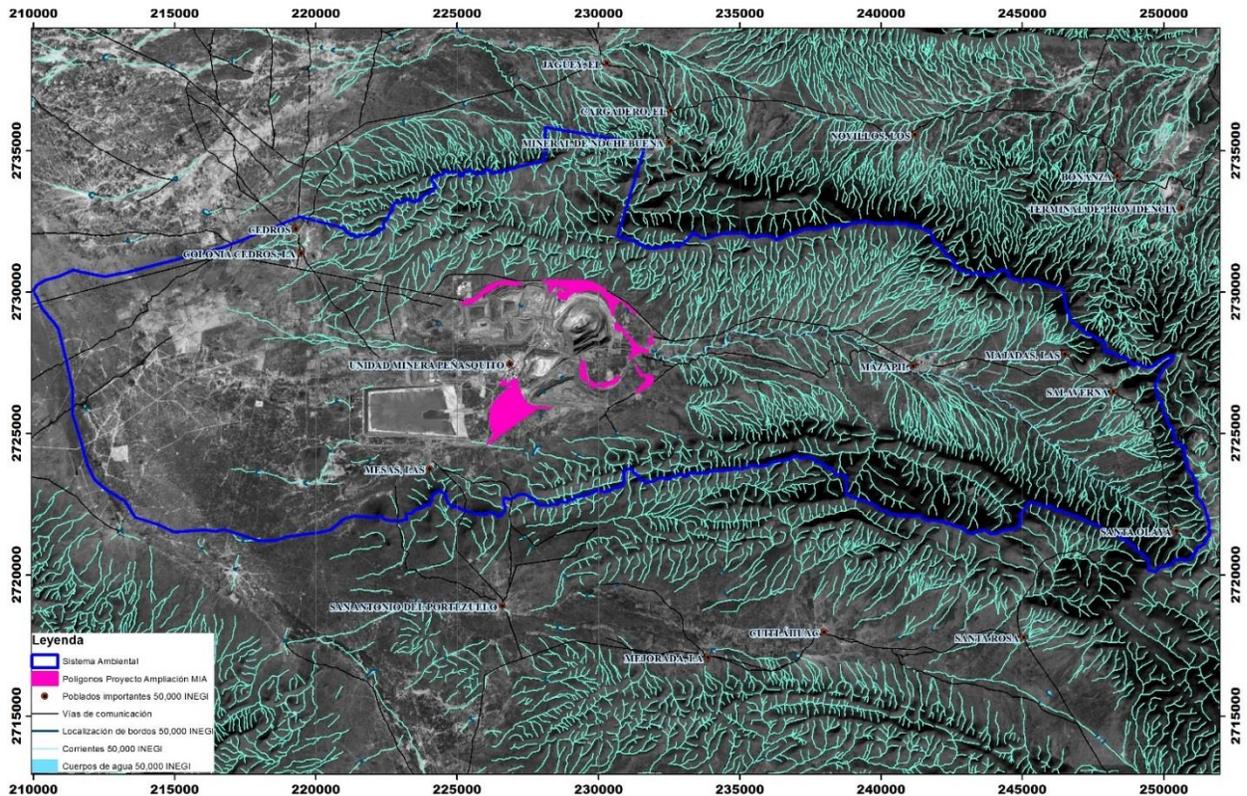


Figura 4.25. Modelo de corrientes y cuerpos de agua en el Sistema Ambiental

IV.2.1.4.2 Hidrología subterránea

La permeabilidad es la capacidad de una roca para permitir la circulación del agua a través de ella. Cuantitativamente su valor está dado por el coeficiente de permeabilidad, la cual se define como el caudal que circula a través de un área unitaria transversal al flujo, bajo un gradiente hidráulico unitario. Esta propiedad depende de la forma, acomodo y distribución granulométrica de las partículas constituyentes, y del grado de compactación o cementación de las misma, factores que controlan, a su vez, el tamaño e interconexión de los intersticios.

Es importante hacer mención que una elevada porosidad no implica necesariamente una elevada permeabilidad; por lo contrario, en algunas rocas mientras mayor es la porosidad, menor es su permeabilidad y su rendimiento específico; para que una roca sea favorable como acuífero, no basta que contenga un gran volumen de agua almacenada, es necesario, además, que permita su fácil circulación hacia las zonas de captación.

La clasificación de las unidades hidrogeológicas presentadas por INEGI, toma en cuenta las características físicas de las rocas, así como las de los materiales granulares para estimar la posibilidad de contener o no agua, clasificándolos en dos grupos: material consolidado y no consolidado, con posibilidades bajas, medias o altas de funcionar como acuífero.

En el Sistema Ambiental se encuentra en mayor proporción el material no consolidado con rendimiento alto mayor a 40 litros por segundo (lps), seguido de material consolidado con posibilidades bajas, materia no consolidado con posibilidades bajas y material no consolidado con posibilidades medias, las cuales se describen a continuación:

- Material no consolidado con rendimiento alto >40lps: Unidad constituida por uno o varios tipos de roca que funcionan como acuífero y deben su rendimiento principalmente a sus características de alta permeabilidad y transmisividad producto del fracturamiento, porosidad, disolución, estructura o grado de cementación. Las obras de explotación existentes en esta unidad suelen tener rendimiento mayor a 40 litros por segundo.
- Material consolidado con posibilidades bajas: A esta unidad la presentan sedimentarias, que por sus características primarias de formación y permeabilidad secundaria quedan limitadas de contener agua. Este material se localiza en la parte superior de las sierras altas.
- Material no consolidado con posibilidades medias: Está unidad está formada por abanicos aluviales recientes y conglomerados terciarios, en los cuales se localizan acuíferos de tipo libre. Se le considera con posibilidades medias debido a su poco espesor y al volumen reducido de agua que se extrae del mismo.
- Material no consolidado con posibilidades bajas: Está constituido por conglomerados de clastos subredondeados y mal clasificados, en matriz areno-arcillosa, medianamente cementados y por suelos aluviales recientes, de espesor limitado. El conglomerado presenta buenas características de permeabilidad, por lo que funciona como zona de recarga de los valles. Los suelos por su alto contenido de arcillas son impermeables. Este material se localiza en los valles intermontanos y al pie de las sierras.

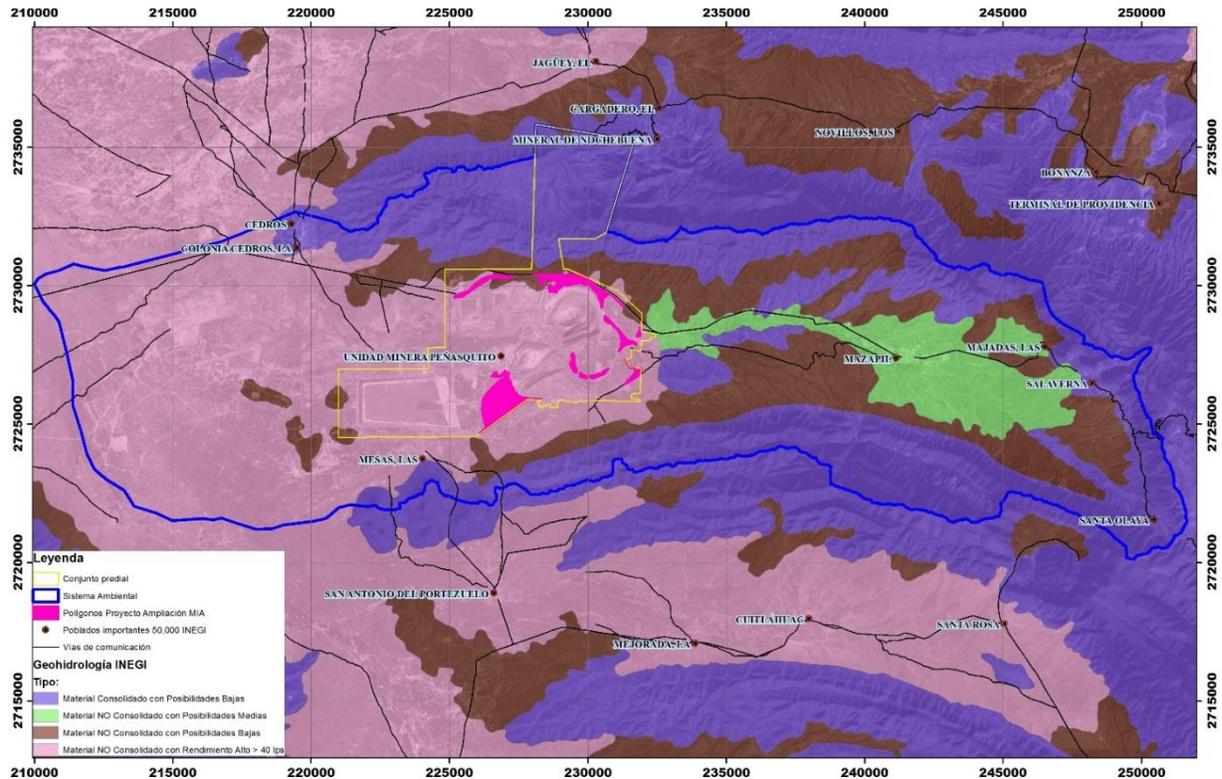


Figura 4.26. Material con posibilidades de contener agua en el Sistema Ambiental, INEGI

En consideración a la información recopilada por el geoportal de CONABIO, la permeabilidad en gran superficie del SA es considera media a alta (localizada), esto ya que es un área de depósitos fluvio-aluviales. Como se observa en la Figura 4.27, la sección oriental del SA la permeabilidad es alta (localizada), esto se debe a la existencia de rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas (calizas), que permiten mayor permeabilidad.

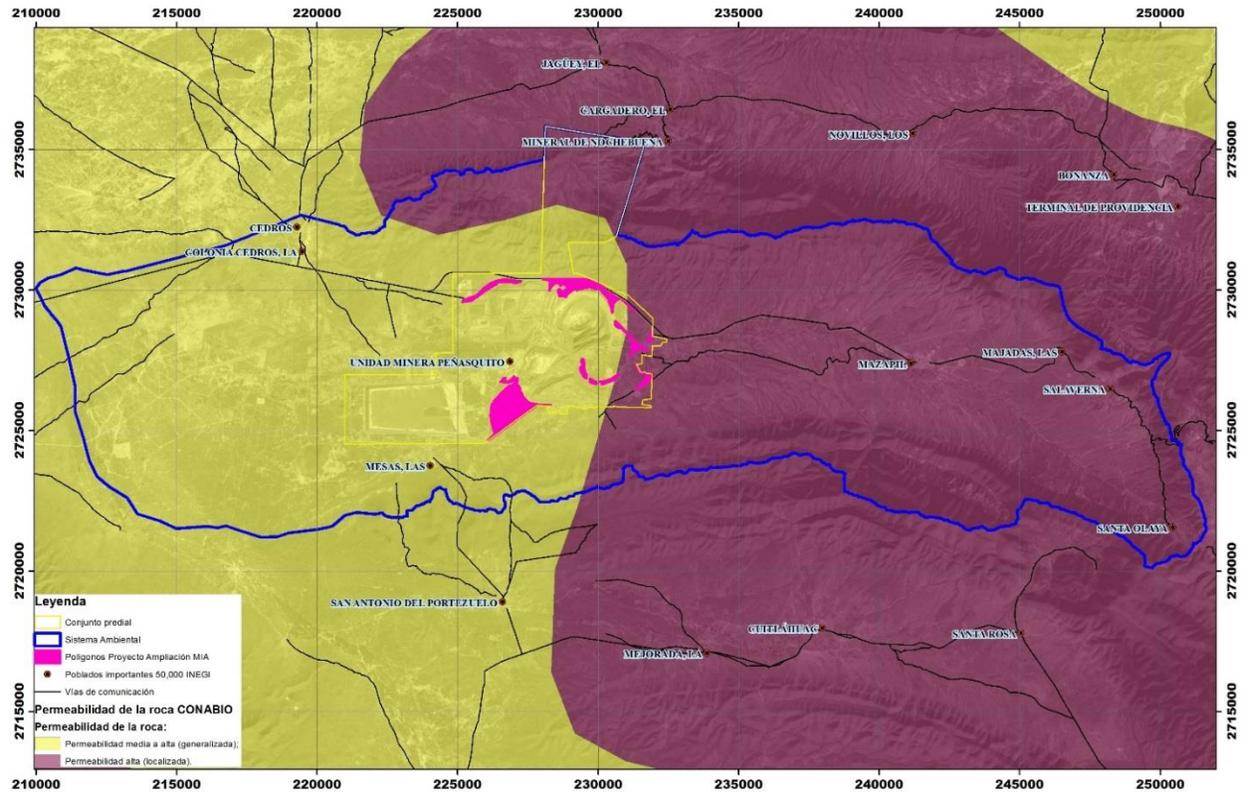


Figura 4.27. Permeabilidad de la roca en el SA, CONABIO

Acuífero

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el SA se encuentra ubicado dentro del acuífero Cedros, que tiene designada la clave 3218 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA (Tabla 4.17).

El 20 de abril del 2015 la CONAGUA publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero Cedros, que forma parte de la región Hidrológico-Administrativa VII “Cuencas Centrales del Norte”. Conforme a este estudio, determinado con la NOM-011-CONAGUA-2000, no existe déficit en el acuífero, teniendo una disponibilidad media anual de 10.21 millones de metros cúbicos (Mm³).

Tabla 4.17. Disponibilidad media anual en el acuífero Cedros

Clave	Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	Déficit
3218	Cedros	54.5	7.6	36.6894	7.2	10.210525	0.00000

Cifras en millones de metros cúbicos anuales: R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la 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.

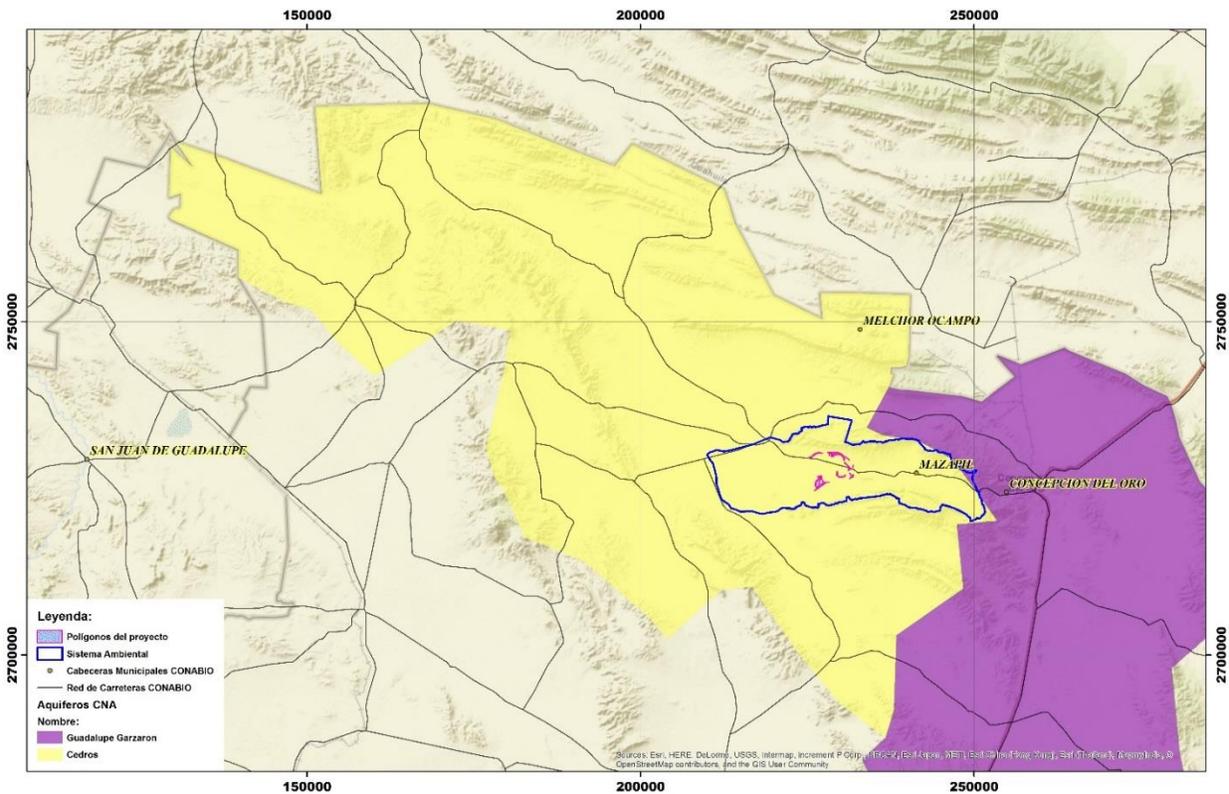


Figura 4.28. Localización del SA dentro del Acuífero Cedros

IV.2.2. Medio biótico

IV.2.2.1 Flora

IV.2.2.1.1 Introducción

Partiendo de aspectos generales, según la regionalización de Rzedowski (2005) el SA, en la cual se ubica el Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, se localiza en la región florística Altiplanicie, como puede observarse en la Figura 4.29.

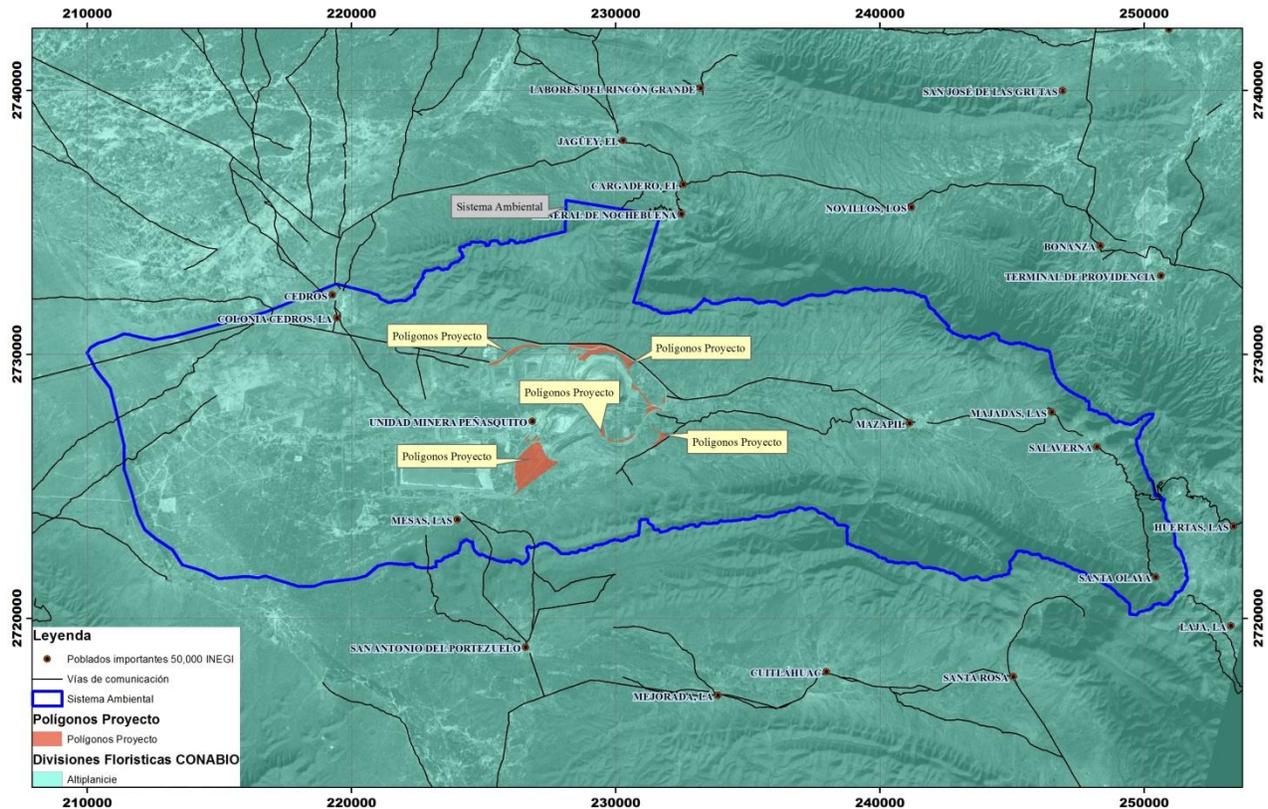


Figura 4.29. División florística del SA, CONABIO

El SA que se determinó para el Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, se encuentra solo en la Provincia de la Altiplanicie, esta se extiende desde Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Puebla. Quedan excluidas, sin embargo, sus partes semihúmedas y húmedas, en cambio se adscriben aquí porciones significativas del noreste de Sonora, de Nuevo León y de la zona de Texas conocida como Trans-Pecos. Es, por consiguiente, la provincia más extensa de todas las reconocidas. La altitud de su territorio varía en general entre los 1,000 y 2,000 m, por lo que es más notoria la influencia de las bajas temperaturas. El número de especies endémicas es muy considerable y su abundancia es favorecida por la diversidad de sustratos geológicos; a este respecto puede citarse como ejemplo el conjunto de gipsófitas. A lo largo de su límite oriental, desde Coahuila hasta Hidalgo, se puede observar una notable influencia de elementos florísticos propios de la provincia de la Planicie Costera del Noreste. La vegetación predominante consiste en matorrales xerófilos, aun cuando también son frecuentes los pastizales y el bosque espinoso (mezquital). El número de géneros restringidos a esta entidad es de 16 si se toma en cuenta solo a las plantas leñosas; pueden mencionarse, por ejemplo: *Ariocarpus*, *Eutetras*, *Grusonia*, *Lophophora*, *Sartwelli*, *Sericodes*.

IV.2.2.1.2 Descripción de la vegetación en el Sistema Ambiental

La determinación de los tipos de vegetación se realizó con base en la clasificación de Rzedowski (1978) y la reestructurada por INEGI Serie V (Capa unión)² para hacerla comparable con la anterior, después corroborarse en campo y lograr una inferencia precisa.

Lo anterior llevó a señalar la presencia de dos tipos de vegetación en todo el sistema ambiental denominados como Bosque de coníferas, encinos y Matorral xerófilo, según Rzedowski (Figura 4.30).

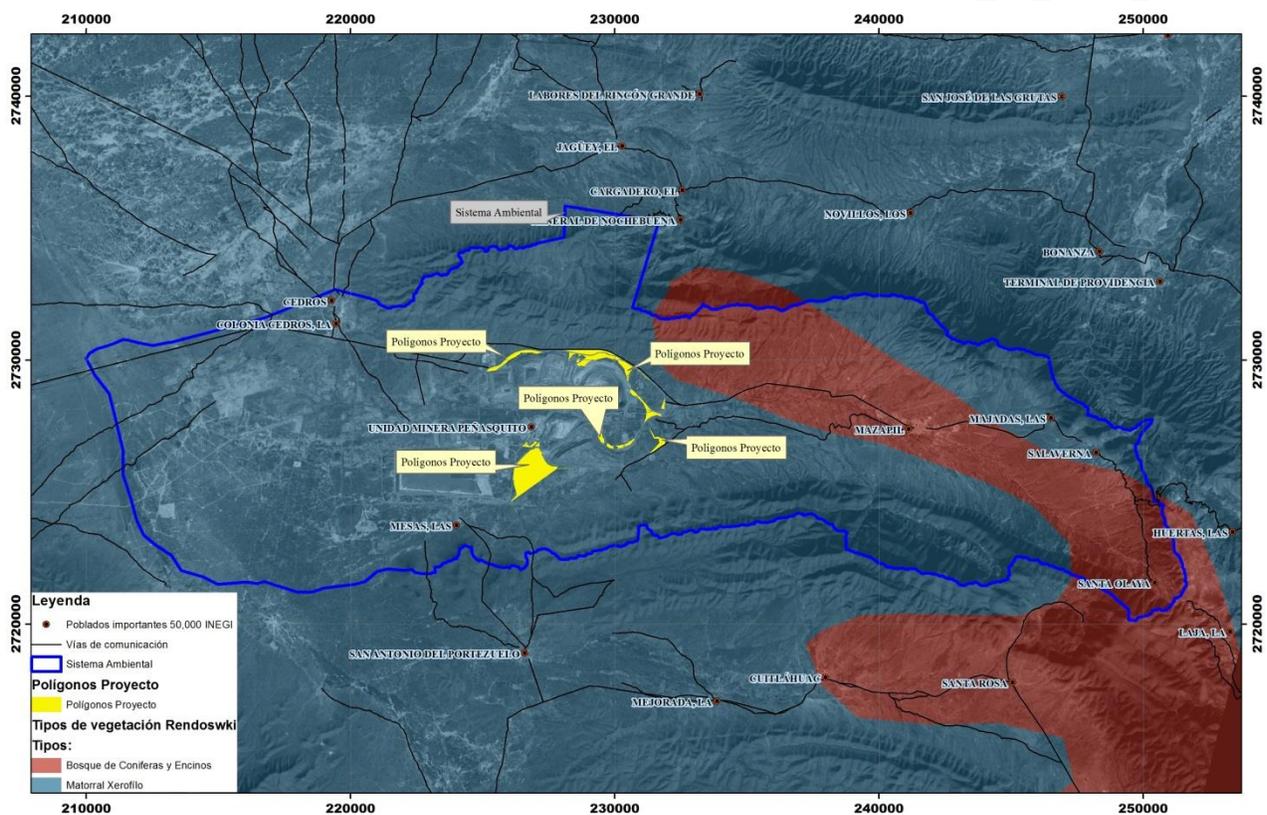


Figura 4.30. Vegetación en el SA de acuerdo a Rzedowski

De acuerdo a INEGI, dentro del SA donde se pretende el desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras se presentan siete tipos de vegetación: Bosque de pino, Matorral desértico micrófilo, Matorral desértico rosetófilo, Pastizal natural, Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino, vegetación secundaria arbustiva de

² La Capa Unión es una versión sintética en una sola capa del conjunto nacional de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000 Serie V, que consta de 13 capas de información. Presenta información de áreas agrícolas clasificadas de acuerdo a la forma de recibir el agua los cultivos y por su ciclo agrícola y la distribución de la cubierta vegetal en su estado original, en sus fases sucesionales y la vegetación inducida de acuerdo con el sistema de clasificación del INEGI. Esta capa se generó durante el periodo 2011 - 2012, y se derivó con base en la información presentada en la Serie IV de Uso del Suelo y Vegetación, actualizada con imágenes del satélite LANDSAT del año 2011.

matorral desértico micrófilo y vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo (Figura 4.31 y Anexo 4.18).

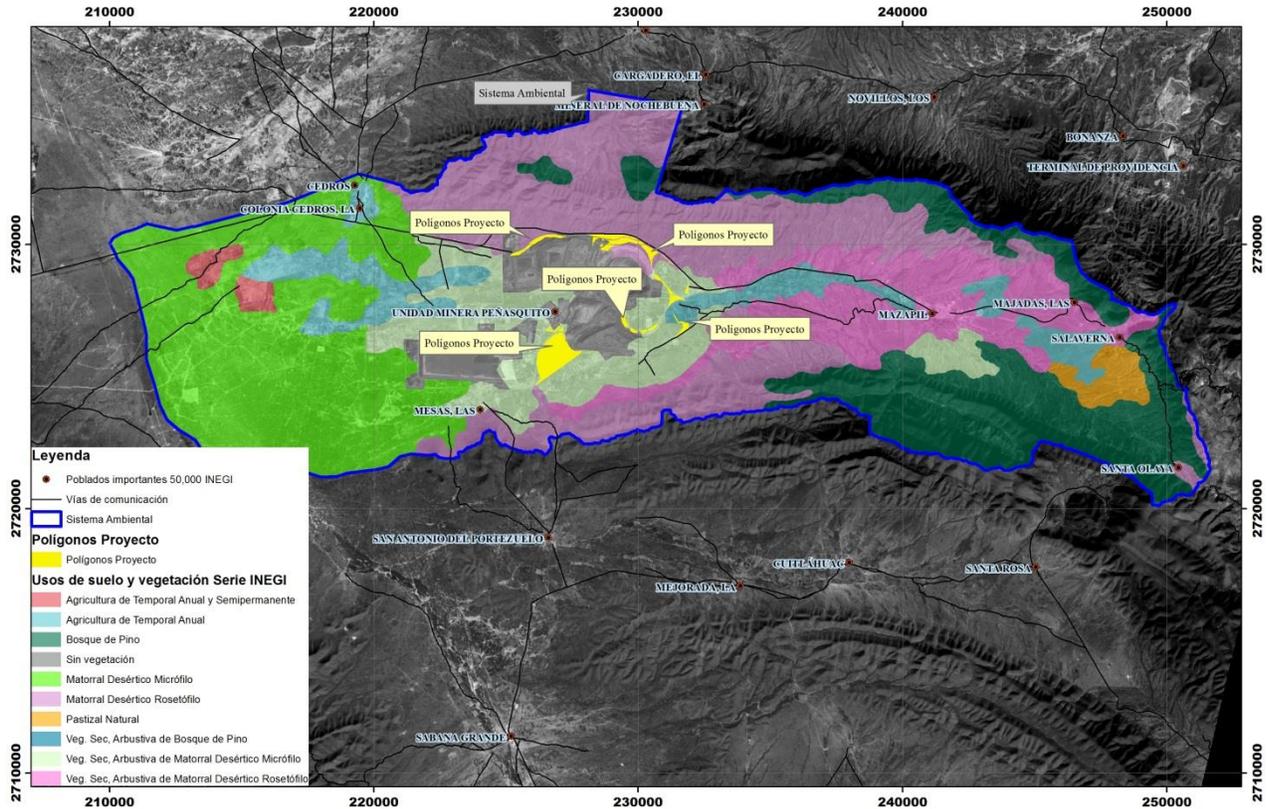


Figura 4.31 Uso de suelo y vegetación de INEGI en el SA

A continuación se presentan a detalle las características de los tipos de vegetación presentes en el SA:

Conforme a las observaciones derivadas de los recorridos en campo para reconocimiento general del área, la ejecución de los muestreos dentro del SA (vegetación, fauna, suelos), y el análisis cartográfico con el Sistema de Información Geográfica (SIG), se determinaron los usos de suelo dentro del SA (Figura 4.32 y Anexo 4.19).

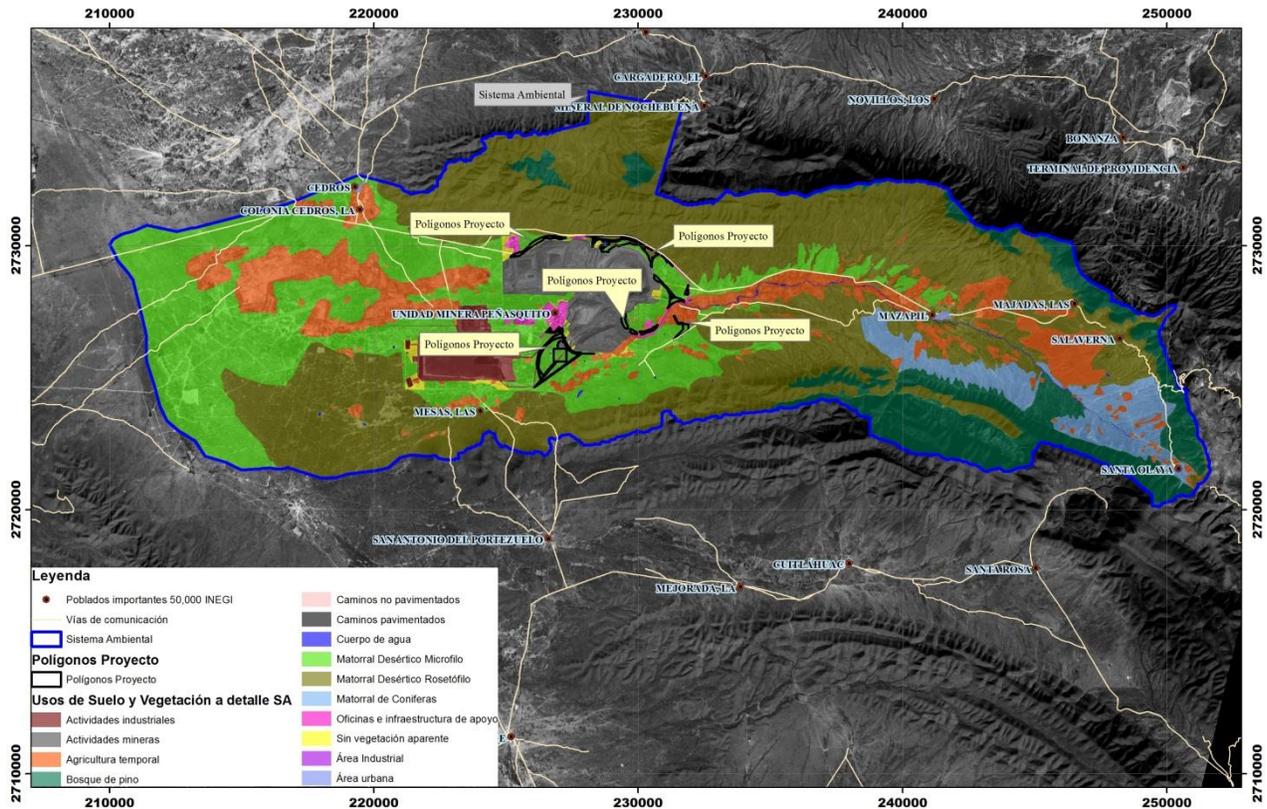


Figura 4.32. Uso de suelo y vegetación de acuerdo al trabajo de campo realizado en el SA

La superficie ocupada por cada uno de los tipos de uso de suelo y vegetación determinados dentro del SA delimitada para el Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, se muestra en la Tabla 4.18 y en la Figura 4.33.

Tabla 4.18. Usos d suelo y vegetación en el SA, INEGI (Serie V)

ID	Uso de suelo y vegetación	Sup. (Ha)	Porcentaje (%)
1	Matorral Desértico Micrófilo	9,358.19	24.84
2	Sin vegetación aparente	282.67	0.75
3	Matorral Desértico Rosetófilo	15,933.84	42.30
4	Bosque de pino	3,751.54	9.96
5	Caminos no pavimentados	0	0.00
6	Caminos pavimentados	0.28	0.00
7	Agricultura temporal	4,116.78	10.93
8	Cuerpo de agua	75.18	0.20
9	Área urbana	29.12	0.08
10	Área Industrial	0.19	0.00
11	Matorral de Coníferas	1,543.92	4.10
12	Actividades mineras	1,535.76	4.08
13	Oficinas e infraestructura de apoyo	224.68	0.60
14	Actividades industriales	816.89	2.17
	Total	37,669.04	100

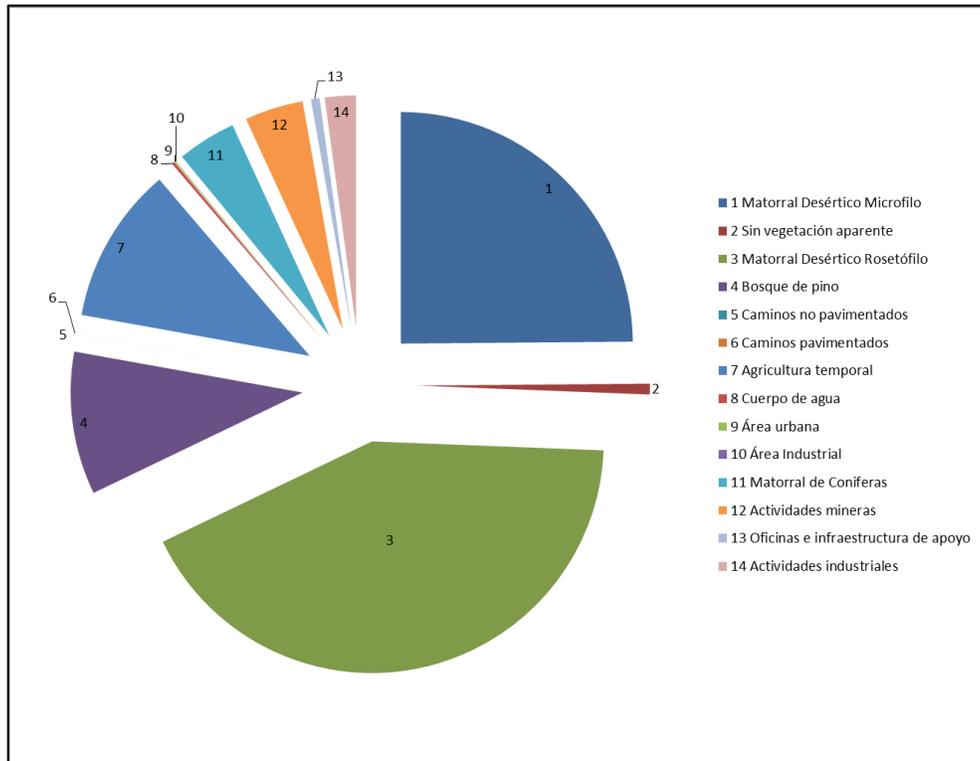


Figura 4.33 Gráfica de distribución de la superficie del SA por tipo de vegetación y uso de suelo conforme a los recorridos de campo

Bosque de Pino

Comunidad de bosque ampliamente distribuida 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.); dependiendo del dominio de uno y otro, se le denomina pino-encino si predominan las coníferas y es llamado encino-pino cuando dominan los encinares. La transición del bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal. Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de distribución. Aunque en el área del SA para el presente proyecto no se localizan bosque de *Quercus*.

De acuerdo con Critchfield y Little (1966) existen en México 35 especies del género *Pinus*, número que representa 37 % del total de especies que los mismos autores reconocen para el mundo entero. La gran mayoría de los pinos mexicanos posee una distribución geográfica restringida al territorio del país y a algunas áreas vecinas y casi todos constituyen elementos dominantes en la vegetación actual. Los pinares son comunidades vegetales muy características de México y ocupan vastas superficies del territorio.

Por la morfología y la disposición de sus hojas, los pinos poseen una fisonomía particular y los bosques que forman presentan un aspecto que difícilmente puede confundirse con el de otros tipos de vegetación. Si bien el conjunto de los pinares establece una unidad fisonómica bien definida, no sucede exactamente lo mismo desde el punto de vista ecológico. Aunque la mayoría de las especies mexicanas de *Pinus* posee afinidades hacia los climas templados a fríos, existen notables diferencias entre especies, algunas que no se ajustan a estas normas prosperan en lugares francamente calientes, lugares húmedos, semiáridos y sobre suelos alcalinos. Por otra parte, dentro de las mismas zonas de clima templado y semihúmedo, los pinares constituyen el único tipo de vegetación prevaleciente, pues compiten ahí con los bosques de *Quercus* y *Abies*, *Juniperus*, *Alnus* y con algunas otras comunidades vegetales.

En el área del SA del presente proyecto el árbol representativo de este tipo de vegetación es *Pinus cembroides*; cabe hacer mención que dentro del bosque de Pino se pueden encontrar individuos dispersos de *Juniperus saltillenses*, *Pinus johannis* y *Pinus pinceana*, por lo regular en estrato arbustivo.

Matorral desértico micrófilo

Es el tipo de matorral de zonas áridas y semiáridas de mayor distribución, formado por arbustos de hoja o foliolo pequeño. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados y puede estar formado por asociaciones de especies sin espinas, con espinas o mezclados; asimismo pueden estar en su composición otras formas de vida, como cactáceas, izotes o gramíneas.

La distribución de este matorral se extiende a las zonas más secas de México, y en áreas en que la precipitación es inferior a 100 mm anuales, la vegetación llega a cubrir solo el 3% de la superficie, mientras que en sitios con climas menos desfavorables la cobertura puede alcanzar 20%; la altura varía de 0.5 a 1.5 m. Los géneros *Larrea* y *Ambrosia* constituyen 90 a 100% de la vegetación en áreas de escaso relieve, pero a lo largo de las vías de drenaje o en lugares con declive pronunciado aparecen arbustos como, especies de *Prosopis*, *Cercidium*, *Olneya*, *Condalia*, *Lycium*, *Opuntia*, *Fouquieria*, *Hymenoclea*, *Acacia*, *Chilopsis*, etc.

Larrea a menudo es el único género dominante, otras veces, junto con *Flourensia*, forma 60 a 80% de la vegetación; los matorrales únicamente representados con el género *Flourensia* son poco frecuentes.

Para el área del SA y área del proyecto, este matorral se compone principalmente de *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua*, que ocupa característicamente las llanuras con suelo profundo, así como las partes inferiores de los abanicos aluviales, asimismo se encuentra con frecuencia en laderas de cerros. Existe dentro de este tipo de vegetación una comunidad de especies leñosas, representadas por individuos que forman manchones frecuentemente de *Prosopis glanulosa*. Existe un contingente de especies anuales, que no hacen su aparición en la temporada de lluvias e incluso en varios años. Este tipo de vegetación por lo regular esta acompañado de elementos rosetófilo, principalmente *Agave*

lecheguilla y *Agave scabra*, la mezcla de estos, forma barreras de vegetación de difícil acceso. Destacan por su altura individuos de *Yucca filifera*, los cuales con frecuencia forman comunidades dispersas o densas, dando el aspecto de un bosque de palma.

Matorral desértico rosetófilo

Matorral dominado por especies con hojas en roseta, con o sin espinas, sin tallo aparente o bien desarrollado. Se le encuentra generalmente sobre xerosoles de laderas de cerros de origen sedimentario, en las partes altas de los abanicos aluviales o sobre conglomerados en casi todas las zonas áridas y semiáridas del centro, norte y noroeste del país. Aquí se desarrollan algunas de las especies de mayor importancia económica de esas regiones áridas como: *Agave lechuguilla* (Lechuguilla), *Euphorbia antisiphylitica* (Candelilla), *Parthenium argentatum* (Guayule), *Yucca carnerosana* (Palma samandoca), etc.

Entre sus elementos destaca por su abundancia *Agave lechuguilla*, así como diversos arbustos, muchos de los cuales cuentan con una considerable altura, como por ejemplo *Fouquieria splendens*, *Yucca carnerosana*, *Yucca filifera*, etc. Sobre las cañadas podemos encontrar individuos dispersos o manchones de *Lindleya mespiloides* y se vuelve representativa la presencia de *Agave striata*, que forma poblaciones mezcladas con *Agave lechuguilla* y *Agave scabra*.

Algunos de los principales usos de este tipo de vegetación son: la obtención de fibras vegetales útiles en cordelería y jarciería en general, la obtención de celulosa para papel; elaboración de bebidas alcohólicas y alimento para ganado. Además de este tipo de explotación forestal, hay actividad ganadera, con caprinos principalmente.

Pastizal natural

Es considerado como un producto natural de la interacción del clima, suelo y biota de una región. Es una comunidad dominada por especies de gramíneas, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etc. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y la zona de bosques; en sus límites con los bosques de encino forma una comunidad denominada Bosque Bajo y Abierto por la apariencia de los primeros árboles de los Encinares de las partes elevadas propiamente dichos.

Los pastizales en cuestión son generalmente de altura media, de 20 a 70 cm, aunque a causa del intenso pastoreo con frecuencia se mantienen a una menor altura. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad sólo reverdece en la época más húmeda. La cobertura varía notoriamente de un lugar a otro y mucho tiene que ver con la utilización del pastizal, pero rara vez supera el 80% y frecuentemente es menor de 50 por ciento.

Su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, incluyendo a veces algas, hay un solo estrato

herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies de otras familias. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes, cuando existen, sólo juegan un papel secundario por el disturbio, e irregularmente forman uno a dos estratos. Las trepadoras son escasas y las epífitas de tipo xerófilo sólo se presentan en ocasiones sobre las ramas de arbustos y árboles aislados.

Son frecuentemente dominantes o codominantes en las asociaciones las especies del género *Bouteloua* y la más común es *Bouteloua gracilis*, que prevalece en amplias extensiones del pastizal, sobre todo en sitios en que el sobrepastoreo no ha perturbado las condiciones originales y preferentemente en suelos algo profundos. En laderas y pendientes, con suelo somero y pedregoso, a menudo son más abundantes *Bouteloua curtipendula* y *Bouteloua hirsuta*. y menos frecuentes, *Bouteloua rothrockii*, *Bouteloua radicata*, *Bouteloua repens*, *Bouteloua eriopoda* y *Bouteloua chondrosioides*, sin embargo en algunas zonas pueden actuar como dominantes o codominantes: *Bouteloua eriopoda* y *Bouteloua scorpioides*, que aparentemente resultan favorecidas por un pastoreo intenso, desplazando en ciertas áreas a *Bouteloua gracilis*.

Por sus características este tipo de vegetación es el más explotado desde el punto de vista pecuario a base de ganado vacuno, lo que se ha provocado que la mayoría de estas comunidades se encuentren perturbadas y en algunos casos hayan sido sustituidas por diversos arbustos y/o hierbas. Muchas áreas se encuentran sobrepastoreadas y otras han sido ocupadas por agricultura generalmente de temporal.

El aprovechamiento de los Pastizales Naturales en México, en la mayor parte de los casos, no es óptimo, debido en muchos sitios, al sobrepastoreo y a la falta de organización y técnica adecuada. El sobrepastoreo y el pisoteo excesivo impiden muchas veces el buen desarrollo y la reproducción de las especies más nutritivas y apetecidas por el ganado, propiciando el establecimiento de plantas que los animales no comen y que a menudo son venenosas y reducen también la cobertura del suelo, exponiéndolo a los efectos de la erosión.

Sin vegetación aparente

Se incluyen bajo este rubro los eriales, depósitos litorales, y bancos de ríos, que se encuentran desprovistos de vegetación o que ésta no es aparente ya que su presencia o tamaño no permiten que sea cartografiable y no se le puede considerar bajo alguno de los conceptos de vegetación antes señalados.

Agricultura de temporal anual

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a

más de diez años, en el caso de los frutales, o bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo.

Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola.

Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

En general en todo el SA se localiza un estrato herbáceo donde predominan especies de las familias Asteráceas y Poaceae; las especies presentes son de talla mediana y generalmente amacolladas. Entre las compuestas (familia Asteráceas) están *Stevia lucida* y *Brickellia laciniata*.

En la Figura 4.34 y Anexo 4.20. Se presenta un conjunto de imágenes en donde se aprecia la condición general de la vegetación dentro del SA.



Figura 4.34. Vegetación dentro del SA

IV.2.2.1.3 Metodología de muestro

Los inventarios forestales constituyen la herramienta de la cuantificación ordenada de las características de un bosque, para realizar ésta cuantificación, es necesario diseñar un tipo de inventario, en donde sus características principales son: la distribución, forma, tamaño y número de muestras, las cuales deben ser adecuadas para cada tipo de bosque o estrato. Un inventario forestal es el método usado para medir y registrar los datos de la vegetación, procesar estos datos de campo para obtener así información de la cantidad, volumen, pesos y características del área vegetada, con un grado de detalle y precisión de acuerdo al objetivo previsto y la exactitud requerida.

Los trabajos de campo en el área del SA donde se desea ejecutar el presente proyecto, se iniciaron con un recorrido previo del área. En gabinete se realizaron actividades de planeación, destacando el análisis del tamaño de muestra y del sistema de

muestreo a utilizar en función de la vegetación presente y características topográficas de la zona, mismas que fueron previamente estudiadas en planos y temas editados por el INEGI.

El trabajo de campo consistió en realizar un recorrido por el área del SA para identificar los tipos de vegetación y de esta manera diseñar el tipo de muestreo requerido con la intención de cubrir de la mejor manera los diferentes ecosistemas y determinar la riqueza florística.

Por la magnitud del SA se determinó que el sistema de muestreo más adecuado es el muestreo aleatorio simple, el cual se describe en seguidas:

Muestreo aleatorio simple

Es el esquema de muestreo más sencillo de todos y de aplicación más general (Figura 4. 35). Este tipo de muestreo se emplea en aquellos casos en que se dispone de poca información previa a cerca de las características de la población a medirse. Si se quiere conocer la abundancia y diversidad de la vegetación, una información simple sería un croquis georreferenciado con la superficie del área.

El muestreo al azar simple es el proceso fundamental de selección a partir del cual se derivan todos los demás procedimientos de muestreo, con el objetivo de aumentar la precisión de las estimaciones y reducir costos.

En el muestreo al azar simple cada unidad de muestreo tiene la misma probabilidad de ser seleccionada y es igual a $1/N$ y todas las combinaciones posibles de "n" unidades de muestreo tienen igual probabilidad de ser seleccionadas de la población. La selección de cada unidad de muestreo es libre de cualquier subjetividad, totalmente independiente de la selección de las demás unidades y no existe ninguna restricción que gobierne la distribución de las unidades muestrales sobre la población, es decir que esta distribución se debe pura y exclusivamente al azar. En este proceso, en la población objeto de estudio no se identifican partes que se diferencien entre sí, como ocurre en el muestreo estratificado.

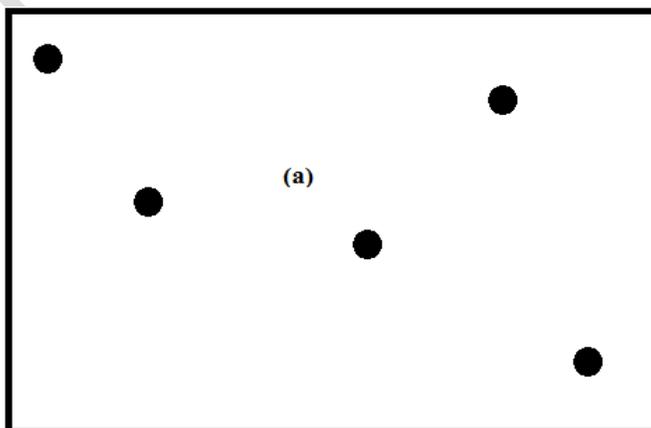


Figura 4. 35 Diseño de muestreo aleatorio simple

Esquema del sitio de muestreo

Existen diferentes autores que han analizado la forma y tamaño de los sitios de muestreo en el mundo y en México. Se han utilizado diferentes tamaños de sitios de muestreo por diferentes personajes involucrados en la investigación dasonómica, forestal y de manejo de los recursos forestales. El tamaño más común de los sitios de muestreo por los diferentes autores varía desde un tamaño de 100 a 1,250 m². Caballero et al., (1970) señalan, que pueden utilizarse diferentes tamaños de sitio, dependiendo de la intensidad de muestreo, mientras más grande sea esta, es recomendable utilizar sitios de mayor superficie.

De acuerdo a la literatura analizada sobre los sitios de muestreo, de la experiencia de levantamientos en campo y de los tipos de vegetación presentes en el área del SA del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, se determinó que el sitio de muestreo más adecuado es el de tipo de circular de 1,000 m² para el estrato arbóreo, con un subsitio interno circular de 500 m² para el estrato arbustivo y un subsitio más al centro del este de 100 m² para el estrato herbáceo (Figura 4. 36).

Sitios circulares

Este tipo de muestra es el que mayormente se utiliza en los inventarios forestales, es de dimensiones fijas generalmente de 0.1 ha con radio de 17.84. Para llevar a cabo este tipo de muestreo, se ubica un lugar como centro, luego se mide el radio (según la dimensión del sitio) en los diferentes puntos cardinales (con respecto al centro). De esta manera se traza un círculo con una cinta métrica o una cuerda para saber que vegetación entra y cual no, levantando por lo tanto solo la información que corresponde a la unidad de muestreo según su superficie.

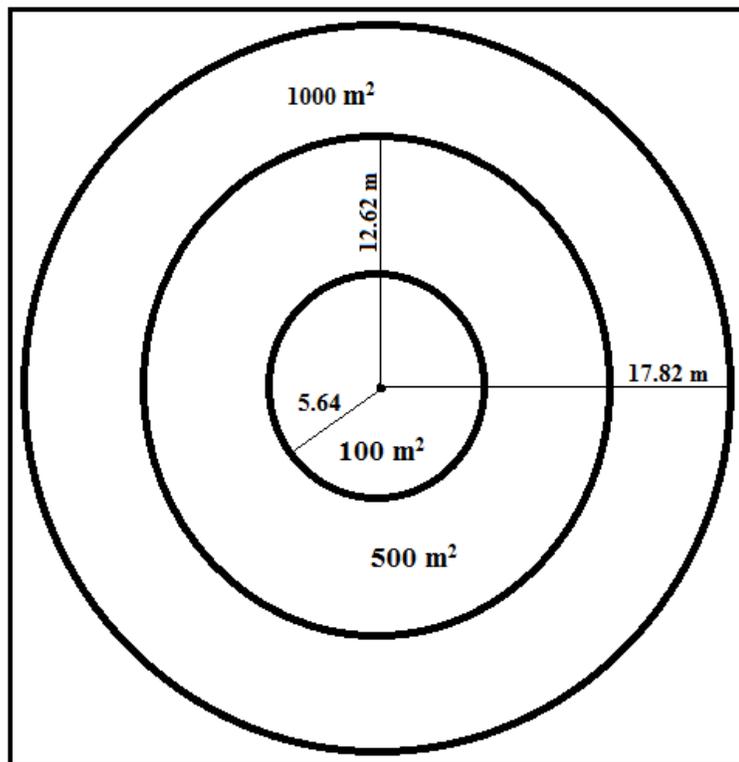


Figura 4. 36 Esquema de sitios de muestreo del SA

El estudio de la vegetación se basó en realizar un análisis de la totalidad de los individuos presentes dentro de la superficie del sitio de muestreo; para lo que se identificó primeramente cada individuo a nivel de especie; posteriormente para el estrato arbóreo se tomaron las medidas de altura total, diámetro a la altura de pecho (DAP) y cobertura; para el estrato arbustivo y herbáceo se tomaron los parámetros de cobertura de copa y altura. Para el caso de individuos de dudosa identificación se colectó y fotografió en lo posible el mayor número de caracteres para su posterior identificación en gabinete.

Con base en la metodología antes descrita fue posible estimar índices ecológicos (abundancia, frecuencia, y valor de importancia relativa) y de esta manera inferir la estructura de la vegetación dentro de las áreas del SA para el desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras.

La información recabada en el campo se agrupa en dos clases, la silvícola-ecológica y la de control. En la primera se capta información sobre las características que ya se mencionaron en el párrafo anterior, mientras que en la información ecológica, se toman datos de la altura sobre el nivel del mar, pendiente general, exposición, compactación, textura del suelo, material sólido predominante, materia orgánica, tipos de erosión que se presentan y porcentaje de la superficie afectada, número de individuos, tamaño, vigor, así como los agentes que inciden en la perturbación que afecta a los recursos naturales. En el tipo de datos de control se toma en cuenta la información referente a la ubicación geográfica del SA, la Entidad federativa, número de unidad de registro, brigada que tomó la información, fecha en que se realizó el muestreo, entre otros.

Para el caso del presente estudio se levantaron 40 sitios de muestreo para cada estrato, de 1,000 m² para el estrato arbóreo, de 500 m² para el arbustivo y de 100 m² para el herbáceo, para esto se tomaron las coordenadas UTM de cada uno, las que se plasman en la Tabla 4. 19, Figura 4.37 y Anexo 4.17.

Tabla 4. 19 Sitios de muestreo en el SA

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	245550	2727739	15	213902	2726113	28	236012	2728830
2	242939	2723235	16	212224	2729440	29	217434	2730733
3	242191	2723783	17	219300	2727878	30	215802	2725756
4	249001	2724705	18	239265	2724270	31	221875	2722830
5	240585	2728448	19	244340	2729200	32	225298	2722691
6	237435	2729491	20	240690	2727415	33	242960	2728617
7	238185	2726064	21	238254	2728499	34	245897	2724078
8	235462	2725087	22	239607	2726851	35	249292	2721865
9	246519	2724643	23	238747	2727355	36	220723	2731630
10	249917	2722599	24	241435	2727986	37	235713	2726862
11	215833	2723432	25	237672	2730896	38	240099	2730447
12	218225	2724875	26	237371	2730132	39	235789	2730180
13	219991	2724401	27	239387	2728808	40	215001	2729456
14	218759	2731311						

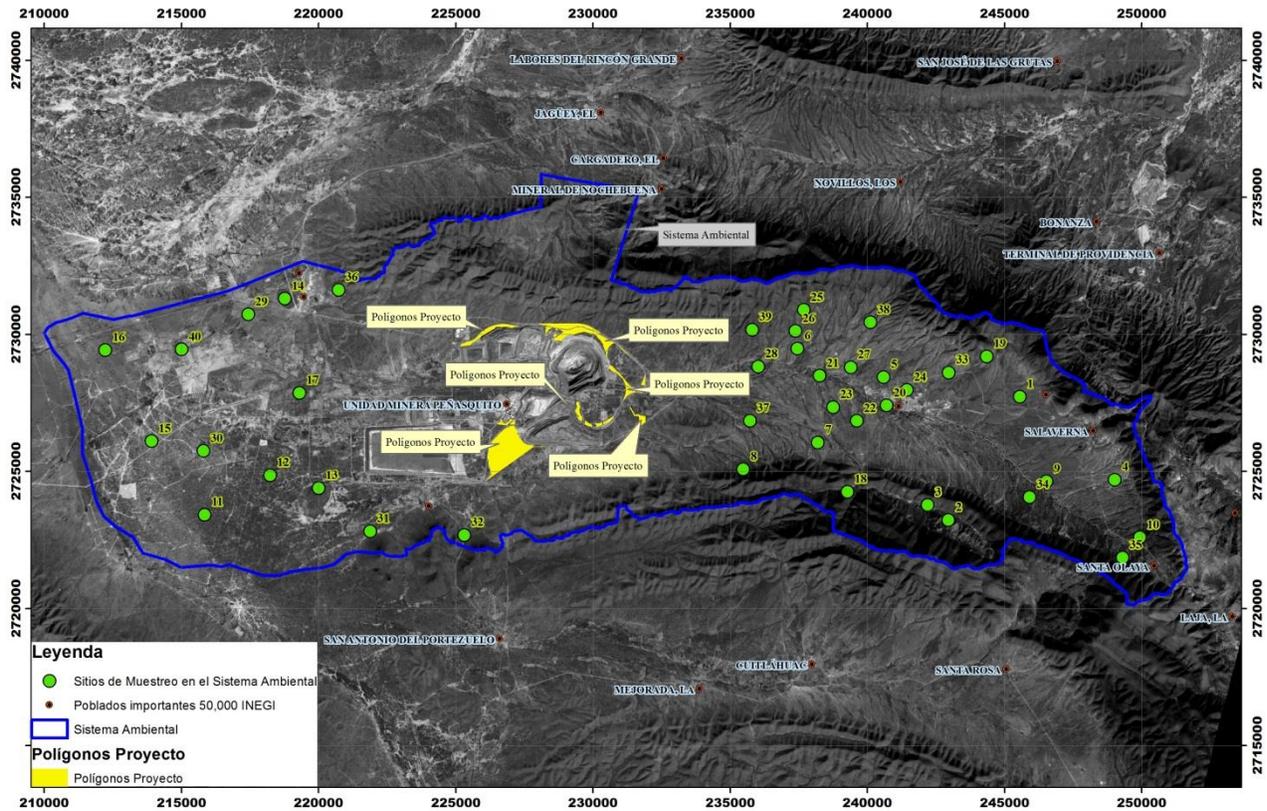


Figura 4.37. Distribución de los sitios de muestreo en el SA

IV.2.2.1.4 Listado florístico del SA

Se documentaron 120 especies pertenecientes a 38 familias. Las familias con el mayor número de especies fueron: Cactácea (26 spp.), Asteraceae (17 spp.), y Fabaceae (9 spp.) y Aparagaceae (7 spp.).

A continuación se presenta la Tabla 4.20 con el listado florístico de las especies encontradas dentro del SA delimitada para el Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras.

Tabla 4.20. Listado florístico del SA

No.	Familia	Nombre Científico	Autor	Nombre de Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Anacardiaceae	<i>Rhus microphylla</i>	Engelm.	Agrito	
2		<i>Rhus virens</i>	Lindh. ex A. Gray	Citrica	
3		<i>Schinus molle</i>	L.	Pirul	
4	Asparagaceae	<i>Agave lecheguilla</i>	Torr.	Lechuguilla	
5		<i>Agave salmiana</i>	Otto ex Salm-Dyck	Maguey aguamielero	

No.	Familia	Nombre Científico	Autor	Nombre de Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
6		<i>Agave scabra</i>	Ortega	Maguey del cerro	
7		<i>Agave striata</i>	Zucc.	Maguey espadín	
8		<i>Yucca filifera</i>	Chabaud	Palma china	
9		<i>Nolina cespitifera</i>	Trel.	Cortadillo	
10		<i>Dasyilirion cedrosanum</i>	Zucc.	Sotol	
11		<i>Yucca carnerosana</i>	(Trel.) McKelvey	Palma samandoca	
12	Asphodelaceae	<i>Asphodelus fistulosus</i>	L.	Cebollín	
13	Asteraceae	<i>Ageratina calophylla</i>	(Greene) R.M. King & H. Rob.	Ageratina	
14		<i>Brickellia lancinata</i>	A. Gray		
15		<i>Brickellia veronicifolia</i>	(Kunth) A. Gray	Ageratina	
16		<i>Chrysactinia mexicana</i>	A. Gray	Damiana	
17		<i>Gochnatia hypoleuca</i>	(DC.) A. Gray	Chomoque	
18		<i>Gymnosperma glutinosum</i>	(Spreng.) Less.	Tatalencho	
19		<i>Stevia lucida</i>	Lag.	Hierba de la araña	
20		<i>Stevia salicifolia</i> var. <i>salicifolia</i>	Cav.	Stevia	
21		<i>Thymophylla setifolia</i>	Lag.	Timophila	
22		<i>Viguiera cordifolia</i>	A. Gray	Verbena	
23		<i>Viguiera greggii</i>	(A. Gray) S.F. Blake		
24		<i>Viguiera stenoloba</i>	S.F. Blake	Maravilla	
25		<i>Zinnia acerosa</i>	(DC.) A. Gray	Sinia blanca	
26		<i>Flourensia cernua</i>	DC.	Hoja Zen	
27		<i>Parthenium argentatum</i>	A. Gray	Guayule	
28		<i>Parthenium incanum</i>	Kunth	Mariola	
29	<i>Pinaropappus roseus</i>	(Less.) Less.	Clavelillo		
30	Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	L.	Lentejilla	
31	Berberidaceae	<i>Berberis trifoliolata</i>	Moric.	Palo amarillo	
32	Bignoniaceae	<i>Chilopsis linearis</i>	(Cav.) Sweet	Mimbres	
33	Boraginaceae	<i>Tiquilia canescens</i>	(A. DC.) A.T. Richardson	Oreja de ratón	
34	Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	(L.) L.	Tinlancia recurvata	
35	Cactaceae	<i>Ariocarpus retusus</i>	Scheidw.	Peyote brujo	Pr
36		<i>Lophophora williamsii</i>	(Lem. ex Salm-Dyck) J.M. Coult.	Peyote	Pr
37		<i>Opuntia microdasys</i>	(Lehm.) Pfeiff.	Nopal cegador	
38		<i>Thelocactus bicolor</i> subsp. <i>bicolor</i>	(Galeotti ex Pfeiff.) Britton & Rose	Bicolor	

No.	Familia	Nombre Científico	Autor	Nombre de Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
39		<i>Mammillaria formosa</i>	Galeotti ex Scheidw.	Mamilaria blanca	
40		<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Lynch	Nopal cuijo	
41		<i>Corynopuntia schottii</i>	(Engelm.) F.M. Knuth	Perritos	
42		<i>Coryphantha delicata</i>	L. Bremer	Biznaga partida	Pr
43		<i>Cylindropuntia imbricata</i>	(Haw.) F.M. Knuth	Cardenchi	
44		<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	(DC.) F.M. Knuth	Tasajillo	
45		<i>Cylindropuntia tunicata</i>	(Lehm.) F.M. Knuth	Clavelina	
46		<i>Echinocactus horizonthalonius</i>	Lem.	Biznaga meloncillo	
47		<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Link & Otto	Biznaga burra	Pr
48		<i>Echinocereus pectinatus</i>	(Scheidw.) Engelm.	Equinocactus	
49		<i>Echinocereus pentalophus</i>	(DC.) Rumpler	Quercus enano	
50		<i>Echinocereus stramineus subsp. stramineus</i>	(Engelm.)	Alicoche	
51		<i>Ferocactus haematacanthus</i>	(Muehlenpf.) Britton & Rose	Biznaga barril costillona	Pr
52		<i>Ferocactus pilosus</i>	(Galeotti) Werderm.	Biznaga colorada	Pr
53		<i>Mammillaria heyderi</i>	Muehlenpf.	Biznaga chilitos	
54		<i>Mammillaria pottsii</i>	Scheer ex Salm-Dyck	Biznaga arcoiris	
55		<i>Neolloydia conoidea</i>	(DC.) Britton & Rose	Biznaga conica	
56		<i>Opuntia rastrera</i>	F.A.C. Weber	Nopal rojo	
57		<i>Opuntia stenopetala</i>	Engelm.	Nopal violaceo	
58		<i>Stenocactus multicostatus subsp. zacatecasensis</i>	(Britton & Rose) U. Guzmán & Vazq.-Ben.	Biznaga cerebro	
59		<i>Corynopuntia clavata</i>	(Engelm.) F.M. Knuth	Corynopuntia	
60		<i>Opuntia engelmannii</i>	Salm-Dyck ex Engelm.	Nopal ovalado	
61	Celastraceae	<i>Mortonia palmeri</i>	Hemsl.	Mortonia	
62	Convolvulaceae	<i>Cuscuta corymbosa</i>	Ruiz & Pav	Cizaña	
63		<i>Cuscuta sp.</i>	L.	Cuscuta	
64	Crassulaceae	<i>Echeveria paniculata</i>	A. Gray	Echeveria	
65	Cupressaceae	<i>Juniperus saltillensis</i>	M.T. Hall	Táscate	
66	Ephedraceae	<i>Ephedra aspera</i>	Engelm. ex S. Watson	Canutillo	
67		<i>Ephedra compacta</i>	Rose	Sanguinaria	
68	Euphorbiaceae	<i>Acalypha monostachya</i>	Cav.	Hierba del cancer	
69		<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	Zucc.	Candelilla	

No.	Familia	Nombre Científico	Autor	Nombre de Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
70		<i>Jatropha dioica</i>	Sessé	Sangre de grado	
71	Fabaceae	<i>Acacia glandulifera</i>	S. Watson	Mimosa	
72		<i>Acacia neovernicosa</i>	Isely	Vara prieta	
73		<i>Dalea bicolor</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engorda cabra	
74		<i>Dalea eriophylla</i>	S. Watson	Dalea	
75		<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Ortega	Gatuño	
76		<i>Muhlenbergia repens</i>	(J. Presl) Hitchc.	Bouteloua	
77		<i>Prosopis glandulosa</i>	Torr.	Mezquite	
78		<i>Senna demissa</i>	(Rose) H.S. Irwin & Barneby	Crotalaria	
79		<i>Senna wislizeni</i>	(A.Gray)	Carrozo	
80	Fagaceae	<i>Quercus striatula</i>	Trel.	Encinilla	
81	Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	Engelm.	Ocotillo	
82	Koeberliniaceae	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Zucc.	Corona de cristo	
83	Lamiaceae	<i>Salvia coulteri</i>	Fernald	Salvia	
84		<i>Salvia ballotiflora</i>	Benth.	Lamiace	
85		<i>Salvia chamaedryoides</i>	Cav.	Salvia azul	
86	Onagraceae	<i>Calylophus tubiculus</i>	(A. Gray) P.H. Raven	Campana amarilla	
87	Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	Gordon	Pino piñonero	
88		<i>Pinus johannis</i>	Rob.-Pass.	Pino piñón enano	Pr
89		<i>Pinus pinceana</i>	Gordon & Glend.	Pino piñonero llorón	P
90	Plumbaginaceae	<i>Plumbago pulchella</i>	Boiss.	Plumbago	
91	Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	L.	Aristida	
92		<i>Aristida divaricata</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Pasto avena	
93		<i>Bouteloua gracilis</i>	(Kunth) Lag. ex Steud.	Pasto navajita	
94		<i>Dasyochloa pulchella</i>	(Kunth) Willd. ex Rydb.	Pasto rastrero	
95		<i>Scleropogon brevifolius</i>	Phil.	Pasto tapete	
96		<i>Setaria leucopila</i>	(Scribn. & Merr.) K. Schum.	Pasto amaranto	
97	Polemoniaceae	<i>Loeselia coerulea</i>	(Cav.) G. Don	Loeselia morada	
98	Polygonaceae	<i>Eriogonum jamesii</i>	Benth.	Flor de borrego	
99	Pottiaceae	<i>Aloina rigida</i>	(Hedw.) Limpr.	Briofita	
100	Pteridaceae	<i>Astrolepis sinuata</i>	(Lag. ex Sw.) D.M. Benham & Windham	Doradilla	
101		<i>Cheilanthes bonariensis</i>	(Willd.) Proctor	Helecho	

No.	Familia	Nombre Científico	Autor	Nombre de Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
102		<i>Cheilanthes lendigera</i>	(Cav.) Sw.	Helecho	
103	Ranunculaceae	<i>Clematis drummondii</i>	Torr. & A. Gray	Clemantis	
104	Rhamnaceae	<i>Ceanothus greggii</i>	A. Gray	Palo de zorrillo	
105		<i>Condalia spathulata</i>	A. Gray	Abrojo	
106	Rosaceae	<i>Cercocarpus montanus</i>	Raf.	Cercocarpus	
107		<i>Lindleya mespiloides</i>	Kunth	Barreta	
108		<i>Purshia plicata</i>	(D. Don) Henrickson	Rosa silvestre	
109	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i>	(Cav.) Schltld.	Trompetilla	
110	Santalaceae	<i>Phoradendron bolleanum</i>	(Seem.) Eichler	Muerdago de tascate	
111	Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	(L.) Jacq.	Jarilla	
112	Scrophulariaceae	<i>Buddleja scordioides</i>	Kunth	Escobilla	
113		<i>Buddleja marrubiiifolia</i>	Benth.	Azafrán	
114		<i>Leucophyllum laevigatum</i>	Standl.	Ceniza	
115		<i>Leucophyllum minus</i>	A. Gray	Cenizo	
116	Solanaceae	<i>Lycium berlandieri</i>	Dunal	Cilindrillo	
117		<i>Nicotiana glauca</i>	Graham	Tabaquillo	
118		<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Cav.	Trompillo	
119		<i>Solanum rostratum</i>	Dunal	Mala mujer	
120	Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	(DC.) Coville	Gobernadora	

Especies catalogadas bajo protección y de importancia para su conservación

Dentro del SA se encuentran ocho especies de flora con estatus protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 de Amenazadas y de 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.

La categoría en peligro de extinción (P), solo se encuentra una especie y son aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

En la categoría Sujeta a protección especial (Pr), se encuentran 7 especies, son aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que indiquen negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Enseguida se presenta la Tabla 4.21, en la que se exponen las especies de flora identificadas dentro del SA y que se enlistan en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4.21. Especies de flora registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro del SA

Taxa	Categoría	Distribución
<i>Ariocarpus retusus</i>	Pr	Endémica
<i>Coryphantha delicata</i>	Pr	Endémica
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Pr	Endémica
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	Pr	Endémica
<i>Ferocactus pilosus</i>	Pr	Endémica
<i>Lophophora williamsii</i>	Pr	No endémica
<i>Pinus pinceaana</i>	P	Endémica
<i>Pinus johannis</i>	Pr	Endémica

IV.2.2.1.5 Estructura de la vegetación

Dentro del área del SA en la parte más alta, de los 2750 a los 3000 msnm existe un estrato disperso que mide más de 10 metros, e incluso puede llegar a los 15 metros, en el cual sobresalen *Pinus cembroides* e individuos de *Juniperus saltillensis*, acompañados de individuos de *Yucca carnerosana*; un siguiente nivel de 10 a 20 m, está conformado por las especies anteriormente mencionadas y especies subarborescentes, principalmente especies suculentas, como son, del género *Opuntia*, *Agave salmiana*, *Agave lecheguilla*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Echinocactus platyacanthus*, entre otras.

En parte más baja, de los 2200 a los 2750 msnm existe un estrato arbóreo que mide 4 metros en promedio, e incluso algunos pocos individuos alcanzan hasta los 8 metros, en el cual sobresalen *Juniperus saltillensis*, *Pinus cembroides* y *Yucca carnerosana*, el siguiente nivel de 2 a 4 m, estaría conformado por las mismas especies y las especies suculentas mencionadas en el párrafo anterior; este además está acompañado de *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Lindleya mespiloides*, y algunos individuos poco frecuentes de *Prosopis glandulosa*.

En parte más baja, de los 1600 a los 2200 msnm existe un estrato arbustivo que mide 2 a 3 metros, e incluso algunos individuos alcanzan los 5-8 metros, en el cual sobresalen individuos muy dispersos o pequeños manchones de *Yucca carnerosana*, *Yucca filifera*, *Prosopis laevigata* y *Fouquieria splendens*; un nivel siguiente de 1 a 2 m, estaría conformado por las mismas especies más *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Dalea bicolor*; etc; un estrato aún bajo, de 0.30 a 1.0 m lo conforman especies abundantes de *Agave lecheguilla*, *Agave salmiana*, *Agave scabra*, entre otros.

La estructura descrita anteriormente aplica solamente para las laderas con exposición Norte, Noreste y Suroeste, ya que las laderas con exposición Sur, Sureste y Suroeste, presentan dos estructuras de la vegetación muy marcadas por el patrón de la pendiente, por lo que sobre todas las laderas con pendiente pronunciada domina la vegetación referente a Matorral rosetófilo, con abundantes poblaciones de *Agave*

Lecheguilla, acompañada de *Agave Striata*, *Yucca carnerosana*, y especies de *Fouquieria splendens*, *Lindleya mespiloides*, *Larrea tridentata*, entre otras. En las zonas de valle con poca pendiente domina el Matorral micrófilo con dominancia de *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua*, se acompaña de *Fouquieria splendens*, *Yucca filifera*, *Yucca carnerosana*, así como de *Agave lecheguilla* y *Agave scabra*.

IV.2.2.1.6 Datos ecológicos de la vegetación (Frecuencia, densidad, dominancia y valor de importancia ecológica) dentro del SA

Valor de importancia ecológica de las especies de vegetación en el SA

El valor de importancia es la suma de la densidad relativa, la dominancia relativa y la frecuencia de una especie en una comunidad, se mide en una escala que va de 0 a 300.00 y la especie es más dominante en una comunidad en la medida que sea mayor su valor de importancia.

Con la obtención del índice de valor de importancia a través de la integración de los valores relativos para cada especie, es posible inferir el desarrollo, la ecología y adaptación de esa especie dentro de una comunidad determinada.

Para el cálculo del valor de importancia se necesita de la frecuencia relativa, además del cálculo de la densidad relativa y la dominancia relativa. El valor de importancia relativa es la suma de la frecuencia relativa, más la densidad relativa y la dominancia relativa.

Densidad absoluta (Da) = (numero de individuos de la especies/ superficie muestreada)

Frecuencia relativa (Fr) = (Frecuencia absoluta de la especie / Frecuencia absoluta de todas las especies) x 100

Densidad relativa (Dr)= (Número de individuos de la especie / Número de individuos de todas las especies) x 100.

Dominancia relativa (Do)= (Dominancia absoluta de la especie / Dominancia absoluta de todas las especies) x 100.

Valor de importancia (V.I.E) = Densidad relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa.

En seguida en la Tabla 4.22 se presenta el valor de importancia ecológica para el estrato arbóreo:

Tabla 4.22. Valor de Importancia Ecológica de las especies vegetales censadas en el estrato arbóreo del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
1	<i>Chilopsis linearis</i>	Mimbres	1	0.3401	0.0408	1.8519	2.2327
2	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	15	5.1020	0.3119	9.2593	14.6732
3	<i>Juniperus saltillensis</i>	Táscate	59	20.0680	12.5620	18.5185	51.1485
4	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Corona de cristo	2	0.6803	0.1663	3.7037	4.5503
5	<i>Lindleya mespiloides</i>	Barreta	2	0.6803	0.1065	3.7037	4.4904

No.	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
6	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	92	31.2925	19.5881	14.8148	65.6955
7	<i>Pinus pinceana</i>	Pino piñonero llorón	1	0.3401	0.0832	1.8519	2.2752
8	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	46	15.6463	9.7941	18.5185	43.9588
9	<i>Rhus microphylla</i>	Agrito	3	1.0204	0.1597	3.7037	4.8838
10	<i>Schinus molle</i>	Pirul	21	7.1429	13.2084	3.7037	24.0550
11	<i>Yucca carnerosana</i>	Palma samandoca	44	14.9660	40.1467	14.8148	69.9275
12	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	8	2.7211	3.8325	5.5556	12.1091
			294	100.000	100.000	100.000	300.000

De acuerdo al valor de importancia calculado para el estrato arbóreo en el SA, se puede decir que las especies de mayor importancia ecológica es *Yucca carnerosana* (Palma samandoca), con un valor de 69.9275, le siguen en importancia *Pinus cembroides* (Pino piñonero) y *Juniperus saltillensis* (Táscate), con valores de 65.6955 y 51.1485 respectivamente. Las especies de menor importancia ecológica son *Chilopsis linearis* (Mimbre) y *Pinus pinceana* (Pino piñonero llorón) y *Lindleya mespiloides* (Barreta), con valores de 2.2327, 2.2752 y 4.4904 respectivamente.

En seguida en la Tabla 4.23 se presenta el valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo:

Tabla 4.23. Valor de Importancia Ecológico de las especies vegetales censadas en el estrato arbustivo del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
1	<i>Acacia glandulifera</i>	Vara prieta	570	3.0101	0.7054	2.7464	6.4619
2	<i>Acacia neovernicosa</i>	Vara prieta	101	0.5334	0.1118	0.4847	1.1298
3	<i>Agave lecheguilla</i>	Lechuguilla	5,688	30.0380	22.1297	2.1002	54.2679
4	<i>Agave salmiana</i>	Maguay aguamielero	483	2.5507	7.5166	1.7771	11.8444
5	<i>Agave scabra</i>	Maguay de cerro	498	2.6299	7.7501	2.5848	12.9648
6	<i>Agave striata</i>	Maguay espadín	2	0.0106	0.0199	0.1616	0.1920
7	<i>Berberis trifoliolata</i>	Palo amarillo	25	0.1320	0.0190	1.1309	1.2819
8	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	14	0.0739	0.0022	0.8078	0.8839
9	<i>Buddleja marrubifolia</i>	Azafrán	59	0.3116	0.0092	0.1616	0.4823
10	<i>Ceanothus greggii</i>	Palo de zorrillo	37	0.1954	0.0212	0.6462	0.8628
11	<i>Cercocarpus montanus</i>		41	0.2165	0.0270	1.4540	1.6975
12	<i>Chrysactinia mexicana</i>	Damiana	125	0.6601	0.0195	1.6155	2.2951
13	<i>Condalia spathulata</i>	Abrojo	9	0.0475	0.0056	0.3231	0.3762
14	<i>Corynopuntia schottii</i>	Perritos	26	0.1373	0.0364	0.6462	0.8199
15	<i>Coryphantha delicata</i>	Biznaga partida	49	0.2588	0.1695	1.1309	1.5591
16	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi	69	0.3644	0.1718	3.2310	3.7672
17	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Tasajillo	295	1.5579	0.0661	2.1002	3.7241
18	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Clavelina	63	0.3327	0.0932	1.2924	1.7183

No.	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
19	<i>Dalea bicolor</i>	Engorda cabra	156	0.8238	0.0350	1.1309	1.9896
20	<i>Dalea eriophylla</i>		60	0.3169	0.0093	0.4847	0.8108
21	<i>Dasylium cedrosanum</i>	Sotol	77	0.4066	2.6962	0.9693	4.0721
22	<i>Dodonaea viscosa</i>	Jarilla	1	0.0053	0.0006	0.1616	0.1675
23	<i>Echeveria paniculata</i>	Echeveria	4	0.0211	0.0056	0.3231	0.3498
24	<i>Echinocactus horizonthalonius</i>	Biznaga meloncillo	14	0.0739	0.0998	0.6462	0.8200
25	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga burra	17	0.0898	6.1804	1.1309	7.4011
26	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Biznaga arcoíris	11	0.0581	0.0297	0.8078	0.8956
27	<i>Echinocereus pentalophus</i>	Alicoche falso	6	0.0317	0.0009	0.3231	0.3557
28	<i>Echinocereus stramineus</i> subsp. <i>stramineus</i>	Alicoche	76	0.4014	1.8316	1.6155	3.8485
29	<i>Ephedra aspera</i>	Canutillo	18	0.0951	0.0028	0.4847	0.5825
30	<i>Ephedra compacta</i>	Sanguinaria	567	2.9943	0.2702	2.1002	5.3647
31	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	Candelilla	322	1.7005	0.0501	0.8078	2.5583
32	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	Biznaga barril costillona	14	0.0739	0.9608	0.6462	1.6810
33	<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga colorada	37	0.1954	3.5988	0.9693	4.7635
34	<i>Flourensia cernua</i>	Hojasen	285	1.5051	0.3992	1.7771	3.6813
35	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	41	0.2165	0.0670	1.4540	1.7375
36	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	Chomonque	238	1.2569	0.1482	1.4540	2.8590
37	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	1,745	9.2153	0.2716	4.6850	14.1718
38	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	1,234	6.5167	0.5071	1.7771	8.8009
39	<i>Juniperus saltillensis</i>	Táscate	349	1.8431	5.6041	2.4233	9.8705
40	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Corona de cristo	67	0.3538	0.1466	1.2924	1.7929
41	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	1,268	6.6962	0.4335	4.5234	11.6532
42	<i>Leucophyllum laevigatum</i>	Ceniza	2	0.0106	0.0003	0.3231	0.3340
43	<i>Leucophyllum minus</i>	Cenizo	10	0.0528	0.0016	0.4847	0.5390
44	<i>Lindleya mespiloides</i>	Barreta	230	1.2146	0.4482	1.4540	3.1167
45	<i>Lophophora williamsii</i>	Peyote	28	0.1479	0.1429	0.3231	0.6139
46	<i>Lycium berlandieri</i>	Cilindrillo	209	1.1037	0.0815	2.5848	3.7701
47	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga chilitos	99	0.5228	1.1445	3.0695	4.7368
48	<i>Mammillaria formosa</i>	Biznaga chilitos	5	0.0264	0.0457	0.4847	0.5568
49	<i>Mammillaria pottsii</i>	Biznaga arcoíris	58	0.3063	0.5630	1.1309	2.0001
50	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	627	3.3112	0.3066	3.3926	7.0104
51	<i>Mortonia palmeri</i>	Afinador	128	0.6760	0.1793	1.4540	2.3092
52	<i>Neolloydia conoidea</i>	Biznaga cónica	276	1.4575	1.0738	1.2924	3.8238
53	<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo	5	0.0264	0.0221	0.1616	0.2101

No.	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
54	<i>Nolina cespitifera</i>	Cortadillo	30	0.1584	0.1167	0.9693	1.2445
55	<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Nopal cuijo	66	0.3485	2.3110	2.4233	5.0828
56	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal ovalado	4	0.0211	0.2490	0.1616	0.4317
57	<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador	131	0.6918	1.3047	1.6155	3.6121
58	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	395	2.0860	14.4526	1.9386	18.4772
59	<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal de cerro	55	0.2905	2.1912	0.9693	3.4509
60	<i>Parthenium argentatum</i>	Guayule	95	0.5017	0.0378	0.8078	1.3473
61	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	853	4.5046	0.0687	4.0388	8.6122
62	<i>Phoradendron bolleanum</i>	Muérdago	119	0.6284	0.0185	0.8078	1.4547
63	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	66	0.3485	1.6509	1.2924	3.2918
64	<i>Pinus johannis</i>	Pino piñón enano	1	0.0053	0.0025	0.1616	0.1693
65	<i>Pinus pinceana</i>	Pino piñonero llorón	5	0.0264	0.0319	0.3231	0.3814
66	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	202	1.0668	4.4053	3.0695	8.5415
67	<i>Purshia plicata</i>	Rosa silvestre	45	0.2376	0.0326	1.6155	1.8858
68	<i>Quercus striatula</i>	Encinilla	30	0.1584	0.0021	0.1616	0.3221
69	<i>Rhus microphylla</i>	Agrito	92	0.4858	0.0573	1.7771	2.3202
70	<i>Rhus virens</i>	Manzanito	7	0.0370	0.0044	0.1616	0.2029
71	<i>Salvia ballotaeflora</i>	Mejorana	52	0.2746	0.0081	0.6462	0.9289
72	<i>Salvia coulteri</i>	Salvia	55	0.2905	0.0086	0.8078	1.1068
73	<i>Salvia chamaedryoides</i>	Salvia azul	115	0.6073	0.0179	0.3231	0.9483
74	<i>Stenocactus multicosatus subsp. zacatecasensis</i>	Biznaga cerebro	25	0.1320	0.4708	0.3231	0.9259
75	<i>Thelocactus bicolor subsp. bicolor</i>	Biznaga bicolor	17	0.0898	1.0582	0.3231	1.4711
76	<i>Yucca carnerosana</i>	Palma samandoca	29	0.1531	4.9512	1.9386	7.0429
77	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	9	0.0475	0.3151	0.8078	1.1704
			18,936	100.00	100.00	100.00	300.00

De acuerdo al valor de importancia calculado para el estrato arbustivo en el SA, se puede decir que la especie de mayor importancia ecológica es *Agave lecheguilla* (Lechuguilla), con un valor de 54.2679, le siguen en importancia *Opuntia rastrera* (Nopal de cerro) y *Gymnosperma glutinosum* (Tatalencho), con valores de 18.4772 y 14.1718 respectivamente. Las especies de menor importancia ecológica son *Dodonaea viscosa* (Jarilla), *Pinus johannis* (Pino piñón enano) y *Agave striata* (Maguey espadin), con valores de 0.1675, 0.1693, 0.1665 y 0.1920, respectivamente.

En seguida en la Tabla 4.24 se presenta el valor de importancia ecológica para el estrato herbáceo:

Tabla 4.24 Valor de Importancia Ecológico de las especies vegetales muestreadas en el estrato herbáceo del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
1	<i>Acalypha monostachya</i>	Hierba del cáncer	2	0.0106	0.0053	1.1976	1.2135
2	<i>Aloina rigida</i>		17	0.0901	0.1814	0.5988	0.8704
3	<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate tres barbas	400	2.1209	1.0672	1.1976	4.3857
4	<i>Aristida divaricata</i>	Zacate tres barbas abierto	5,034	26.6914	13.4310	6.5868	46.7092
5	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollin	569	3.0170	6.0725	3.5928	12.6823
6	<i>Bouteloua gracilis</i>	Pasto navajita	607	3.2185	1.6195	1.7964	6.6344
7	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Cedroni	60	0.3181	0.6403	7.1856	8.1441
8	<i>Calylophus tubiculus</i>		10	0.0530	0.0267	0.5988	0.6785
9	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho	23	0.1220	0.0884	1.1976	1.4079
10	<i>Cheilanthes lendigera</i>	Helecho	6	0.0318	0.0160	0.5988	0.6466
11	<i>Clematis drummondii</i>	Barba de viejo	1	0.0053	0.0027	0.5988	0.6068
12	<i>Cuscuta corymbosa</i>	Barbas de camarón	30	0.1591	0.0800	0.5988	0.8379
13	<i>Dasyochloa pulchella</i>	Zacate borreguero	1,632	8.6532	4.3543	7.1856	20.1931
14	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	13	0.0689	0.1387	17.3653	17.5729
15	<i>Loeselia coerulea</i>	Guachichili	203	1.0764	0.5416	1.7964	3.4144
16	<i>Muhlenbergia repens</i>	Zacate navajita	723	3.8335	1.9290	2.9940	8.7565
17	<i>Plumbago pulchella</i>	Cola de iguana	100	0.5302	0.2668	0.5988	1.3958
18	<i>Scleropogon brevifolius</i>	Zacate burro	3,493	18.5207	9.3195	4.1916	32.0318
19	<i>Senna demissa</i>	Frijolito	54	0.2863	0.2561	1.7964	2.3389
20	<i>Setaria leucopila</i>	Zacate temprano	57	0.3022	0.1521	1.1976	1.6519
21	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo	508	2.6935	1.3554	2.9940	7.0429
22	<i>Solanum rostratum</i>	Mala mujer	2	0.0106	0.0000	0.5988	0.6094
23	<i>Stevia lucida</i>	Hierba de la araña	161	0.8537	1.7182	0.5988	3.1707
24	<i>Stevia salicifolia var. salicifolia</i>	Chacal	3	0.0159	0.0115	0.5988	0.6262
25	<i>Thymophylla setifolia</i>	Parraleña	3,351	17.7678	35.7626	10.1796	63.7100
26	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	136	0.7211	13.0628	1.1976	14.9815
27	<i>Tiquilia canescens</i>	Oreja de ratón	272	1.4422	0.7257	2.3952	4.5631
28	<i>Viguiera cordifolia</i>		471	2.4973	3.4907	7.1856	13.1737
29	<i>Viguiera greggii</i>		174	0.9226	1.5041	4.1916	6.6183
30	<i>Viguiera stenoloba</i>		23	0.1220	0.2455	1.7964	2.1638
31	<i>Zinnia acerosa</i>	Hierba del burro	725	3.8441	1.9343	5.3892	11.1677
			18,860	100.00	100.00	100.00	300.00

De acuerdo al valor de importancia calculado para el estrato herbáceo en el SA, se puede decir que la especie de mayor importancia ecológica es *Thymophylla setifolia* (Parraleña), con un valor de 63.7100, le siguen en importancia *Aristida divaricata* (Zacate tres barbas abierto) y *Scleropogon brevifolios* (Zacate burro), con valores de 46.7092, y

32.0318 respectivamente. Las especies de menor importancia ecológica son *Clematis drummondii*, *Solanum rostratum* y *Stevia salicifolia* var. *salicifolia*, con valores de 0.6068, 0.6094 y 0.6262 respectivamente.

IV.2.2.1.7 Cálculo de la abundancia y diversidad florística (Índice de Shannon – Wiener)

El índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad. Este índice se representa normalmente como H y se expresa con un número positivo. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H = -\sum_{i=1}^s (P_i)(\log_2 P_i)$$

Dónde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

P_i = proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*): $\frac{ni}{N}$

ni = número de individuos de la especie *i*

N = número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

El índice de diversidad Shannon-Wiener se fija en cómo una especie se distribuye en el ecosistema. Para realizar este cálculo en el presente proyecto, se tomaron 40 muestras de las poblaciones, observando el área del SA, contando las diferentes especies de la población de flora en sitios circulares de 17.84 m de radio para el estrato arbóreo y una superficie de 1,000 m²; de 12.64 m de radio para el estrato arbustivo y una superficie de 500 m²; 5.62 m de radio para el estrato herbáceo una superficie de 100 m². El área total de superficie muestreada fue de 4.0 ha, para el estrato arbóreo; de 2.0 ha, para el estrato arbustivo; y de 0.4 ha para el estrato herbáceo.

Para la interpretación del índice de diversidad de Shannon-Wiener, los valores resultantes del índice que son inferiores a 1.5, se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1.6 y 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores iguales o superiores a 3.1 se consideran como diversidad alta (Magurran, 1988 en Titira y Boada, 2009).

En seguida en la Tabla 4.25 y Tabla 4.26 se presenta el índice de diversidad de Shannon de la vegetación en el estrato arbóreo para el SA:

Tabla 4.25. Índice de Shannon de la vegetación en el estrato arbóreo del SA

No.	Especie	Nombre Común	No. de indiv.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
1	<i>Chilopsis linearis</i>	Mimbres	1	0.0034	-5.684	-0.019
2	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	15	0.0510	-2.976	-0.152
3	<i>Juniperus saltilensis</i>	Táscate	59	0.2007	-1.606	-0.322
4	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Corona de cristo	2	0.0068	-4.990	-0.034
5	<i>Lindleya mespiloides</i>	Barreta	2	0.0068	-4.990	-0.034
6	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	92	0.3129	-1.162	-0.364
7	<i>Pinus pinceana</i>	Pino piñonero llorón	1	0.0034	-5.684	-0.019
8	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	46	0.1565	-1.855	-0.290
9	<i>Rhus microphylla</i>	Agrito	3	0.0102	-4.585	-0.047
10	<i>Schinus molle</i>	Pirul	21	0.0714	-2.639	-0.189
11	<i>Yucca carnerosana</i>	Palma samandoca	44	0.1497	-1.899	-0.284
12	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	8	0.0272	-3.604	-0.098
			294			-1.852

Tabla 4.26 Resumen del Índice de Shannon en el estrato arbóreo del SA

Riqueza S	12
H' Calculada	1.85
H Máxima	2.48
Equidad	0.75
H Máxima - H Calculada	0.63

Con referencia en la Tabla 4.26, que indica el índice calculado, en términos generales, el componente de vegetación del estrato arbóreo en el SA cuenta con una riqueza de 12 especies, que representan una diversidad media, con una H Calculada de (1.85) y se puede obtener una diversidad máxima de (2.48). Así mismo, en el estrato arbóreo, la equidad es alta, considerando que los valores para este parámetro van de 0 a 1, obteniéndose en los cálculos realizados un valor de 0.75.

En seguida en la Tabla 4.27 y Tabla 4.28 se presenta el índice de diversidad de Shannon de la vegetación en el estrato arbustivo para el SA:

Tabla 4.27. Índice de Shannon de la vegetación en el estrato arbustivo del SA

No.	Especie	Nombre Común	No. de indiv.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
1	<i>Acacia glandulifera</i>	Vara prieta	570	0.0301	-3.503	-0.105
2	<i>Acacia neovernicosa</i>	Vara prieta	101	0.0053	-5.234	-0.028
3	<i>Agave lecheguilla</i>	Lechuguilla	5,688	0.3004	-1.203	-0.361
4	<i>Agave salmiana</i>	Maguey aguamielero	483	0.0255	-3.669	-0.094
5	<i>Agave scabra</i>	Maguey de cerro	498	0.0263	-3.638	-0.096
6	<i>Agave striata</i>	Maguey espadín	2	0.0001	-9.156	-0.001
7	<i>Berberis trifoliolata</i>	Palo amarillo	25	0.0013	-6.630	-0.009

No.	Especie	Nombre Común	No. de indiv.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
8	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	14	0.0007	-7.210	-0.005
9	<i>Buddleja marrubiifolia</i>	Azáfran	59	0.0031	-5.771	-0.018
10	<i>Ceanothus greggii</i>	Palo de zorrillo	37	0.0020	-6.238	-0.012
11	<i>Cercocarpus montanus</i>		41	0.0022	-6.135	-0.013
12	<i>Chrysactinia mexicana</i>	Damiana	125	0.0066	-5.021	-0.033
13	<i>Condalia spathulata</i>	Abrojo	9	0.0005	-7.652	-0.004
14	<i>Corynopuntia schottii</i>	Perritos	26	0.0014	-6.591	-0.009
15	<i>Coryphantha delicata</i>	Biznaga partida	49	0.0026	-5.957	-0.015
16	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi	69	0.0036	-5.615	-0.020
17	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Tasajillo	295	0.0156	-4.162	-0.065
18	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Clavelina	63	0.0033	-5.706	-0.019
19	<i>Dalea bicolor</i>	Engorda cabra	156	0.0082	-4.799	-0.040
20	<i>Dalea eriophylla</i>		60	0.0032	-5.754	-0.018
21	<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	Sotol	77	0.0041	-5.505	-0.022
22	<i>Dodonaea viscosa</i>	Jarilla	1	0.0001	-9.849	-0.001
23	<i>Echeveria paniculata</i>	Echeveria	4	0.0002	-8.463	-0.002
24	<i>Echinocactus horizonthalonius</i>	Biznaga meloncillo	14	0.0007	-7.210	-0.005
25	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga burra	17	0.0009	-7.016	-0.006
26	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Biznaga arcoíris	11	0.0006	-7.451	-0.004
27	<i>Echinocereus pentalophus</i>	Alicoche falso	6	0.0003	-8.057	-0.003
28	<i>Echinocereus stramineus</i> subsp. <i>stramineus</i>	Alicoche	76	0.0040	-5.518	-0.022
29	<i>Ephedra aspera</i>	Canutillo	18	0.0010	-6.958	-0.007
30	<i>Ephedra compacta</i>	Sanguinaria	567	0.0299	-3.508	-0.105
31	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	Candelilla	322	0.0170	-4.074	-0.069
32	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	Biznaga barril costillona	14	0.0007	-7.210	-0.005
33	<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga colorada	37	0.0020	-6.238	-0.012
34	<i>Flourensia cernua</i>	Hojasen	285	0.0151	-4.196	-0.063
35	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	41	0.0022	-6.135	-0.013
36	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	Chomonque	238	0.0126	-4.377	-0.055
37	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	1,745	0.0922	-2.384	-0.220
38	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	1,234	0.0652	-2.731	-0.178
39	<i>Juniperus saltillensis</i>	Táscate	349	0.0184	-3.994	-0.074
40	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Corona de cristo	67	0.0035	-5.644	-0.020
41	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	1,268	0.0670	-2.704	-0.181
42	<i>Leucophyllum laevigatum</i>	Ceniza	2	0.0001	-9.156	-0.001
43	<i>Leucophyllum minus</i>	Cenizo	10	0.0005	-7.546	-0.004
44	<i>Lindleya mespiloides</i>	Barreta	230	0.0121	-4.411	-0.054
45	<i>Lophophora williamsii</i>	Peyote	28	0.0015	-6.517	-0.010
46	<i>Lycium berlandieri</i>	Cilindrillo	209	0.0110	-4.506	-0.050

No.	Especie	Nombre Común	No. de indiv.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
47	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga chilitos	99	0.0052	-5.254	-0.027
48	<i>Mammillaria formosa</i>	Biznaga chilitos	5	0.0003	-8.239	-0.002
49	<i>Mammillaria pottsii</i>	Biznaga viejito	58	0.0031	-5.788	-0.018
50	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	627	0.0331	-3.408	-0.113
51	<i>Mortonia palmeri</i>	Afinador	128	0.0068	-4.997	-0.034
52	<i>Neolloydia conoidea</i>	Biznaga cónica	276	0.0146	-4.228	-0.062
53	<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo	5	0.0003	-8.239	-0.002
54	<i>Nolina cespitifera</i>	Cortadillo	30	0.0016	-6.448	-0.010
55	<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Nopal cuijo	66	0.0035	-5.659	-0.020
56	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal ovalado	4	0.0002	-8.463	-0.002
57	<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador	131	0.0069	-4.974	-0.034
58	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	395	0.0209	-3.870	-0.081
59	<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal de cerro	55	0.0029	-5.841	-0.017
60	<i>Parthenium argentatum</i>	Guayule	95	0.0050	-5.295	-0.027
61	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	853	0.0450	-3.100	-0.140
62	<i>Phoradendron bolleanum</i>	Muérdago	119	0.0063	-5.070	-0.032
63	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	66	0.0035	-5.659	-0.020
64	<i>Pinus johannis</i>	Pino piñón enano	1	0.0001	-9.849	-0.001
65	<i>Pinus pinceana</i>	Pino piñonero llorón	5	0.0003	-8.239	-0.002
66	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	202	0.0107	-4.541	-0.048
67	<i>Purshia plicata</i>	Rosa silvestre	45	0.0024	-6.042	-0.014
68	<i>Quercus striatula</i>	Encinilla	30	0.0016	-6.448	-0.010
69	<i>Rhus microphylla</i>	Agrito	92	0.0049	-5.327	-0.026
70	<i>Rhus virens</i>	Manzanito	7	0.0004	-7.903	-0.003
71	<i>Salvia ballotaeflora</i>	Mejorana	52	0.0027	-5.898	-0.016
72	<i>Salvia coulteri</i>	Salvia	55	0.0029	-5.841	-0.017
73	<i>Salvia chamaedryoides</i>	Salvia azul	115	0.0061	-5.104	-0.031
74	<i>Stenocactus multicosatus subsp. zacatecasensis</i>	Biznaga cerebro	25	0.0013	-6.630	-0.009
75	<i>Thelocactus bicolor subsp. bicolor</i>	Biznaga bicolor	17	0.0009	-7.016	-0.006
76	<i>Yucca carnerosana</i>	Palma samandoca	29	0.0015	-6.482	-0.010
77	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	9	0.0005	-7.652	-0.004
			18,936			-2.99

Tabla 4. 28 Resumen del Índice de Shannon en el estrato arbustivo del SA

Riqueza S	77
H' Calculada	2.99
H Máxima	4.36
Equidad	0.69
H Máxima - H Calculada	1.37

Con referencia en la Tabla 4. 28 el componente de vegetación del estrato arbustivo en el SA cuenta con una riqueza de 77 especies, que representan una diversidad media, con una H Calculada de (2.99) y se puede obtener una diversidad máxima de (4.36). Así mismo, en el estrato arbustivo, la equidad es media, considerando que los valores para este parámetro van de 0 a 1, obteniéndose en los cálculos realizados un valor de 0.69.

En seguida en la Tabla 4.29 y Tabla 4.30 se presenta el índice de diversidad de Shannon de la vegetación en el estrato herbáceo para el SA:

Tabla 4.29. Índice de Shannon de la vegetación en el estrato herbáceo del SA

No.	Especie	Nombre Común	No. de indiv.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
1	<i>Acalypha monostachya</i>	Hierba del cáncer	2	0.0001	-9.152	-0.001
2	<i>Aloina rigida</i>		17	0.0009	-7.012	-0.006
3	<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate tres barbas	400	0.0212	-3.853	-0.082
4	<i>Aristida divaricata</i>	Zacate tres barbas abierto	5,034	0.2669	-1.321	-0.353
5	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollin	569	0.0302	-3.501	-0.106
6	<i>Bouteloua gracilis</i>	Pasto navajita	607	0.0322	-3.436	-0.111
7	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Cedroni	60	0.0032	-5.750	-0.018
8	<i>Calylophus tubiculus</i>		10	0.0005	-7.542	-0.004
9	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho	23	0.0012	-6.709	-0.008
10	<i>Cheilanthes lendigera</i>	Helecho	6	0.0003	-8.053	-0.003
11	<i>Clematis drummondii</i>	Barba de viejo	1	0.0001	-9.845	-0.001
12	<i>Cuscuta corymbosa</i>	Barbas de camarón	30	0.0016	-6.444	-0.010
13	<i>Dasyochloa pulchella</i>	Zacate borreguero	1,632	0.0865	-2.447	-0.212
14	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	13	0.0007	-7.280	-0.005
15	<i>Loeselia coerulea</i>	Guachichili	203	0.0108	-4.532	-0.049
16	<i>Muhlenbergia repens</i>	Zacate navajita	723	0.0383	-3.261	-0.125
17	<i>Plumbago pulchella</i>	Cola de iguana	100	0.0053	-5.240	-0.028
18	<i>Scleropogon brevifolius</i>	Zacate burro	3,493	0.1852	-1.686	-0.312
19	<i>Senna demissa</i>	Frijolito	54	0.0029	-5.856	-0.017
20	<i>Setaria leucopila</i>	Zacate tempranero	57	0.0030	-5.802	-0.018
21	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo	508	0.0269	-3.614	-0.097
22	<i>Solanum rostratum</i>	Mala mujer	2	0.0001	-9.152	-0.001
23	<i>Stevia lucida</i>	Hierba de la araña	161	0.0085	-4.763	-0.041
24	<i>Stevia salicifolia var. salicifolia</i>	Chacal	3	0.0002	-8.746	-0.001
25	<i>Thymophylla setifolia</i>	Parraleña	3,351	0.1777	-1.728	-0.307
26	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	136	0.0072	-4.932	-0.036
27	<i>Tiquilia canescens</i>	Oreja de ratón	272	0.0144	-4.239	-0.061
28	<i>Viguiera cordifolia</i>		471	0.0250	-3.690	-0.092
29	<i>Viguiera greggii</i>		174	0.0092	-4.686	-0.043
30	<i>Viguiera stenoloba</i>		23	0.0012	-6.709	-0.008
31	<i>Zinnia acerosa</i>	Hierba del burro	725	0.0384	-3.259	-0.125

18,860

-2.279

Tabla 4.30 Resumen del Índice de Shannon en el estrato herbáceo en el SA

Riqueza S	31
H' Calculada	2.28
H Máxima	3.43
Equidad	0.66
H Máxima - H Calculada	1.15

Con referencia en la Tabla 4.30, que indica el índice calculado, en términos generales, es que el componente de vegetación del estrato herbáceo en el SA cuenta con una riqueza de 31 especies, que representan una diversidad media, con una H Calculada de (2.28) y se puede obtener una diversidad máxima de (3.43). Así mismo, en el estrato herbáceo, la equidad es media, considerando que los valores para este parámetro van de 0 a 1, obteniéndose en los cálculos realizados un valor de 0.666.

IV.2.2.1.8 Descripción de la vegetación en el Área de Influencia

La determinación de los tipos de vegetación se realizó con base en la clasificación de Rzedowski (1978) y la reestructurada por INEGI Serie V (Capa unión)³ para hacerla comparable con la anterior, después corroborarse en campo y lograr una inferencia precisa.

Lo anterior llevó a señalar la presencia de dos tipos de vegetación en el área de influencia denominados como Bosque de coníferas y encinos y Matorral xerófilo, según Rzedowski, el Bosque de coníferas y encinos solo presenta una pequeña porción en la parte Noreste (Figura 4.38).

³ La Capa Unión es una versión sintética en una sola capa del conjunto nacional de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000 Serie V, que consta de 13 capas de información. Presenta información de áreas agrícolas clasificadas de acuerdo a la forma de recibir el agua los cultivos y por su ciclo agrícola y la distribución de la cubierta vegetal en su estado original, en sus fases sucesionales y la vegetación inducida de acuerdo con el sistema de clasificación del INEGI. Esta capa se generó durante el periodo 2011 - 2012, y se derivó con base en la información presentada en la Serie IV de Uso del Suelo y Vegetación, actualizada con imágenes del satélite LANDSAT del año 2011.

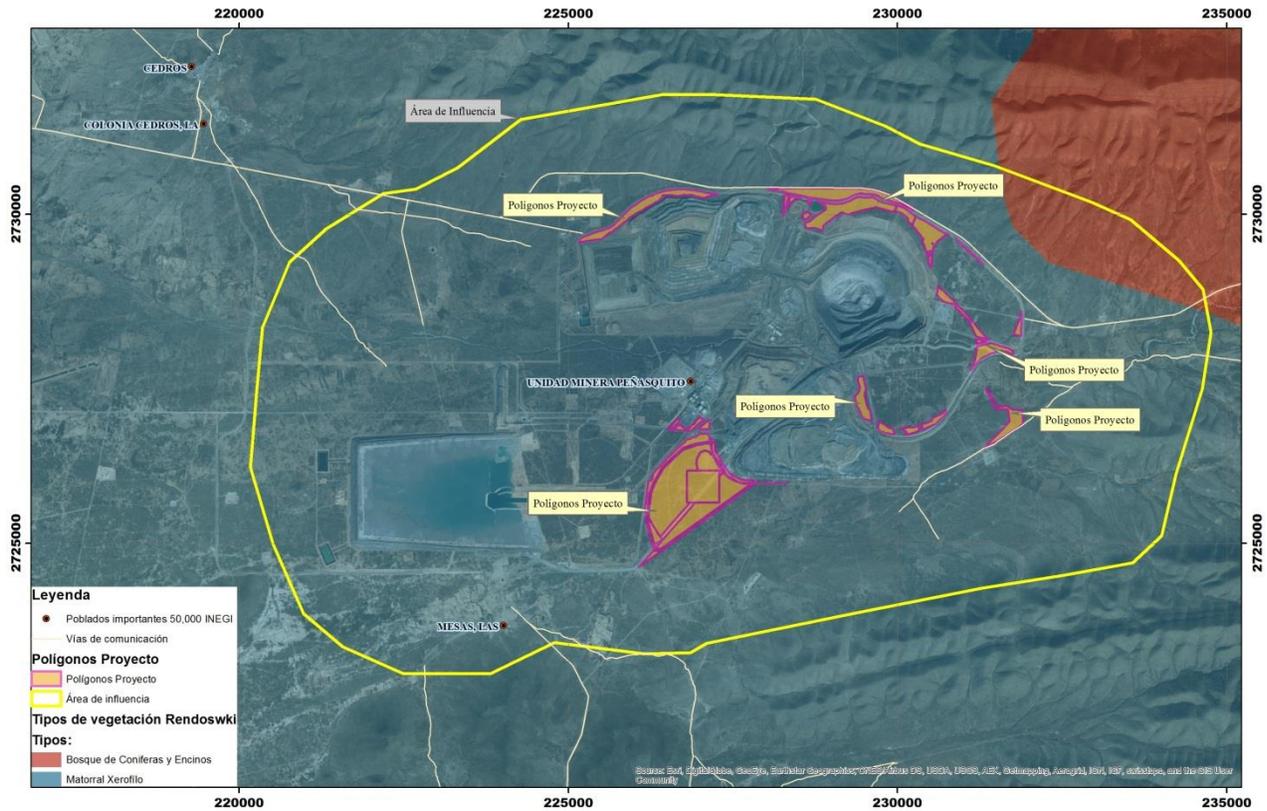


Figura 4.38 Vegetación en el área de influencia de acuerdo a Rzedowski

De acuerdo a INEGI, dentro del área de influencia donde se pretende el desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras se presenta cinco tipos de vegetación: Bosque de pino, Matorral desértico micrófilo, Matorral desértico rosetófilo, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo y vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo.

En la Figura 4.31, se observa la distribución de los tipos de vegetación dentro del área de influencia según INEGI (Serie V).

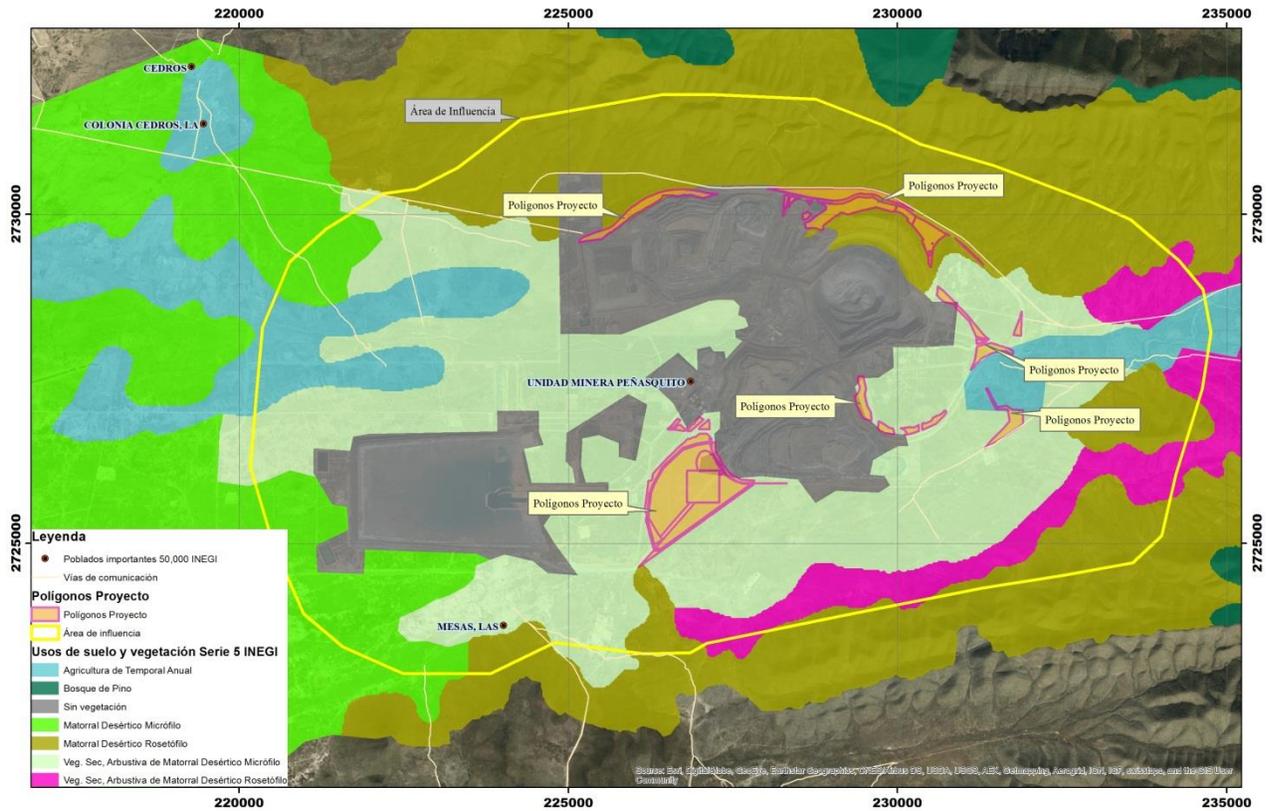


Figura 4.39. Uso de suelo y vegetación de INEGI en el SA

A continuación se presentan a detalle las características de los tipos de vegetación presentes en el área de influencia:

Conforme a las observaciones derivadas de los recorridos en campo para reconocimiento general del área, la ejecución de los muestreos dentro del SA (vegetación, fauna, suelos), y el análisis cartográfico con el Sistema de Información Geográfica (SIG), se determinaron los usos de suelo dentro del AI (Figura 4.40).

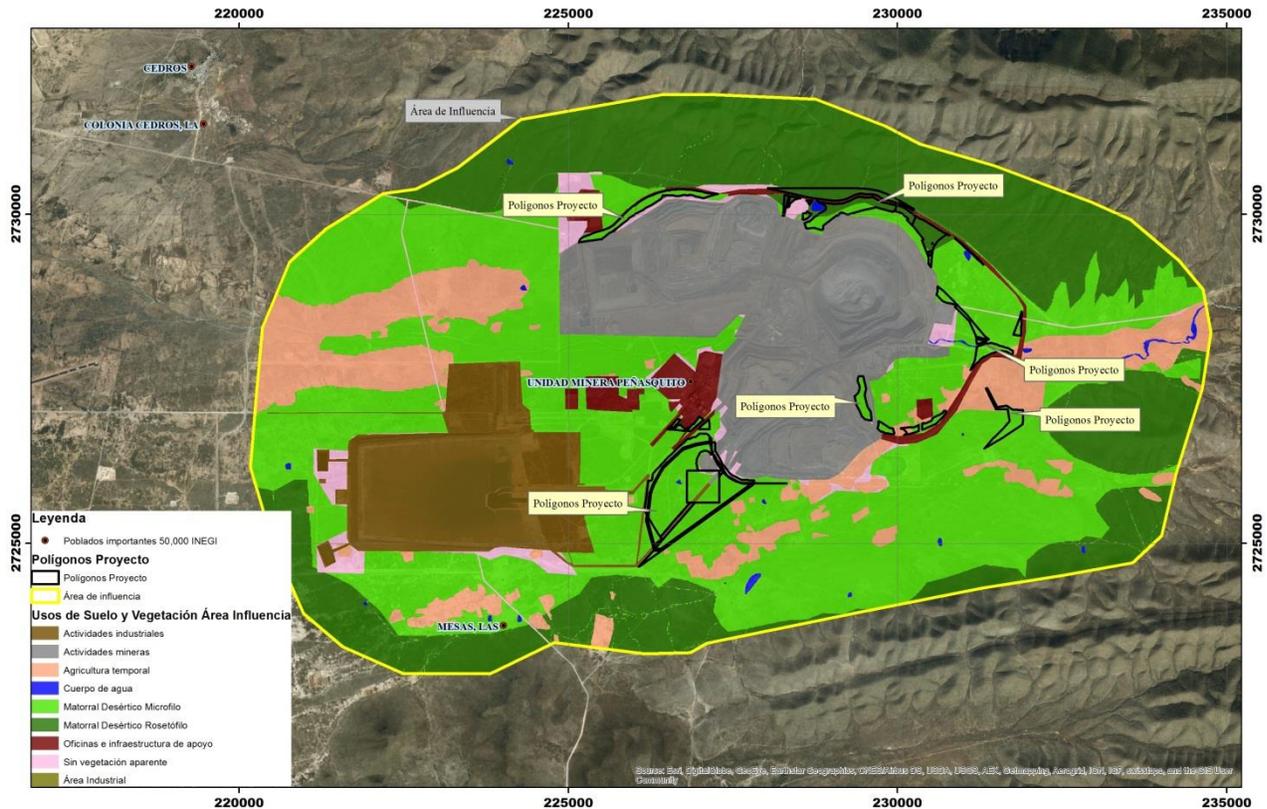


Figura 4.40. Uso de suelo y vegetación de acuerdo al trabajo de campo realizado en el SA

La superficie ocupada por cada uno de los tipos de uso de suelo y vegetación determinados dentro del área de influencia delimitada para el Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras (Tabla 4.31 y Figura 4.41).

Tabla 4.31. Usos de suelo y vegetación en el área de influencia

ID	Uso de suelo y vegetación	Sup. (Ha)	Porcentaje (%)
1	Matorral Desértico Microfílo	3,607.29	36.35
2	Sin vegetación aparente	211.09	2.13
3	Matorral Desértico Rosetófilo	2,505.25	25.24
4	Agricultura temporal	994.47	10.02
5	Cuerpo de agua	26.52	0.27
6	Área Industrial	0.19	0.00
7	Actividades mineras	1,536.80	15.49
8	Oficinas e infraestructura de apoyo	224.68	2.26
9	Actividades industriales	817.89	8.24
	Total	9,924.17	100.00

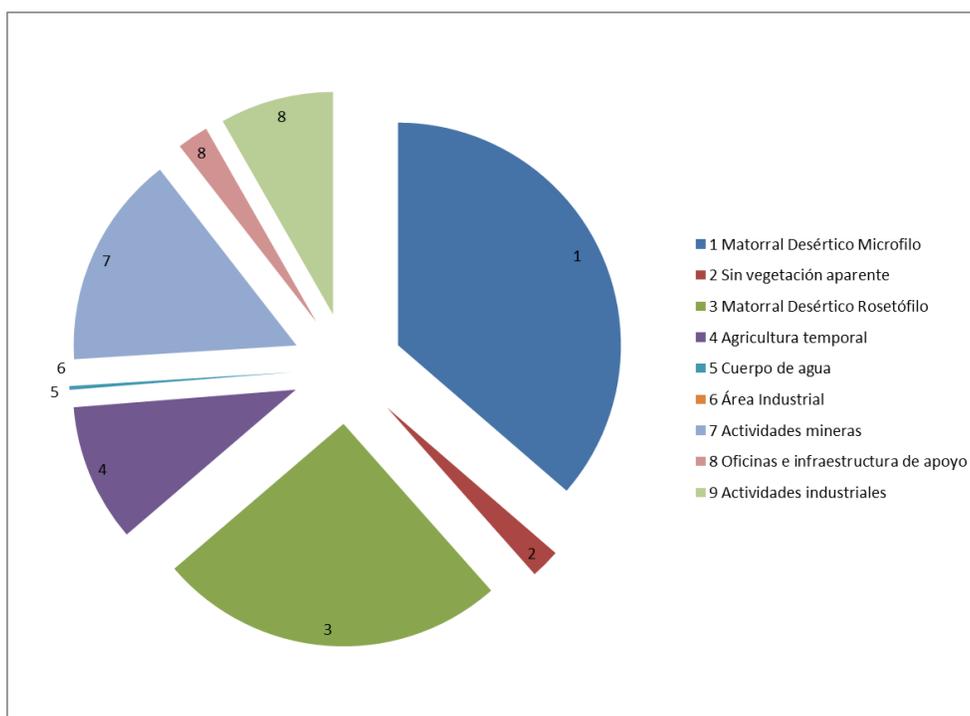


Figura 4.41. Gráfica de distribución de la superficie del área de influencia por tipo de vegetación y uso de suelo conforme a los recorridos de campo

Metodología

Dentro del área de influencia se levantaron 13 sitios de muestreo, la metodología utilizada para el levantamiento de la información de la vegetación dentro del área del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, se utilizó la misma metodología descrita en el apartado de la descripción de la vegetación para el SA, por lo que no es necesario describirlo en el apartado actual.

Ubicación de los sitios de muestreo en al área de influencia

Las coordenadas UTM de los 13 sitios de muestreo de la vegetación en el área del proyecto se pueden apreciar en la Tabla 4.32 y se georreferencian en la Figura 4.42.

Tabla 4.32. Coordenadas de sitios de muestreo en el área de influencia

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	234077	2729050	8	222044	2728214
2	233372	2725016	9	226412	2731617
3	229667	2724241	10	234546	2728365
4	228486	2730583	11	228351	2725107
5	224344	2731172	12	231136	2725107
6	232788	2726789	13	231746	2730219
7	221176	2729374			

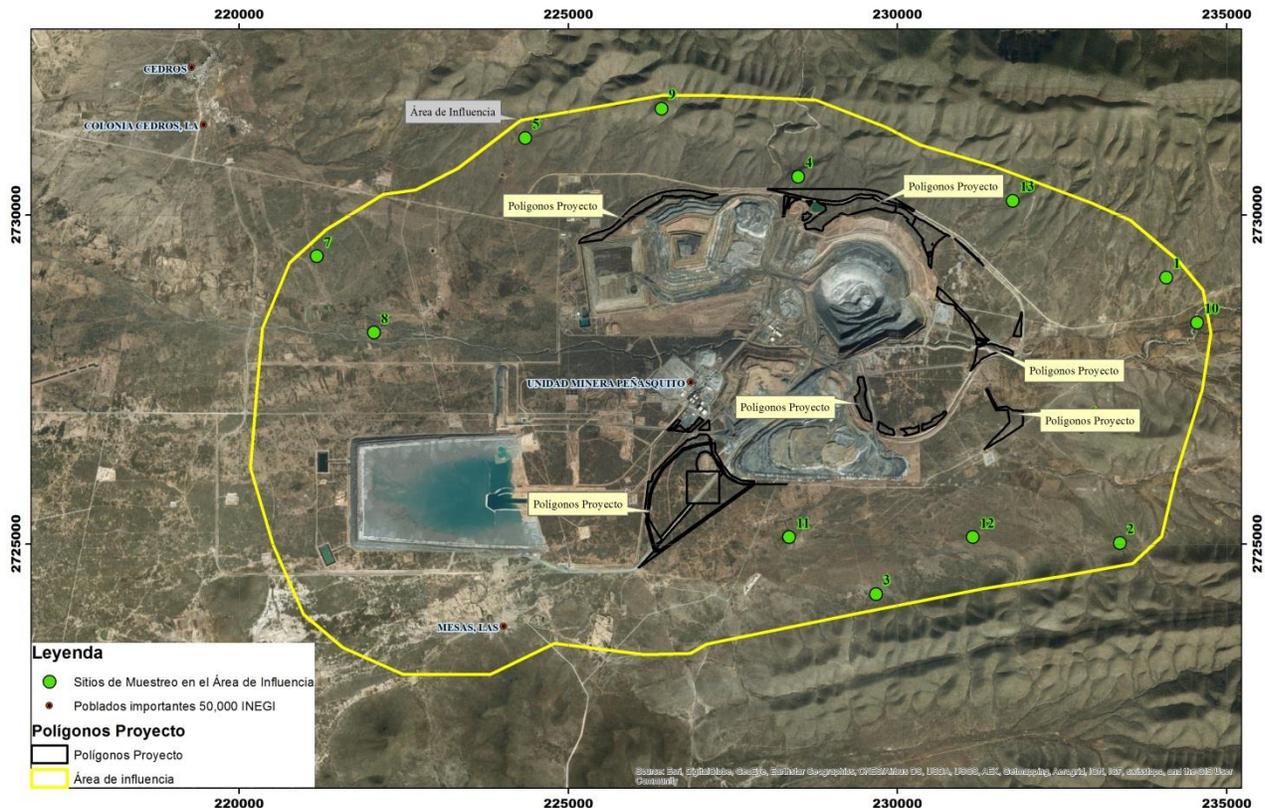


Figura 4.42. Ubicación de los sitios de muestreo dentro del área de influencia

Listado florístico del área de influencia

Se documentaron 75 especies pertenecientes a 24 familias. Las familias con el mayor número de especies fueron: Cactácea (20 spp.), Asteraceae (14 spp.), Asparagaceae (6 spp.) y Fabaceae (5 spp.).

A continuación se presenta la Tabla 4.33 con el listado florístico de las especies encontradas dentro del área de influencia.

Tabla 4.33. Listado florístico del área de influencia

No.	Familia	Nombre científico	Autor	Nombre de común	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Anacardiaceae	<i>Rhus microphylla</i>	Engelm.	Agrito	
2		<i>Schinus molle</i>	L.	Pirul	
3	Asparagaceae	<i>Agave lecheguilla</i>	Torr.	Lechuguilla	
4		<i>Agave salmiana</i>	Otto ex Salm-Dyck	Maguey aguamielero	
5		<i>Agave scabra</i>	Ortega	Maguey del cerro	
6		<i>Yucca filifera</i>	Chabaud	Palma china	

No.	Familia	Nombre científico	Autor	Nombre de común	NOM-059-SEMARNAT-2010
7		<i>Dasyilirion cedrosanum</i>	Zucc.	Sotol	
8		<i>Yucca carnerosana</i>	(Trel.) McKelvey	Palma samandoca	
9	Asphodelaceae	<i>Asphodelus fistulosus</i>	L.	Cebollin	
10	Asteraceae	<i>Brickellia veronicifolia</i>	(Kunth) A. Gray	Ageratina	
11		<i>Gochnatia hypoleuca</i>	(DC.) A. Gray	Chomoque	
12		<i>Gymnosperma glutinosum</i>	(Spreng.) Less.	Tatalencho	
13		<i>Stevia lucida</i>	Lag.	Hierba de la araña	
14		<i>Thymophylla setifolia</i>	Lag.	Timophila	
15		<i>Viguiera cordifolia</i>	A. Gray	Verbena	
16		<i>Viguiera greggii</i>	(A. Gray) S.F. Blake		
17		<i>Zinnia acerosa</i>	(DC.) A. Gray	Sinia blanca	
18		<i>Ageratina calophylla</i>	(Greene) R.M. King & H. Rob.	Ageratina	
19		<i>Brickellia lancinata</i>	A. Gray		
20		<i>Flourensia cernua</i>	DC.	Hoja Zen	
21		<i>Parthenium argentatum</i>	A. Gray	Guayule	
22		<i>Parthenium incanum</i>	Kunth	Mariola	
23		<i>Pinaropappus roseus</i>	(Less.) Less.	Clavelillo	
24	Boraginaceae	<i>Tiquilia canescens</i>	(A. DC.) A.T. Richardson	Oreja de ratón	
25	Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	L.	Lentejilla	
26	Cactaceae	<i>Ariocarpus retusus</i>	Scheidw.	Peyote brujo	Pr
27		<i>Lophophora williamsii</i>	(Lem. ex Salm-Dyck) J.M. Coult.	Peyote	Pr
28		<i>Opuntia microdasys</i>	(Lehm.) Pfeiff.	Nopal cegador	
29		<i>Corynopuntia schottii</i>	(Engelm.) F.M. Knuth	Perritos	
30		<i>Coryphantha delicata</i>	L. Bremer	Biznaga partida	Pr
31		<i>Cylindropuntia imbricata</i>	(Haw.) F.M. Knuth	Cardenchi	
32		<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	(DC.) F.M. Knuth	Tasajillo	
33		<i>Cylindropuntia tunicata</i>	(Lehm.) F.M. Knuth	Clavelina	
34		<i>Echinocactus horzonthalonius</i>	Lem.	Biznaga meloncillo	
35		<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Link & Otto	Biznaga burra	Pr
36		<i>Echinocereus pectinatus</i>	Biznaga arcoiris		
37	<i>Echinocereus stramineus subsp. stramineus</i>	(Engelm.)	Alicoche		

No.	Familia	Nombre científico	Autor	Nombre de común	NOM-059-SEMARNAT-2010
38		<i>Ferocactus pilosus</i>	(Galeotti) Werderm.	Biznaga colorada	Pr
39		<i>Mammillaria formosa</i>	Galeotti ex Scheidw.	Mamilaria blanca	
40		<i>Mammillaria heyderi</i>	Muehlenpf.	Biznaga chilitos	
41		<i>Mammillaria pottsii</i>	Scheer ex Salm-Dyck	Biznaga arcoiris	
42		<i>Neolloydia conoidea</i>	(DC.) Britton & Rose	Biznaga conica	
43		<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Lynch	Nopal cuijo	
44		<i>Opuntia rastrera</i>	F.A.C. Weber	Nopal rojo	
45		<i>Opuntia stenopetala</i>	Engelm.	Nopal violaceo	
46	Celastraceae	<i>Mortonia palmeri</i>	Hemsl.	Mortonia	
47	Convolvulaceae	<i>Cuscuta sp.</i>	L.	Cuscuta	
48	Cupressaceae	<i>Juniperus saltillensis</i>	M.T. Hall	Tascate	
49	Ephedraceae	<i>Ephedra aspera</i>	Engelm. ex S. Watson	Efedra gruesa	
50		<i>Ephedra compacta</i>	Rose	Efedra	
51	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	Zucc.	Candelilla	
52		<i>Jatropha dioica</i>	Sessé	Sangre de grado	
53	Fabaceae	<i>Acacia neovernicosa</i>	Isely	Vara prieta	
54		<i>Dalea bicolor</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engorda cabra	
55		<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Ortega	Gatuño	
56		<i>Prosopis glandulosa</i>	Torr.	Mezquite	
57		<i>Senna wislizeni</i>	(A.Gray)	Carrozo	
58	Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	Engelm.	Ocotillo	
59	Koeberliniaceae	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Zucc.	Corona de cristo	
60	Lamiaceae	<i>Salvia ballotiflora</i>	Benth.	Lamiace	
61	Poaceae	<i>Aristida divaricata</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Pasto avena	
62		<i>Bouteloua gracilis</i>	(Kunth) Lag. ex Steud.	Pasto navajita	
63		<i>Dasyochloa pulchella</i>	(Kunth) Willd. ex Rydb.	Pasto rastrero	
64		<i>Scleropogon brevifolius</i>	Phil.	Pasto tapete	
65	Polemoniaceae	<i>Loeselia coerulea</i>	(Cav.) G. Don	Loeselia morada	
66	Pteridaceae	<i>Astrolepis sinuata</i>	(Lag. ex Sw.) D.M. Benham & Windham	Doradilla	
67		<i>Cheilanthes bonariensis</i>	(Willd.) Proctor	Helecho	

No.	Familia	Nombre científico	Autor	Nombre de común	NOM-059-SEMARNAT-2010
68	Rhamnaceae	<i>Ceanothus greggii</i>	A. Gray	Cyanotus	
69		<i>Condalia spathulata</i>	A. Gray	Abrojo	
70	Rosaceae	<i>Lindleya mespiloides</i>	Kunth	Barreta	
71		<i>Purshia plicata</i>	(D. Don) Henrickson	Rosa silvestre	
72	Scrophulariaceae	<i>Buddleja scordioides</i>	Kunth	Escobilla	
73		<i>Leucophyllum minus</i>	A. Gray	Cenizo	
74	Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Cav.	Trompillo	
75	Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	(DC.) Coville	Gobernadora	

Especies catalogadas bajo protección y de importancia para su conservación

Dentro del predio se encuentran cinco especies de flora con estatus protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 de Amenazadas y de 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.

En la categoría Sujeta a protección especial (Pr), se encuentran las 5 especies, son aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que indiquen negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

En la Tabla 4.34 se presentan las especies de flora identificadas dentro del área de influencia y que se enlistan en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4.34. Especie registrada que se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Taxa	Categoría	Distribución
<i>Ariocarpus retusus</i>	Pr	Endémica
<i>Coryphantha delicata</i>	Pr	Endémica
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Pr	Endémica
<i>Ferocactus pilosus</i>	Pr	Endémica
<i>Lophophora williamsii</i>	Pr	No endémica

Datos ecológicos para el área de influencia

Valor de importancia ecológica de las especies de vegetación en el área de influencia

En seguida en la Tabla 4.35 se presenta el valor de importancia ecológica para el estrato arbóreo:

Tabla 4.35. Valor de Importancia Ecológica de las especies vegetales censadas en el estrato arbóreo

No.	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
1	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	4	13.7931	0.2836	11.1111	25.1878
2	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Corona de cristo	1	3.4483	0.1693	11.1111	14.7287
3	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	1	3.4483	0.1397	11.1111	14.6991
4	<i>Schinus molle</i>	Pirul	3	10.3448	6.2232	11.1111	27.6792
5	<i>Yucca carnerosana</i>	Palma china	7	24.1379	21.5791	11.1111	56.8282
6	<i>Yucca filifera</i>	Palma samandoca	13	44.8276	71.6051	44.4445	160.8770
			29	100	100.000	100.000	300.000

De acuerdo al valor de importancia calculado para el estrato arbóreo en el área de influencia solo se encontraron seis especies, *Yucca filifera* representa el valor más alto, con 160.8770, le siguen en importancia *Yucca carnerosana* (Palma samandoca) y *Schinus molle* (Pirul) con valores de 56.8282 y 27.6792 respectivamente; Las especies forestales nativas de menor importancia ecológica son *Prosopis glandulosa* (Mezquite), *Koeberlinia spinosa* (Corona de cristo) y *Fouquieria splendens* (Ocotillo), con valores de 14.6991, 14.7287 y 25.1878.

En seguida en la Tabla 4.36 se presenta el valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo:

Tabla 4.36. Valor de Importancia Ecológica de las especies vegetales censadas en el estrato arbustivo

No.	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
1	<i>Acacia neovernicosa</i>	Vara prieta	85	0.9918	0.1426	2.4096	3.5441
2	<i>Agave lecheguilla</i>	Lechuguilla	2,825	32.9638	23.4010	3.6145	59.9793
3	<i>Agave salmiana</i>	Maguey aguamielero	49	0.5718	3.6530	1.2048	5.4296
4	<i>Agave scabra</i>	Maguey de cerro	157	1.8320	5.2021	1.2048	8.2388
5	<i>Ageratina calophylla</i>	Ageratina	1	0.0117	0.0003	0.4016	0.4136
6	<i>Ariocarpus retusus</i>	Falso peyote	2	0.0233	0.0373	0.8032	0.8638
7	<i>Brickellia laciniata</i>	Jarilla	47	0.5484	0.0156	1.2048	1.7688
8	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Mejorana de campo	179	2.0887	0.0568	0.4016	2.5471
9	<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla	3	0.0350	0.0010	0.8032	0.8392
10	<i>Ceanothus greggii</i>	Palo de zorrillo	4	0.0467	0.0119	0.4016	0.4602
11	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho	19	0.2217	0.0063	0.4016	0.6296
12	<i>Condalia spathulata</i>	Abrojo	3	0.0350	0.0040	0.4016	0.4406
13	<i>Corynopuntia schottii</i>	Perritos	19	0.2217	1.4165	0.8032	2.4414
14	<i>Coryphantha delicata</i>	Biznaga partida	1	0.0117	0.0212	0.4016	0.4345
15	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi	17	0.1984	0.0173	2.8112	3.0269
16	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Tasajillo	155	1.8086	0.1573	2.0080	3.9740
17	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Clavellina	10	0.1167	0.0377	2.4096	2.5641
18	<i>Dalea bicolor</i>	Engorda cabra	8	0.0933	0.0007	1.2048	1.2988
19	<i>Dasyilirion cedrosanum</i>	Sotol	79	0.9218	5.8896	1.6064	8.4178

No.	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
20	<i>Echinocactus horizonthalonius</i>	Biznaga manca mula	1	0.0117	0.0083	0.4016	0.4216
21	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga burra	15	0.1750	17.6942	1.6064	19.4756
22	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Biznaga arcoíris	4	0.0467	0.1074	0.8032	0.9572
23	<i>Echinocereus stramineus subsp. stramineus</i>	Alicoche	25	0.2917	4.3820	1.2048	5.8785
24	<i>Ephedra aspera</i>	Canutillo	5	0.0583	0.0017	0.8032	0.8632
25	<i>Ephedra compacta</i>	Sanguinaria	48	0.5601	0.0159	2.4096	2.9856
26	<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	Candelilla	282	3.2905	0.2596	2.0080	5.5581
27	<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga colorada	28	0.3267	10.6105	1.2048	12.1420
28	<i>Flourensia cernua</i>	Hojasen	192	2.2404	0.2545	2.4096	4.9045
29	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	110	1.2835	0.1458	4.0161	5.4454
30	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	Chomonque	158	1.8436	0.3272	2.0080	4.1789
31	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	322	3.7573	0.1394	4.8193	8.7159
32	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	1,467	17.1179	1.6163	4.0161	22.7503
33	<i>Juniperus saltilensis</i>	Táscate	9	0.1050	0.0144	1.2048	1.3243
34	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Corona de cristo	9	0.1050	0.0030	1.2048	1.3128
35	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	511	5.9627	0.6773	5.2209	11.8608
36	<i>Leucophyllum minus</i>	Cenizo	21	0.2450	0.0017	1.2048	1.4516
37	<i>Lindleya mespiloides</i>	Barreta	13	0.1517	0.0388	0.8032	0.9937
38	<i>Lophophora williamsii</i>	Peyote	3	0.0350	0.0636	0.4016	0.5002
39	<i>Mammillaria formosa</i>	Biznaga chilitos	20	0.2334	0.5368	2.0080	2.7782
40	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga chilitos	14	0.1634	0.2907	2.0080	2.4621
41	<i>Mammillaria pottsii</i>	Biznaga viejito	14	0.1634	0.1160	0.8032	1.0825
42	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	385	4.4924	0.5103	3.6145	8.6171
43	<i>Mortonia palmeri</i>	Afinador	102	1.1902	0.1711	0.8032	2.1645
44	<i>Neolloydia conoidea</i>	Biznaga cónica	215	2.5088	3.6930	2.4096	8.6114
45	<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal de cerro	47	0.5484	3.5039	2.0080	6.0604
46	<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Nopal cuijo	21	0.2450	0.6958	3.6145	4.5553
47	<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador	15	0.1750	0.0447	0.4016	0.6214
48	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	63	0.7351	5.7985	3.2129	9.7464
49	<i>Parthenium argentatum</i>	Guayule	5	0.0583	0.0414	0.4016	0.5014
50	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	460	5.3676	0.1844	4.4177	9.9697
51	<i>Pinaropappus roseus</i>	Chipule	2	0.0233	0.0007	0.4016	0.4256
52	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	150	1.7503	0.4473	2.4096	4.6072
53	<i>Purshia plicata</i>	Rosa silvestre	7	0.0817	0.0093	0.4016	0.4926
54	<i>Rhus microphylla</i>	Agrito	106	1.2369	0.4191	2.4096	4.0657
55	<i>Salvia ballotaeflora</i>	Mejorana	1	0.0117	0.0001	0.4016	0.4134
56	<i>Schinus molle</i>	Pirul	1	0.0117	0.0053	0.4016	0.4186
57	<i>Senna wislizeni</i>	Carrozo	3	0.0350	0.0089	0.4016	0.4456

No.	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
58	<i>Viguiera cordifolia</i>		11	0.1284	0.0011	0.8032	0.9327
59	<i>Viguiera greggii</i>		14	0.1634	0.0186	0.4016	0.5835
60	<i>Yucca carnerosana</i>	Palma china	4	0.0467	0.6032	0.8032	1.4531
61	<i>Yucca filifera</i>	Palma samandoca	24	0.2800	6.4665	3.2129	9.9594
			8,570	100.00	100.00	100.00	300.00

De acuerdo al valor de importancia calculado para el estrato arbustivo en el área de influencia, se puede decir que las especie de mayor importancia ecológica es *Agave lecheguilla* (Lechuguilla), *Jatropha dioica* (Sangre de dragon) y *Echinocactus platyacanthus* (Biznaga burra), con valores de 59.9793, 22.7503 y 19.4756 respectivamente. Las especies forestales nativas de menor importancia ecológica son *Salvia ballotaeflora* (Mejorana), *Ageratina calophylla* (Ageratina) y *Schinus molle* (Pirul), con 0.4134, 0.4136 y 0.4186 respectivamente.

En seguida en la Tabla 4.37 se presenta el valor de importancia ecológica para el estrato herbáceo:

Tabla 4.37. Valor de Importancia Ecológico de las especies vegetales muestreadas en el estrato herbáceo

No.	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
1	<i>Aristida divaricata</i>	Pasto tres barbas abierto	501	9.2950	8.1318	9.6774	27.1042
2	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollin	207	3.8404	13.4394	6.4516	23.7314
3	<i>Astrolepis sinuata</i>	Helecho ondulado	20	0.3711	1.2985	3.2258	4.8954
4	<i>Bouteloua gracilis</i>	Pasto navajita	65	1.2059	1.0550	3.2258	5.4868
5	<i>Dasyochloa pulchella</i>	Zacate borreguero	2,600	48.2375	42.2009	6.4516	96.8900
6	<i>Lepidium virginicum</i>	Lentejilla	1	0.0186	0.0162	3.2258	3.2606
7	<i>Loeselia coerulea</i>	Guachichil	131	2.4304	2.1263	6.4516	11.0083
8	<i>Scleropogon brevifolius</i>	Zacate burro	1,129	20.9462	18.3249	16.1290	55.4002
9	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo	100	1.8553	1.6231	3.2258	6.7042
10	<i>Stevia lucida</i>	Hierba de la araña	30	0.5566	1.9477	12.9032	15.4075
11	<i>Thymophylla setifolia</i>	Parraleña	384	7.1243	6.2328	22.5806	35.9377
12	<i>Tiquilia canescens</i>	Oreja de ratón	182	3.3766	2.9541	3.2258	9.5565
13	<i>Zinnia acerosa</i>	Hierba del burro	40	0.7421	0.6492	3.2258	4.6172
			5,390	100.00	100.00	100.00	300.00

De acuerdo al valor de importancia calculado para el estrato herbáceo en el área de influencia, se puede decir que las especie de mayor importancia ecológica es *Dasyochloa pulchella* (Zacate borreguero), con un valor de 96.8900, le siguen en importancia *Scleropogon brevifolius* (Zacate burro) y *Thymophylla setifolia* (Parraleña), con valores de 55.4002 y 35.9377 respectivamente. Las especies forestales nativas de menor importancia ecológica son *Lepidium virginicum* (Lentejilla), *Zinnia acerosa* (Hierba del burro) y

Astrolepis sinuata (Helecho ondulado), con valores de 3.2606, 4.6172 y 4.8954 respectivamente.

Cálculo de la abundancia y diversidad florística (Índice de Shannon – Wiener) en el área de influencia

En seguida en la Tabla 4.38 y Tabla 4.39 se presenta el índice de diversidad de Shannon de la vegetación en el estrato arbóreo:

Tabla 4.38. Índice de Shannon de la vegetación del área de influencia, en el estrato arbóreo

No.	Especie	Nombre Común	Núm. de indiv.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
1	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	4	0.1379	-1.981	-0.273
2	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Corona de cristo	1	0.0345	-3.367	-0.116
3	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	1	0.0345	-3.367	-0.116
4	<i>Schinus molle</i>	Pirul	3	0.1034	-2.269	-0.235
5	<i>Yucca carnerosana</i>	Palma china	7	0.2414	-1.421	-0.343
6	<i>Yucca filifera</i>	Palma samandoca	13	0.4483	-0.802	-0.360
			29			-1.443

Tabla 4.39. Resumen del Índice de Shannon en el estrato arbóreo

Riqueza S	6
H' Calculada	1.44
H Máxima	1.79
Equidad	0.81
H Máxima - H Calculada	0.35

Con referencia en la Tabla 4.39, que indica el índice calculado, el componente de vegetación del estrato arbóreo en el área de influencia cuenta con una riqueza de 6 especies, que representan una diversidad baja, con una H Calculada de (1.44) y se puede obtener una diversidad máxima de (1.79). Así mismo, en el estrato arbóreo, la equidad es alta, considerando que los valores para este parámetro van de 0 a 1, obteniéndose en los cálculos realizados un valor de 0.81.

En seguida en la Tabla 4.40 y Tabla 4.41 se presenta el índice de diversidad de Shannon de la vegetación en el estrato arbustivo:

Tabla 4.40. Índice de Shannon de la vegetación del área de influencia, en el estrato arbustivo

No.	Especie	Nombre Común	Núm. de indiv.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
1	<i>Acacia neovernicosa</i>	Vara prieta	85	0.0099	-4.613	-0.046
2	<i>Agave lecheguilla</i>	Lechuguilla	2,825	0.3296	-1.110	-0.366

No.	Especie	Nombre Común	Núm. de indiv.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
3	<i>Agave salmiana</i>	Maguey aguamielero	49	0.0057	-5.164	-0.030
4	<i>Agave scabra</i>	Maguey de cerro	157	0.0183	-4.000	-0.073
5	<i>Ageratina calophylla</i>	Ageratina	1	0.0001	-9.056	-0.001
6	<i>Ariocarpus retusus</i>	Falso peyote	2	0.0002	-8.363	-0.002
7	<i>Brickellia laciniata</i>	Jarilla	47	0.0055	-5.206	-0.029
8	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Mejorana de campo	179	0.0209	-3.869	-0.081
9	<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla	3	0.0004	-7.957	-0.003
10	<i>Ceanothus greggii</i>	Palo de zorrillo	4	0.0005	-7.670	-0.004
11	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho	19	0.0022	-6.112	-0.014
12	<i>Condalia spathulata</i>	Abrojo	3	0.0004	-7.957	-0.003
13	<i>Corynopuntia schottii</i>	Perritos	19	0.0022	-6.112	-0.014
14	<i>Coryphantha delicata</i>	Biznaga partida	1	0.0001	-9.056	-0.001
15	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi	17	0.0020	-6.223	-0.012
16	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Tasajillo	155	0.0181	-4.013	-0.073
17	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Clavellina	10	0.0012	-6.753	-0.008
18	<i>Dalea bicolor</i>	Engorda cabra	8	0.0009	-6.977	-0.007
19	<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	Sotol	79	0.0092	-4.687	-0.043
20	<i>Echinocactus horizonthalonius</i>	Biznaga manca mula	1	0.0001	-9.056	-0.001
21	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga burra	15	0.0018	-6.348	-0.011
22	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Biznaga arcoiris	4	0.0005	-7.670	-0.004
23	<i>Echinocereus stramineus subsp. stramineus</i>	Alicoche	25	0.0029	-5.837	-0.017
24	<i>Ephedra aspera</i>	Canutillo	5	0.0006	-7.447	-0.004
25	<i>Ephedra compacta</i>	Sanguinaria	48	0.0056	-5.185	-0.029
26	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	Candelilla	282	0.0329	-3.414	-0.112
27	<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga colorada	28	0.0033	-5.724	-0.019
28	<i>Flourensia cernua</i>	Hojasen	192	0.0224	-3.799	-0.085
29	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	110	0.0128	-4.356	-0.056
30	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	Chomonque	158	0.0184	-3.993	-0.074
31	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	322	0.0376	-3.281	-0.123
32	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	1,467	0.1712	-1.765	-0.302
33	<i>Juniperus saltillensis</i>	Táscate	9	0.0011	-6.859	-0.007
34	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Corona de cristo	9	0.0011	-6.859	-0.007
35	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	511	0.0596	-2.820	-0.168
36	<i>Leucophyllum minus</i>	Cenizo	21	0.0025	-6.012	-0.015
37	<i>Lindleya mespiloides</i>	Barreta	13	0.0015	-6.491	-0.010
38	<i>Lophophora williamsii</i>	Peyote	3	0.0004	-7.957	-0.003
39	<i>Mammillaria formosa</i>	Biznaga chilitos	20	0.0023	-6.060	-0.014
40	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga chilitos	14	0.0016	-6.417	-0.010
41	<i>Mammillaria pottsii</i>	Biznaga viejito	14	0.0016	-6.417	-0.010
42	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	385	0.0449	-3.103	-0.139

No.	Especie	Nombre Común	Núm. de indiv.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
43	<i>Mortonia palmeri</i>	Afinador	102	0.0119	-4.431	-0.053
44	<i>Neolloydia conoidea</i>	Biznaga cónica	215	0.0251	-3.685	-0.092
45	<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal de cerro	47	0.0055	-5.206	-0.029
46	<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Nopal cuijo	21	0.0025	-6.012	-0.015
47	<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador	15	0.0018	-6.348	-0.011
48	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	63	0.0074	-4.913	-0.036
49	<i>Parthenium argentatum</i>	Guayule	5	0.0006	-7.447	-0.004
50	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	460	0.0537	-2.925	-0.157
51	<i>Pinaropappus roseus</i>	Chipule	2	0.0002	-8.363	-0.002
52	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	150	0.0175	-4.045	-0.071
53	<i>Purshia plicata</i>	Rosa silvestre	7	0.0008	-7.110	-0.006
54	<i>Rhus microphylla</i>	Agrito	106	0.0124	-4.393	-0.054
55	<i>Salvia ballotaeflora</i>	Mejorana	1	0.0001	-9.056	-0.001
56	<i>Schinus molle</i>	Pirul	1	0.0001	-9.056	-0.001
57	<i>Senna wislizeni</i>	Carrozo	3	0.0004	-7.957	-0.003
58	<i>Viguiera cordifolia</i>		11	0.0013	-6.658	-0.009
59	<i>Viguiera greggii</i>		14	0.0016	-6.417	-0.010
60	<i>Yucca carnerosana</i>	Palma china	4	0.0005	-7.670	-0.004
61	<i>Yucca filifera</i>	Palma samandoca	24	0.0028	-5.878	-0.016
			8,570			-2.602

Tabla 4.41. Resumen del Índice de Shannon en el estrato arbustivo

Riqueza S	61
H' Calculada	2.60
H Máxima	4.11
Equidad	0.63
H Máxima - H Calculada	1.51

Con referencia en la Tabla 4.41, que indica el índice calculado, el componente de vegetación del estrato arbustivo en el área de influencia cuenta con una riqueza de 61 especies, que representan una diversidad media, con una H Calculada de (2.60) y se puede obtener una diversidad máxima de (4.11). Así mismo, en el estrato arbustivo, la equidad es media, considerando que los valores para este parámetro van de 0 a 1, obteniéndose en los cálculos realizados un valor de 0.63.

En seguida en la Tabla 4.42 y Tabla 4.43 se presenta el índice de diversidad de Shannon de la vegetación en el estrato arbustivo:

Tabla 4.42. Índice de Shannon de la vegetación en el área de influencia, en el estrato herbáceo

No.	Especie	Nombre Común	Núm. de indiv.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
1	<i>Aristida divaricata</i>	Pasto tres barbas abierto	501	0.0929	-2.376	-0.221

No.	Especie	Nombre Común	Núm. de indiv.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
2	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollin	207	0.0384	-3.260	-0.125
3	<i>Astrolepis sinuata</i>	Helecho ondulado	20	0.0037	-5.597	-0.021
4	<i>Bouteloua gracilis</i>	Pasto navajita	65	0.0121	-4.418	-0.053
5	<i>Dasyochloa pulchella</i>	Zacate borreguero	2,600	0.4824	-0.729	-0.352
6	<i>Lepidium virginicum</i>	Lentejilla	1	0.0002	-8.592	-0.002
7	<i>Loeselia coerulea</i>	Guachichil	131	0.0243	-3.717	-0.090
8	<i>Scleropogon brevifolius</i>	Zacate burro	1,129	0.2095	-1.563	-0.327
9	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo	100	0.0186	-3.987	-0.074
10	<i>Stevia lucida</i>	Hierba de la araña	30	0.0056	-5.191	-0.029
11	<i>Thymophylla setifolia</i>	Parraleña	384	0.0712	-2.642	-0.188
12	<i>Tiquilia canescens</i>	Oreja de ratón	182	0.0338	-3.388	-0.114
13	<i>Zinnia acerosa</i>	Hierba del burro	40	0.0074	-4.903	-0.036
			5,390			-1.633

Tabla 4.43. Resumen del Índice de Shannon en el estrato herbáceo

Riqueza S	13
H' Calculada	1.63
H Máxima	2.56
Equidad	0.64
H Máxima - H Calculada	0.93

Con referencia en la Tabla 4.43, que indica el índice calculado, en términos generales, es que el componente de vegetación del estrato herbáceo en el área de influencia cuenta con una riqueza de 13 especies, que representan una diversidad media, con una H Calculada de (1.63) y se puede obtener una diversidad máxima de (2.56). Así mismo, en el estrato herbáceo, la equidad es media, considerando que los valores para este parámetro van de 0 a 1, obteniéndose en los cálculos realizados un valor de 0.64.

IV.2.2.2 Fauna

La fauna silvestre es un componente esencial de los ecosistemas tanto por la diversidad biológica que aporta como por las complejas interacciones ecológicas en las que participa, permitiendo así el funcionamiento de los procesos biológicos en la biósfera.

Así pues, la fauna junto con la flora son los elementos que componen la biodiversidad, representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han venido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra.

La dinámica historia geológica de México, relacionada en gran parte con su posición geográfica, explica fundamentalmente su alta biodiversidad faunística. La confluencia de regiones biogeográficas (Neártica y Neotropical) en territorio mexicano, ha

originado la mezcla de faunas templadas y tropicales, la cual es en algunas zonas suave, en otras abrupta o en algunos casos ha dado origen a comunidades únicas.

En México se estima una riqueza de 1,165 especies de anfibios y reptiles (Flores–Villega y Canseco Márquez, 2004 en Reyna et. al., 2005) 1,050 especies de aves (Howell y Webb, 1995) y 525 especies de mamíferos (Ceballos y Oliva, 2005), entre los que se encuentran numerosos endemismos y especies bajo alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.2.2.2.1 Metodología de muestreo

El muestreo faunístico se intensificó en aquellas zonas de interés en las que se incrementaba la posibilidad de registros dentro de la huella de desmonte. Estas zonas se eligieron con base en las características que presentaban y tomando en cuenta factores como: cobertura vegetal, disponibilidad de alimento, agua y refugio.

Para el muestreo de la fauna se utilizaron distintas variantes de metodologías para cada uno de los grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). A continuación se describen las técnicas utilizadas para hacer registros directos e indirectos de especies durante el trabajo de campo.

- Observación directa

Los registros directos se realizan cuando es posible observar o incluso capturar al animal, este tipo de registros son los más confiables pues proporcionan determinaciones precisas de las especies, así como la posibilidad de obtener información adicional como estado de salud general, sexo y condición reproductiva. A continuación se describen algunos métodos y técnicas para realizar registros directos de fauna:

Métodos de detección en silencio.- Consiste en la detección en silencio de las especies, para lograr este tipo de registro es necesaria la cautela, ya que solo de esa forma el observador puede lograr un acercamiento mayor a los animales. Las observaciones en puntos altos en donde se procura hacer el mínimo de ruido y movimientos, hacen posible el registro especies más cautelosas. Para el caso de las aves esta es una de las mejores técnicas para realizar observaciones y determinar las especies en ese momento con ayuda de las guías de campo

Transectos aleatorios no restringidos y censos de búsqueda intensiva.- En estos tipos de muestreo se intenta cubrir la mayor superficie posible sin restricción de movimiento, esto con la finalidad de incrementar la probabilidad de detección del mayor número de especies. Para el caso de los reptiles y anfibios es necesaria la remoción de rocas y restos vegetales como troncos, hojas y ramas, con el fin de encontrar especies que eventualmente utilizan esos sitios para resguardarse. Durante este tipo de trabajo se tiene a disposición equipo tal como: binoculares, cámaras digitales, GPS, planos georeferenciados, guías para la determinación de las especies de aves (Howell & Webb 1995, Sibley 2001, National Geographic, 2006 y Peterson, 1994) mamíferos (Aranda, 2000;

Ceballos y Oliva, 2005; Reid, 2006) y reptiles (Reyna et. al., 2007; Behler& King 1979., etc.) En Tabla 4.44. se presentan las coordenadas de punto de inicio y final de los transectos realizados durante el trabajo de campo, en el Anexo 4.21 se presentan las Áreas de muestreo faunístico.

Tabla 4.44. Transectos de muestreo faunístico

No. Transecto	Coordenadas de inicio		Coordenadas finales	
	X	Y	X	Y
1	248756	2722790	245627	2723359
2	237699	2728873	238131	2729692
3	234923	2728871	232838	2729265
4	226075	2730630	226729	2731655
5	216066	2730175	216102	2728041
6	215006	2726639	215817	2723816
7	240359	2725697	242674	2725254
8	242484	2785510	239428	2729991
9	219435	2727730	219369	2725315
10	237556	2728063	234889	2727612

Fototrampeo.- Consiste en colocar cámaras que se activan automáticamente al ser interrumpida una señal de un láser infrarrojo. Ello permite la captura de imágenes de la fauna que pasa por delante de las cámaras montadas. En total se colocaron 5 cámaras trampa, resultando en un esfuerzo de muestreo de 960 horas de trampeo para los 5 sitios (Anexo 4.22).

Tabla 4.45. Coordenadas de las Cámaras trampa

No. Cámara trampa	Coordenadas	
	X	Y
1	216045	2728326
2	215753	2723883
3	237829	2729175
4	248638	2722626
5	240660	2725434

Técnicas de captura.- Estas técnicas dirigen su esfuerzo, como su nombre lo indica, a la captura de los organismos ya sea mediante trampas tipos Sherman, Tomahawk, etc. o redes ornitológicas y para murciélagos. Este tipo de técnicas son utilizadas en donde los objetivos del trabajo de campo van encaminados a caracterizar la estructura de la población en base a la toma de datos morfométricos, así pues, para el caso específico de este proyecto, esta técnica no fue utilizada en cambio se optó por el fototrampeo que es una técnica no invasiva y que no genera estrés a la fauna silvestre.

Observación indirecta.- En esta técnica se consideraron las señales que los animales dejan de su presencia y actividades (plumas, huellas, excretas, marcas, cadáveres, etc.). Los recorridos fueron realizados de forma aleatoria y no restringida.

IV.2.2.2 Composición faunística dentro del Sistema Ambiental donde se localiza el proyecto

Durante el muestreo en el Sistema Ambiental, se registraron un total de 73 especies de 3 grupos de vertebrados terrestres (Reptiles, Aves y Mamíferos). En el Anexo 4.23 se presenta el Reporte fotográfico de fauna silvestre dentro del Sistema Ambiental.

Las aves fueron el grupo mejor representado, con un total de 51 especies repartidas en 25 familias y 9 órdenes, el grupo de los reptiles se reportaron 10 especies pertenecientes a 4 familias y 1 orden, mientras que el grupo de los mamíferos se registraron un total de 12 especies pertenecientes a 7 familias y 4 órdenes, por último, para el grupo de los anfibios no se realizaron registros, las condiciones climáticas del Sistema Ambiental y la escases de hábitats (cuerpos de agua) disminuye la presencia y actividad de estos organismos.

Enseguida se presenta un gráfico donde se expone el porcentaje de registro de especies por grupo zoológico dentro del Sistema Ambiental.

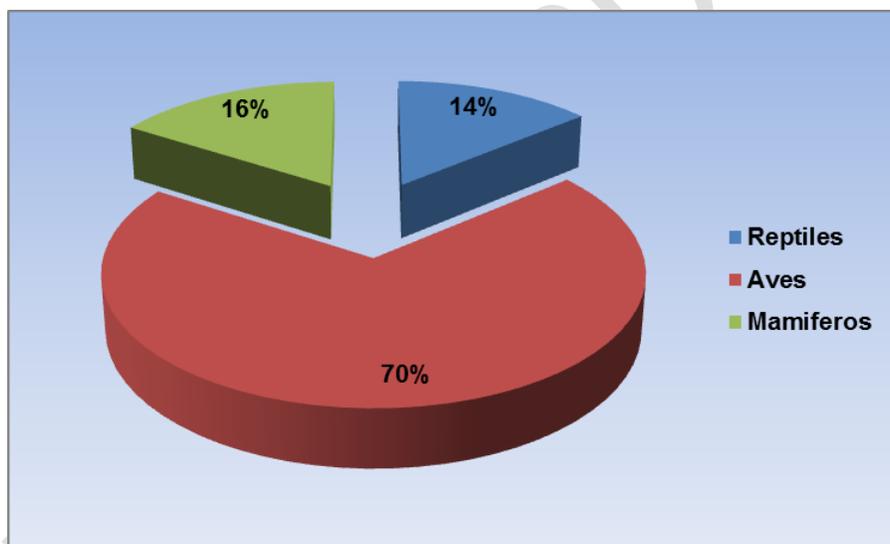


Figura 4.43. Riqueza faunística obtenida dentro del Sistema Ambiental

A continuación, se presenta la siguiente tabla donde se despliegan los datos de las especies registradas en los muestreos dentro del Sistema Ambiental, primeramente se señala el grupo zoológico al que pertenece cada especie, su orden, familia, especie, nombre común, tipo de registro, condición o no de especie endémica y por ultimo si están o no presentes dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4.46. Listado de especies presentes dentro del Sistema Ambiental

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de registro
Squamata (suborden Lacertilia)	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma modestum</i>	Lagartija cornuda cola redonda	Od
		<i>Sceloporus parvus</i>	Lagartija espinosa de	Od

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de registro
			panza azul	
		<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija de costados rojos	Od
		<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa de mezquite	Od
		<i>Holbrookia approximans</i>	Lagartija manchada sin orejas	Od
	Teiidae	<i>Aspidoscelis inornata</i>	Huico liso del altiplano	Od
Squamata (suborden Serpentes)	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Víbora de cascabel del Altiplano	Od
		<i>Crotalus molossus</i>	Víbora cascabel cola negra	Od
	Colubridae	<i>Coluber flagellum</i>	Culebra chirrionera	Od
		<i>Pituophis deppei</i>	Alicante	Od
Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	Od
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	Od
		<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Od
	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola-roja	Od
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario	Od
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alablanca	Od
		<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Od
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	Od
Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	Od
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	Od
		<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	Od
		<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de Pechera	Od
		<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero del Desierto	Od
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	Od
		<i>Caracara cheriway</i>	Caracara común	Od
Passeriformes	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	Od
	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Pibi boreal	Od
		<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Gritón	Od
		<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pálido	Od
		<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas Cenizo	Od
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	Od
		<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero Saucero	Od
		<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas Llanero	Od
		Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común
	<i>Aphelocoma californica</i>		Chara	Od
	Lanidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	Od
	Hirundinidae	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina Pueblera	Od

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de registro	
	Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Chivirin salta roca	Od	
		<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	Od	
		<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirín cola oscura	Od	
	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azul gris	Od	
		<i>Poliptila melanura</i>	Perlita del Desierto	Od	
	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	Od	
	Turdidae	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo garganta azul	Od	
	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	Od	
		<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	Od	
	Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo Matraquita	Od	
	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe Corona Negra	Od	
	Ptiliognatidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Capulinerio negro	Od	
	Emberizidae	<i>Melospiza fusca</i>	Toquí pardo	Od	
		<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión Barba Negra	Od	
		<i>Spizella passerina</i>	Gorrión Ceja Blanca	Od	
		<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	Od	
		<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero Corona Rufa	Od	
		<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión Arlequín	Od	
		<i>Pooecetes gramineus</i>	Gorrión Cola Blanca	Od	
		<i>Junco phaeonotus</i>	Junco Ojo de Lumbre	Od	
	Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Tordo ojos rojos	Od	
		<i>Icterus parisorum</i>	Calandria Tunera	Od	
		<i>Icterus wagleri</i>	Calandria de Wagler	Od	
	Fringilidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	Od	
	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	H
	Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	H, Ct
			<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	Ct, H, E
Felidae		<i>Puma concolor</i>	Puma, León de montaña	H	
		<i>Lynx rufus</i>	Lince, Gato montes	Ct	
Mephitidae		<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo	Ct	
		<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado	Ct	
		<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado	Ct	
Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote	Ct, M		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	E, H	
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	Od	
		<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	Od	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de registro
Tipo de registro: Od = Observación directa; H= Huella, E= Excreta; C= Cadáver; Cap = Capturado Ct= Cámara trampa, Ot= Otro				

IV.2.2.2.3 Análisis de los resultados del muestreo de fauna dentro del SA mediante el Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Los índices de diversidad cuantifican la diferencia entre la estructura biológica de las comunidades, pues consideran tanto número como abundancia relativa de las especies dentro de la comunidad, esto mediante la unificación de la equitatividad, o sea la falta de variabilidad en las abundancias relativas, y la riqueza, o sea el número total de especies.

Una vez conformado el listado de especies presentes, se procedió a realizar los cálculos correspondientes al índice de Shannon-Wiener, para cada grupo taxonómico. En la siguiente tabla se expresa la siguiente fórmula:

$$H = -\sum_{i=1}^s (P_i)(\log_2 P_i)$$

Tabla 4.47. Estimación de parámetros de Shannon-Wiener para los distintos grupos zoológicos

Grupo zoológico	Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
Reptiles	<i>Phrynosoma modestum</i>	3	0.2	1.6094	0.3219
	<i>Sceloporus parvus</i>	2	0.1333	2.0149	0.2687
	<i>Sceloporus scalaris</i>	1	0.0667	2.7081	0.1805
	<i>Sceloporus grammicus</i>	1	0.0667	2.7081	0.1805
	<i>Holbrookia approximans</i>	2	0.1333	2.0149	0.2687
	<i>Aspidoscelis inornata</i>	2	0.1333	2.0149	0.2687
	<i>Crotalus scutulatus</i>	1	0.0667	2.7081	0.1805
	<i>Crotalus molossus</i>	1	0.0667	2.7081	0.1805
	<i>Coluber flagellum</i>	1	0.0667	2.7081	0.1805
	<i>Pituophis deppei</i>	1	0.0667	2.7081	0.1805
	Total	15		H=	2.2111
Aves	<i>Callipepla squamata</i>	10	0.0398	3.2229	0.1284
	<i>Coragyps atratus</i>	3	0.0120	4.4268	0.0529
	<i>Cathartes aura</i>	22	0.0876	2.4344	0.2134
	<i>Buteo jamaicensis</i>	4	0.0159	4.1392	0.0660
	<i>Tyto alba</i>	1	0.0040	5.5255	0.0220
	<i>Zenaida asiatica</i>	6	0.0239	3.7337	0.0893
	<i>Zenaida macroura</i>	3	0.0120	4.4268	0.0529
	<i>Geococcyx californianus</i>	4	0.0159	4.1392	0.0660
	<i>Archilochus colubris</i>	1	0.0040	5.5255	0.0220
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	2	0.0080	4.8323	0.0385
	<i>Picoides scalaris</i>	1	0.0040	5.5255	0.0220
	<i>Colaptes auratus</i>	3	0.0120	4.4268	0.0529
	<i>Melanerpes uropygialis</i>	2	0.0080	4.8323	0.0385
	<i>Falco sparverius</i>	4	0.0159	4.1392	0.0660

Grupo zoológico	Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
	<i>Caracara cheriway</i>	7	0.0279	3.5795	0.0998
	<i>Psaltiriparus minimus</i>	4	0.0159	4.1392	0.0660
	<i>Contopus cooperi</i>	6	0.0239	3.7337	0.0893
	<i>Tyrannus vociferans</i>	3	0.0120	4.4268	0.0529
	<i>Tyrannus verticalis</i>	5	0.0199	3.9160	0.0780
	<i>Myiarchus cinerascens</i>	2	0.0080	4.8323	0.0385
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1	0.0040	5.5255	0.0220
	<i>Empidonax traillii</i>	1	0.0040	5.5255	0.0220
	<i>Sayornis saya</i>	3	0.0120	4.4268	0.0529
	<i>Corvus corax</i>	9	0.0359	3.3282	0.1193
	<i>Aphelocoma californica</i>	11	0.0438	3.1276	0.1371
	<i>Lanius ludovicianus</i>	8	0.0319	3.4460	0.1098
	<i>Petrochelidon fulva</i>	4	0.0159	4.1392	0.0660
	<i>Salpinctes obsoletus</i>	6	0.0239	3.7337	0.0893
	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	5	0.0199	3.9160	0.0780
	<i>Thryomanes bewickii</i>	6	0.0239	3.7337	0.0893
	<i>Polioptila caerulea</i>	3	0.0120	4.4268	0.0529
	<i>Polioptila melanura</i>	2	0.0080	4.8323	0.0385
	<i>Auriparus flaviceps</i>	1	0.0040	5.5255	0.0220
	<i>Sialia mexicana</i>	7	0.0279	3.5795	0.0998
	<i>Toxostoma curvirostre</i>	5	0.0199	3.9160	0.0780
	<i>Mimus polyglottos</i>	2	0.0080	4.8323	0.0385
	<i>Regulus calendula</i>	1	0.0040	5.5255	0.0220
	<i>Cardellina pusilla</i>	1	0.0040	5.5255	0.0220
	<i>Phainopepla nitens</i>	7	0.0279	3.5795	0.0998
	<i>Melospiza fusca</i>	8	0.0319	3.4460	0.1098
	<i>Spizella atrogularis</i>	13	0.0518	2.9605	0.1533
	<i>Spizella passerina</i>	16	0.0637	2.7529	0.1755
	<i>Amphispiza bilineata</i>	2	0.0080	4.8323	0.0385
	<i>Aimophila ruficeps</i>	2	0.0080	4.8323	0.0385
	<i>Chondestes grammacus</i>	1	0.0040	5.5255	0.0220
	<i>Poocetes gramineus</i>	2	0.0080	4.8323	0.0385
	<i>Junco phaeonotus</i>	4	0.0159	4.1392	0.0660
	<i>Molothrus ater</i>	9	0.0359	3.3282	0.1193
	<i>Icterus parisorum</i>	1	0.0040	5.5255	0.0220
	<i>Icterus wagleri</i>	1	0.0040	5.5255	0.0220
	<i>Haemorhous mexicanus</i>	16	0.0637	2.7529	0.1755
	Total	251	H=	3.5954	
Mamíferos	<i>Didelphis virginiana</i>	2	0.0408	3.1987	0.1306
	<i>Canis latrans</i>	4	0.0816	2.5055	0.2045
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	7	0.1429	1.9459	0.2780
	<i>Puma concolor</i>	1	0.0204	3.8918	0.0794
	<i>Lynx rufus</i>	2	0.0408	3.1987	0.1306
	<i>Conepatus leuconotus</i>	1	0.0204	3.8918	0.0794
	<i>Mephitis macroura</i>	1	0.0204	3.8918	0.0794
	<i>Spilogale gracilis</i>	1	0.0204	3.8918	0.0794
	<i>Taxidea taxus</i>	3	0.0612	2.7932	0.1710
	<i>Odocoileus virginianus</i>	2	0.0408	3.1987	0.1306

Grupo zoológico	Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	16	0.3265	1.1192	0.3655
	<i>Lepus californicus</i>	9	0.1837	1.6946	0.3113
	Total	49		H=	2.0396

Los valores resultantes del índice de Shannon-Wiener inferiores a 1.5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1.6 y 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores iguales o superiores a 3.1 se consideran como diversidad alta (Magurran, 1988 en Titira y Boada, 2009).

Enseguida se presenta la Tabla 4.48. donde se expone de manera resumida el número de especies registradas de cada grupo zoológico, así como el número de individuos y el índice de Shannon-Wiener obtenido para cada grupo, finalmente una columna con la interpretación del índice de diversidad obtenido.

Tabla 4.48. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (Sistema Ambiental)

Grupo zoológico	Número de especies	Número de Individuos	Índice de Shannon-Wiener	Interpretación del Índice
Reptiles	10	15	2.21	Diversidad media
Aves	51	251	3.59	Diversidad alta
Mamíferos	12	49	2.03	Diversidad media

Como se puede observar en la tabla anterior para los grupos zoológicos de reptiles se registró una "Diversidad media" al registrarse 10 especies, el grupo de las aves fue el grupo que presentó una "Diversidad alta" con 51 especies, por último, el grupo de los mamíferos se reporta una diversidad media con 12 especies.

IV.2.2.2.4 Especies registradas en los muestreos y enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2010 con alguna categoría de riesgo, o endémicas

Durante los muestreos realizados en campo se registraron un total de 6 especies con alguna categoría de riesgo (5 reptiles y 1 mamífero) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.49. Especies registradas, enlistadas dentro de la NOM 059-SEMARNAT-2010

Grupo zoológico	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Reptiles	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa de mezquite	Sujeta a Protección especial
	<i>Crotalus scutulatus</i>	Víbora de cascabel del Altiplano	Sujeta a Protección especial
	<i>Crotalus molossus</i>	Víbora cascabel cola negra	Sujeta a Protección especial
	<i>Coluber flagellum</i>	Culebra chirrionera	Amenazada
	<i>Pituophis deppei</i>	Alicante	Amenazada
Mamíferos	<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote	Amenazada

Especies endémicas

De las 73 especies de los 3 grupos de vertebrados considerados en el presente estudio, únicamente se registró 1 especie endémica para México, en la siguiente tabla se presentan dichas especies.

Tabla 4. 50. Especies endémicas registradas durante los trabajos de campo

Grupo zoológico	Especie	Nombre común
Reptiles	<i>Pituophis deppei</i>	Culebra sorda mexicana

Estado de conservación del Sistema Ambiental

La presencia de obras y actividades mineras en la zona, han propiciado un fuerte cambio al hábitat de la fauna silvestre sobre todo en la porción Oeste del Sistema Ambiental, además de la minería existen otras actividades antrópicas como lo es la ganadería y la agricultura, aunque esta última se realice a menor escala y de manera temporal, a pesar de las afectaciones al hábitat de la fauna silvestre, existen especies faunísticas capaces de tolerar y adaptarse a las condiciones adversas sacando provecho de las mismas, tal es el caso de la zorra gris, coyotes, pequeñas serpientes, aves rapaces entre algunos otros.

De igual manera existen áreas con mejor calidad del hábitat, tal es el caso de la porción Sureste del Sistema Ambiental, donde en las partes medias y altas existen franjas de bosque de táscate y pino que brindan condiciones idóneas para albergar especies de mayor tamaño como lo es el Puma, Venado cola blanca y potencialmente Jabalí de collar así como otros mamíferos de talla mediana, como lo es el Tlalcoyote.

El valle está compuesto principalmente por Matorral desértico micrófilo, el cual se caracteriza por ser un tipo de vegetación bajo, el cual brinda mejores condiciones para especies de menor tamaño como lo son culebras, víboras, roedores además de pequeños y medianos mamíferos.

De acuerdo a los resultados obtenidos del Índice de diversidad de Shannon-Wiener para cada grupo zoológico, para el grupo de los reptiles se obtuvo un valor de 2.21, lo cual se interpreta como una "Diversidad media", mientras que el grupo de las aves, de acuerdo al Índice de diversidad, registro un valor de 3.59, que se interpreta como una "Diversidad alta", por ultimo para el grupo de los mamíferos se registró un valor de 2.03 que se interpreta como una "Diversidad media".

En cuanto a las especies de fauna silvestre enlistadas dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010, se registraron un total de 6 especies, (*Sceloporus grammicus*, *Crotalus scutulatus*, *Crotalus molossus*, *Coluber flagellum*, *Pituophis deppei*, *Coluber flagellum*, *Pituophis deppei* y *Taxidea taxus*), de las cuales solo la especie *Pituophis deppei* es endémica al territorio nacional.

IV.2.3. Paisaje

IV.2.3.1. Unidades de Paisaje

Para tener una mejor perspectiva de la calidad y fragilidad visual del paisaje en el Sistema Ambiental se ha considerado la delimitación de unidades de paisaje, en dicha delimitación se contempla vagamente la homogeneidad del territorio puesto que se toma como elemento principal de división de unidades de paisaje las acciones antrópicas, por esta razón se ha considerado la partición del SA en dos unidades paisajistas, una de ellas abarca todas las acciones antrópicas perceptibles que existen en el SA, mientras que la otra unidad se encuentra libre de acciones antrópicas.

Para detallar en la delimitación de dichas unidades se utilizó el método de individualización de unidades irregulares con el apoyo de la forma y estructuras encontradas en el SA. En este sentido, la categorización paisajista en el SA se cataloga en 2 unidades de paisaje; la primera está determinada por el valle de laderas tendidas (con acciones antrópicas) y la segunda unidad por la sierra plegada y compleja (libre de acciones antrópicas).

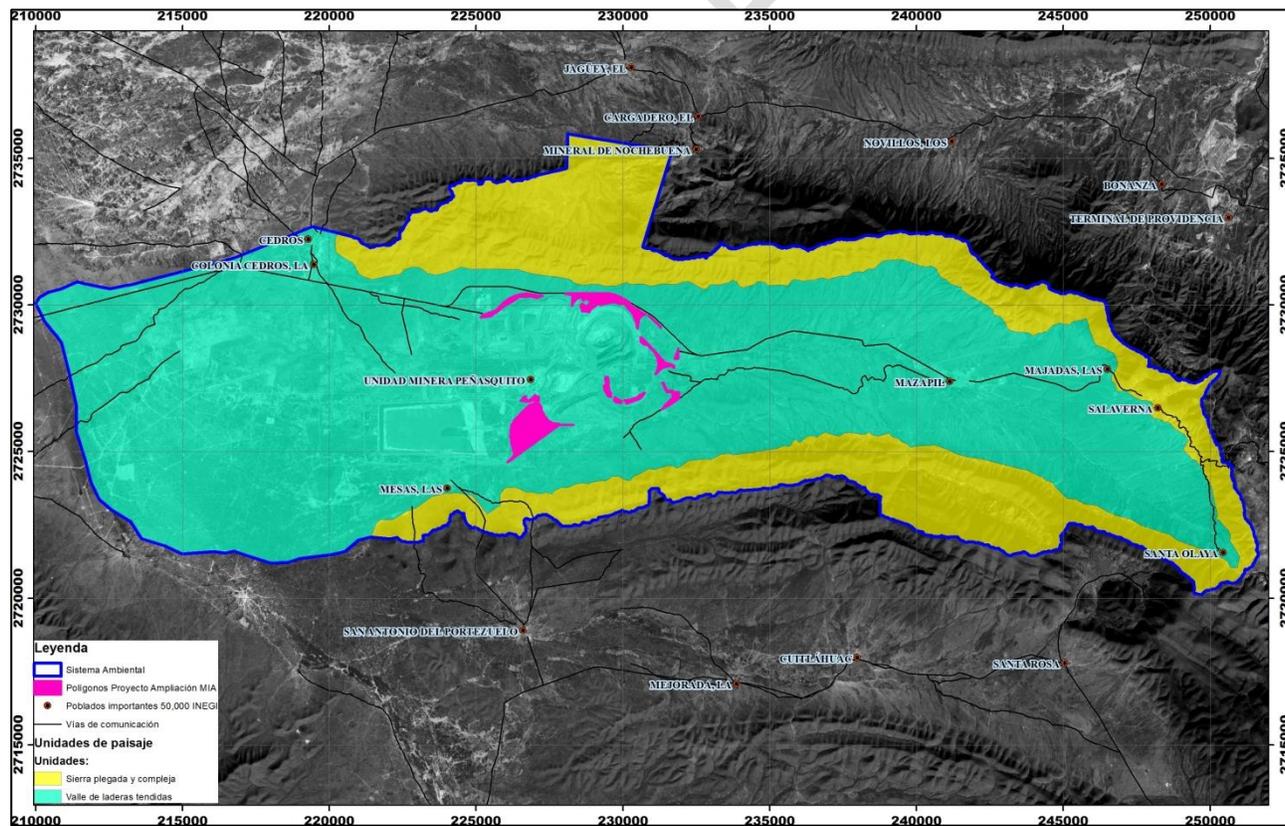


Figura 4.44. Unidades de Paisaje en el Sistema Ambiental

IV.2.3.1.1. 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.

A continuación, se propone la cualificación de la calidad del paisaje según una calificación en tres clases de la calidad visual según el resultado de la valoración generalista de los componentes del paisaje (Tabla 4. 51).

Tabla 4. 51 Criterios de evaluación de calidad visual del paisaje

Valoración	Calidad Visual
Alta	Áreas de calidad alta, con rasgos singulares y sobresalientes (28 a 38 puntos).
Media	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).
Baja	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color línea y textura (6 a 16 puntos).

Se determinó la Calidad Visual de las Unidades de Paisaje según la adaptación de lo propuesto por USDA Forest Service (1974) y Bureau of Land Management de Estados Unidos (1980). Esta metodología considera el análisis de las unidades de paisaje de acuerdo a una valoración de las características de sus componentes biofísicos, estéticos y antrópicos, en la Tabla 4.52 se presentan los elementos a ser valorados.

Tabla 4.52. Elementos valorados para determinar la Calidad Visual de Paisaje

Elemento valorado	Calidad visual paisajística		
	Alta	Media	Baja
Morfología o Topografía	Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas y muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos	Pendiente entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelado suave u ondulado	Pendientes entre 0 a 15%. Dominancia del plano horizontal de visualización. Ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual
Valores	5	3	1
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción alimentación	Presencia de fauna nativa esporádicamente dentro de la unidad sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado)	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos
Valores	5	3	1
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión son vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.

Elemento valorado	Calidad visual paisajística		
	Alta	Media	Baja
		dominancia visual	
Valores	5	3	1
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	Ausencia de cuerpos de agua
Valores	5	3	1
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas	La calidad escénica está modificada en menor grado por obras que no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje
Valores	2	1	0
Fondo Escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada
Valores	5	3	1
Variabilidad Cromática	Combinaciones de color intensas y variadas. Contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	Alguna variedad e intensidad en color y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación en color o contraste, colores homogéneos o continuos
Valores	5	3	1
Singularidad o Rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares	Característico, pero similar a otros de la región	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares
Valores	6	2	0

A continuación, se presenta la valoración de la calidad visual de las unidades de paisaje determinadas para el SA.

Tabla 4.53 Unidad de Paisaje N°1: Valle de laderas tendidas

Elemento Valorado	Calidad Visual
Morfología o Topografía	Baja (1)
Fauna	Alta (5)
Vegetación	Alta (5)
Formas de agua	Media (3)
Acción Antrópica	Baja (0)
Fondo Escénico	Alta (5)
Variabilidad Cromática	Media (3)
Singularidad o Rareza	Media (2)
Valoración Final	Media (24)

Tabla 4.54. Unidad de Paisaje N°2: Sierra plegada y compleja

Elemento Valorado	Calidad Visual
Morfología o Topografía	Alta (5)
Fauna	Alta (5)
Vegetación	Alta (5)
Formas de agua	Baja (1)
Acción Antrópica	Alta (2)
Fondo Escénico	Alta (5)
Variabilidad Cromática	Alta (5)
Singularidad o Rareza	Alta (6)
Valoración Final	Alta (34)

De acuerdo a la valoración de calidad visual hecha para cada unidad de paisaje delimitada para el SA, se presenta el siguiente análisis;

Unidad N°1: presenta calidad visual media, es decir, los elementos valorados poseen moderada calidad por la variedad en la forma, color y línea, los cuales no actúan como elementos dominantes. Por las características en la forma del terreno el cual presenta pendientes menores a 15%, se considera con baja calidad visual. En el SA existe una gran variedad de fauna la cual se presenta de forma permanente donde existe un dinamismo de nidificación, reproducción y alimentación, lo cual permite que la calidad visual aumente permitiendo un fondo escénico de alta calidad. La vegetación es un elemento que acapara la calidad visual en el SA, dado por la presencia de masas vegetales de alta dominancia visual, además de alto porcentaje de especies nativas. El fondo escénico, en este caso, las áreas circundantes al SA potencia e incrementa la calidad visual además de existir presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia. Por último, la combinación y contraste entre los elementos que conforman el suelo, vegetación, roca y agua es modernamente variable. Por otro lado, los elementos que le resta calidad visual al paisaje son; acciones antrópicas que modifican y no añaden calidad visual al escenario paisajista que se presenta, como lo son las actividades de agricultura, pastoreo, caminos, entre otros. Otro elemento que le resta calidad visual a dicha unidad es la singularidad y rareza, esto ya que por sus características, existe similitud a otros de la región, lo cual no permite que sea único o singular.

Unidad N°2: presenta calidad visual alta, donde los elementos valorados poseen alta calidad por la variedad en la forma, color y línea, existe una gran combinación entre estos elementos; relieve con pendientes mayores a 30%, presencia de fauna nativa, masas vegetales de alta dominante visual, libre de acciones antrópicas, combinaciones de color intensas y variadas, en consideración a lo anterior se obtiene como resultado final rasgos singulares y sobresalientes. Por otro lado, el único elemento que presenta baja calidad visual es la ausencia de cuerpos de agua.

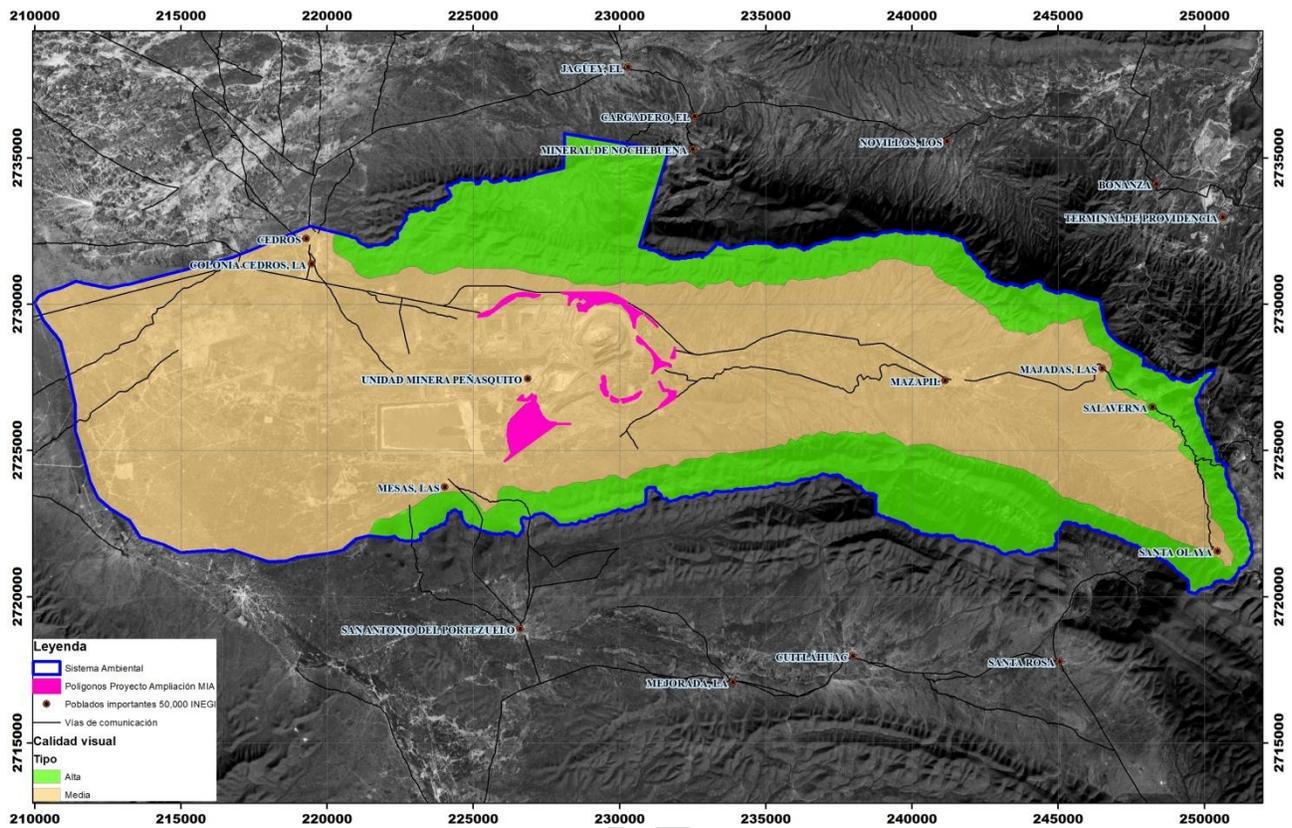


Figura 4.45. Calidad visual del paisaje en el SA

IV.2.3.1.2. Fragilidad Visual

La valoración final de fragilidad visual se obtiene de la suma de los valores de los elementos valorados a cada Unidad de Paisaje, en la Tabla 4.55 se presentan los rangos de valoración.

Tabla 4.55. Criterios de Evaluación de Fragilidad Visual

Valoración	Fragilidad Visual
Alta	21 a 27 puntos
Media	15 a 20 puntos
Baja	9 a 14 puntos

La determinación de la Fragilidad Visual permite evaluar la capacidad de absorción y respuesta de las Unidades de Paisaje ante las obras y actividades del Proyecto, y se analizó según el modelo general de fragilidad visual de Escibano et al. 1987. En esta metodología son analizados y clasificados las Unidades del Paisajes, en función de una selección de los principales componentes del paisaje, divididos en 4 factores (biofísicos, visualización, singularidad y accesibilidad). En la siguiente Tabla 4.56 se presenta la escala valórica.

Tabla 4.56. Fragilidad Visual del Paisaje

Factor	Elemento de influencia	Fragilidad Visual de Paisaje		
		Alta	Media	Baja
Biofísicos	Pendiente	Pendiente de más un 30%, terrenos con dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, terrenos con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 a 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual.
	Valores	3	2	1
	Vegetación (densidad)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas, dominancia estrato herbáceo.	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrato arbustiva o arbórea aislada.	Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo.
	Valores	3	2	1
	Vegetación (contraste)	Vegetación monoespecífica. Escasez vegetal, contrastes poco evidentes.	Diversidad de especies media.	Alto grado en variedad de especies. Contrastes fuertes. Gran estacionalidad de especies.
	Valores	3	2	1
Visualización	Vegetación (altura)	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 metros de altura.	No hay gran altura de las masas (< 10 m). Baja diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.
	Valores	3	2	1
	Tamaño cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1000m). Dominio de los primeros planos.	Visión media (1000 a 4000m). Dominio de los planos medios de visualización.	Visualización de carácter lejano o a zonas distintas mayor a 4000 m.
	Valores	3	2	1
	Forma cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidas en el flujo visual.	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
	Valores	3	2	1
Singularidad	Capacidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en bajo porcentaje.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombras o menor incidencia visual.
	Valores	3	2	1
Singularidad	Unidad de paisaje	Paisaje singular con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterada.

Factor	Elemento de influencia	Fragilidad Visual de Paisaje		
		Alta	Media	Baja
	Valores	3	2	1
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta. Visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual, vistas repentinas, escasas y breves.
	Valores	3	2	1

A continuación, se presenta los resultados del análisis de fragilidad visual para cada una de las unidades de paisaje del SA.

Tabla 4.57. Unidad de Paisaje N°1: Valle de laderas tendidas

Factor	Elemento de Influencia	Fragilidad Visual
Biofísicos	Pendiente	Baja (1)
	Vegetación (densidad)	Media (2)
	Vegetación (contraste)	Media (2)
	Vegetación (altura)	Alta (3)
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Media (2)
	Forma de la cuenca visual	Baja (1)
	Capacidad	Media (2)
Singularidad	Unidad del paisaje	Media (2)
Accesibilidad	Visual	Alta (3)
Valoración Final		Media (18)

Tabla 4.58 Unidad de Paisaje N°2: Sierra plegada y compleja

Factor	Elemento de Influencia	Fragilidad Visual
Biofísicos	Pendiente	Alta (3)
	Vegetación (densidad)	Media (2)
	Vegetación (contraste)	Media (2)
	Vegetación (altura)	Alta (3)
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Media (2)
	Forma de la cuenca visual	Alta (3)
	Capacidad	Media (2)
Singularidad	Unidad del paisaje	Alta (3)
Accesibilidad	Visual	Alta (3)
Valoración Final		Alta (23)

De acuerdo la valoración realizada para conocer la fragilidad que presentan las unidades de paisaje delimitadas para el SA, se concluye lo siguiente:

La Unidad de Paisaje N°1; esta unidad presenta fragilidad visual media. Entre los elementos valorados y que presentan mayor fragilidad se encuentran los siguientes; la altura promedio de la vegetación no es mayor a 2 metros, en el cual existe baja diversidad de estratos, lo cual permite que la fragilidad visual sea alta; discontinuidad en la cubierta

vegetal resultado de actividades antrópicas; diversidad de especies media; accesibilidad visual alta, percepción a distancia y sin mayor restricción; visión media (1,000 a 4, 000 m); paisaje de importancia visual, pero habitual y común a otros de la región. En consideración a lo expuesto con anterioridad se obtiene como resultado para dicha unidad una capacidad de absorción y respuesta moderada frente a intervenciones antrópicas.

La Unidad de Paisaje N°2; esta unidad presenta fragilidad visual alta. La mayor parte de la superficie presenta pendientes mayores de 30%, con dominio del plano vertical de visualización, se consideran altamente frágiles por producirse mayor exposición de las acciones que en ella se puedan generar. La forma de las cuencas permite direccionalidad a la vista, las cuales se presentan de forma alargada, generalmente unidas en el flujo visual, por lo cual se considera un elemento frágil. La altura de la vegetación no es mayor a 10 metros de altura existiendo baja diversidad de estratos, lo cual permite que la fragilidad visual sea media. Como resultado a lo expuesto con anterioridad se obtiene como resultado para dicha unidad una capacidad de absorción y respuesta baja frente a intervenciones antrópicas.

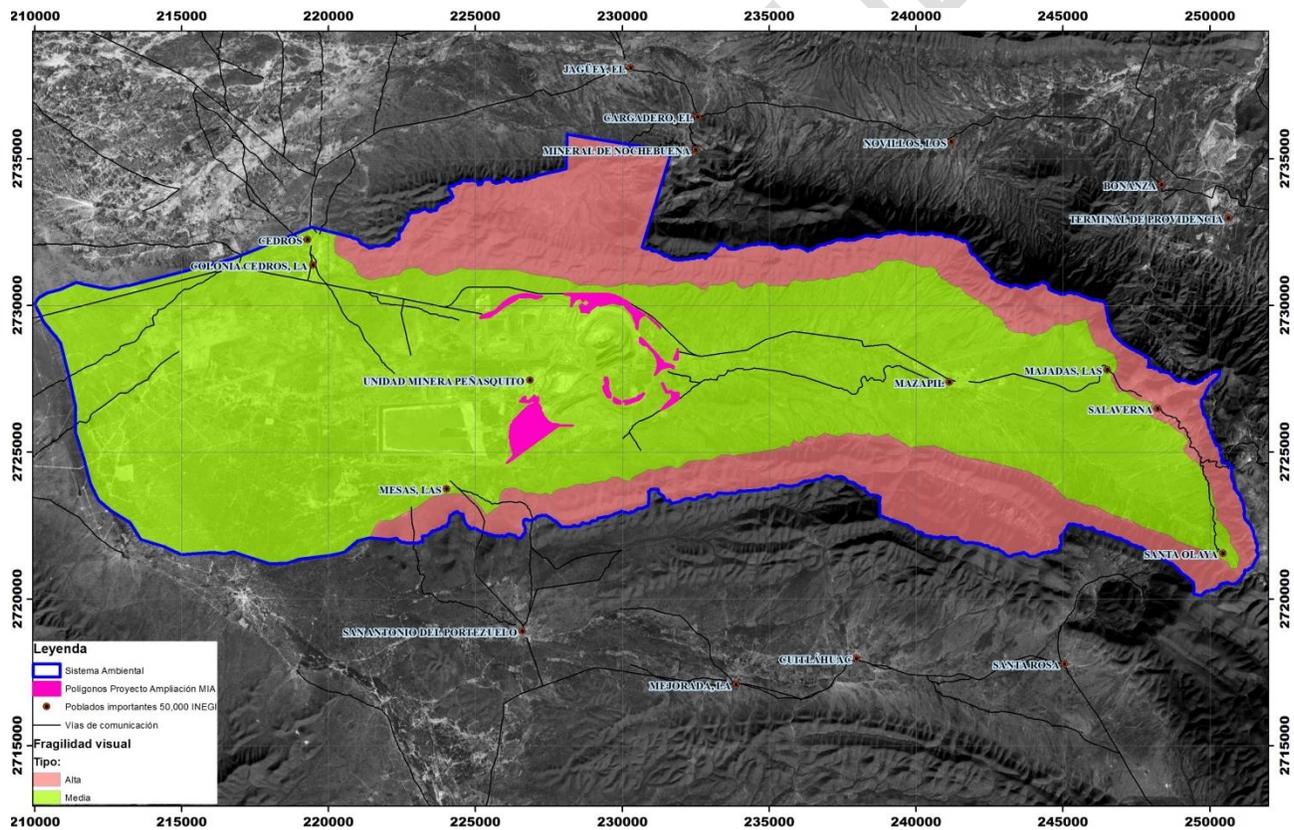


Figura 4.46. Fragilidad visual del paisaje en el SA

IV.2.4. Medio socioeconómico

El SA del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, se localiza al Norte del Estado de Zacatecas, dentro del territorio del municipio de Mazapil.

Dentro del Sistema Ambiental se encuentran las siguientes 13 localidades del municipio de Mazapil (De Este a Oeste): Santa Olaya, Salaverna, Las Majadas, El Zancudo, Mazapil, El Peñasquito, Los Charcos, Las Mesas, Palmas Grandes, El Trigo, El Tasajillal, La Colonia Cedros y Cedros.

A continuación, se presentan indicadores del medio socioeconómico para caracterizar este componente dentro del Sistema Ambiental, empleando para ello información oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, particularmente del Censo de Población y Vivienda 2010.

Población

La población total, población masculina y población femenina de las localidades que se encuentran dentro del SA se muestran a continuación en la Tabla 4.59.

Tabla 4.59. Población total, masculina y femenina de las localidades del SA (municipio de Mazapil)

Localidad	Clave localidad	Población Masculina	Población Femenina	Total
Mazapil	0001	406	388	794
Cedros	0017	534	479	1013
La Colonia Cedros	0020	*	*	7
Los Charcos	0024	45	48	93
Las Mesas (Mesas del Portezuelo)	0048	77	61	138
Palmas Grandes	0055	83	65	148
El Peñasquito (El Peñasco)	0060	37	38	75
Salaverna	0075	161	142	303
Santa Olaya	0097	27	20	47
Las Majadas	0124	9	9	18
El Zancudo	0136	*	*	7
Rancho del Tasajillal (Los Vergelitos)	0365	10	9	19
El Trigo	0400	17	4	21
Población Total		*	*	2,683

* Cifra no publicable por el principio de confidencialidad que marca la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica que señala que no es posible generar información para unidades geográficas que tienen menos de tres viviendas.

Densidad de Población

Para el 2010, INEGI reportó una densidad de población de 57.30 habitantes por kilómetro cuadrado a nivel nacional. Para el Estado de Zacatecas se reportan 9.80 habitantes por kilómetro cuadrado. En el municipio de Mazapil la densidad de población es 1.5 habitantes por kilómetro cuadrado.

Para el SA es posible calcular la Densidad de Población, ya que se tiene el número de habitantes por localidad, según la tabla anterior, y la extensión territorial del SA. Consecuentemente la Densidad de Población del SA es de 7.1 habitantes por kilómetro cuadrado.

Natalidad

De acuerdo a los registros más recientes de INEGI, en el año 2014 se reportaron 34,031 nacimientos para el estado de Zacatecas; mientras que para el municipio de Mazapil se reportaron 436 nacimientos, lo que representa el 12.81% del estado.

Mortalidad

En el caso de la mortalidad, para el año 2014 se registraron 8, 705 defunciones en el estado de Zacatecas mientras que para el municipio de Mazapil se registraron 106 defunciones, lo que representa el 1.21% del estado.

A continuación, se presentan datos socioeconómicos y financieros generados por el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), los Cálculos de la Oficina de Investigación en Desarrollo Humano y el Consejo Nacional de Población, para el municipio de Mazapil (Tabla 4.60). El analizar los valores para el municipio permite comparar la situación a nivel municipal con la situación de las localidades de interés.

Tabla 4.60. 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 describe de forma general los servicios,

infraestructura, educación, migración, en otros aspectos con los que cuenta el municipio de Mazapil.

Caminos y Carreteras.- El municipio cuenta con una longitud de red carretera de 937 km, sin embargo no se cuenta con una longitud de red carretera federal o de cuota, según el INEGI (2010).

Salud.- El municipio tiene una población derechohabiente a servicios de salud de 10,618 personas (INEGI, 2010). Las familias beneficiadas por el seguro popular para ese mismo año fueron 4,817.

Para el 2011 se registró que el municipio cuenta con personal médico integrado por 36 personas, así como 19 unidades médicas. Teniendo así una relación de casi 2 médicos por cada unidad médica.

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 anterior, fueron 3,963 viviendas con piso diferente de tierra, 2,358 viviendas con disponibilidad de agua de la red pública, 2,681 viviendas que disponen de drenaje de agua y, 4,071 que disponen de energía eléctrica.

Educación.- Para el año 2011, había 57 escuelas de preescolar con un personal docente de 72; 70 escuelas de primaria con un personal docente de 1137 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.

Además, para el 2010 se registró una población de 5 y más años con primaria de 7,629 personas; población de 18 y más años con nivel profesional de 205 personas y; el grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años fue de 6.2.

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. De igual manera, el Grado de intensidad migratoria es Bajo, tal como se muestra en la Figura 4.47.

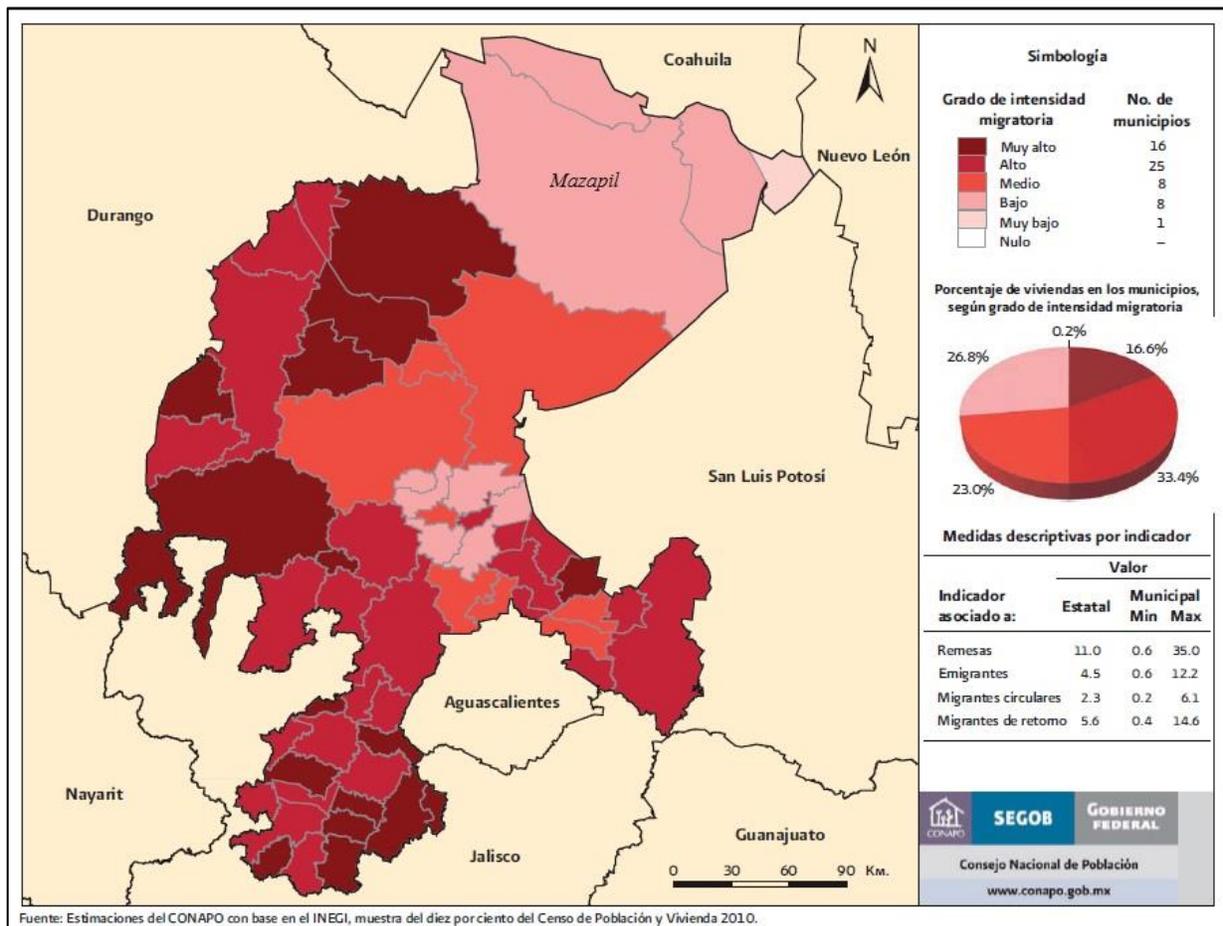


Figura 4.47. Grado de intensidad migratoria por municipio, CONAPO 2010.

Ahora bien, del total de 4,354 viviendas con las que cuenta el municipio de Mazapil según CONAPO (2010), se mencionan otros datos migratorios en la siguiente Tabla 4.61.

Tabla 4.61. Estadísticas migratorias para el Municipio de Mazapil

Municipio de Mazapil	
Total de viviendas	4,354
% viviendas que reciben remesas	3.10
% viviendas con emigrantes a Estados Unidos en el quinquenio anterior	1.65
% viviendas con migrantes circulares en del quinquenio anterior	0.28
% viviendas con migrantes de retorno del quinquenio anterior	1.29
Índice de intensidad migratoria	-0.7219
Índice de intensidad migratoria re-escalado de 0 a 100	1.0226
Grado de intensidad migratoria	Bajo
Lugar que ocupa en el contexto estatal	56
Lugar que ocupa en el contexto nacional	1,753

Energía eléctrica.- Con base en información del INEGI, para el 2011 se tuvo un volumen de ventas de energía eléctrica de 951,892 Megawatts-hora, teniendo a la vez un valor de las ventas de energía eléctrica de 1,153,786 (miles de pesos); siendo 5,371 los usuarios de energía eléctrica.

Factores socioculturales y económicos a nivel localidad: Educación, Vivienda y Derechohabiencia

Vivienda

La localidad de Mazapil, cabecera municipal, cuenta con 196 casas que son ocupadas por 794 personas con un promedio de 1.32 ocupantes por cuarto y 4.05 ocupantes por vivienda, 62.7% de las moradas contaban con drenaje aunque los inmuebles sin desagüe se concentraron en dirección norte y sur, 27.10% de las casas tenían agua entubada y 95.30% energía eléctrica; de las viviendas que contaban con techos de materiales sólidos sumaron 3433 lo que representa un 80%; emplazadas al norte el 60.3% de las casas disponían de paredes con materiales consistentes y al sur 39.6%; 6 (4.31%) viviendas tienen un solo cuarto, en resumen la cabecera da un margen similar en el comportamiento en sus localidades mayores de 500 habitantes.

Tabla 4.62. Disponibilidad de servicios en la localidad de Mazapil (cabecera municipal)

AÑO	Población Total		Agua Entubada		Drenaje		Energía Eléctrica		Con Piso de Tierra	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1990	500	100	121	100	88	72.7	114	94.2	29	23.9
1995	519	100	134	100	122	91	129	96.2	0	0.0
2000	548	100	139	100	131	94	130	93.5	6	4.3
2005	542	100	140	100	134	95	136	97.1	0	0.0
2010	794	100	794	100	478	62.5	726	95	58	7.1

Demografía

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010, en el año 2010 la localidad tenía 510 habitantes de 0 a 15 años, los residentes de 15 a 29 años sumaban 203 de manera que 84.1% sabían leer y escribir y 15.8% no sabían leer y escribir, esto significó que no había un marcado rezago educativo.

En el año 2010 en la localidad de Mazapil había una tasa de alfabetización del 97.9% en la población de 15 a 24 años, mientras que en la población de 25 años o más, la tasa era del 85.7%, es decir de cada 100 personas entre 15 y 24 años, el 98 saben leer y escribir un recado. Así mismo la asistencia escolar de niños ente 3 y 5 años es del 57.80%, de 6 a 11 es del 97.10%, de 12 a 14 es del 92.80% y de 15 a 24 años es del 24%, o sea de cada 100 personas entre 6 y 11 años, 97 asisten a la escuela.

De acuerdo a este censo, el índice de masculinidad es de 110, es decir por cada 110 hambres hay 100 mujeres, mientras que la edad media indica que la mitad de la población tiene 26 años o menos y su razón de dependencia por edad es de 67.0 es decir por cada

100 personas productivas (15 a 64 años) hay 67 en edad de dependencia (menores de 15 años o mayores de 64 años).

Las localidades más cercanas a la Unidad Minera Peñasquito son: Los Charcos, Las Mesas, Palmas Grandes, El Peñasquito y El Trigo. Estas se tomarán como las localidades de interés para conocer sus datos socioeconómicos particulares.

Con base en estimaciones del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2010) el cual a su vez se basa en los censos y conteos del INEGI, se analizaron los indicadores de marginación y rezago social presentados en la Tabla 4.63.

El grado de marginación en las localidades de interés presentan un grado “Alto”, con excepción de la localidad El Trigo que presenta un grado “Muy Alto”.

En el caso del grado de rezago social, el panorama muestra la carencia de algunos de los servicios básicos en la Localidad de El Trigo ya que presenta un grado “Muy Alto” de rezago social. LA localidad de Los Charcos presenta un grado “Medio”, mientras que las demás localidades tienen un grado de rezago social “Bajo”.

Tabla 4.63. Marginación y rezago social de las localidades cercanas a la UMP

Grados de marginación y rezago social	Localidad				
	Los Charcos	Las Mesas	Palmas Grandes	El Peñasquito	El Trigo
Grado de marginación	Alto	Alto	Alto	Alto	Muy Alto
Grado de rezago social	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Muy Alto
Indicadores de marginación y rezago social					
Porcentaje de población analfabeta de 15 años o más	8,33	6,86	13,33	26	16,67
Porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	37,5	14,29	5,56	0	14,29
Porcentaje de población de 15 años y más con educación básica incompleta	75	53,92	63,81	80	83,33
Porcentaje de población sin derecho-habibilidad a servicios de salud	64,52	36,96	49,32	44	66,67
Viviendas particulares habitadas	19	35	31	13	3
Porcentaje viviendas con piso de tierra	5,26	22,86	16,129	0	66,67
Porcentaje viviendas que no disponen de excusado o sanitario	42,11	31,43	25,81	0	100
Porcentaje viviendas que no disponen de agua entubada a red pública	36,84	22,86	93,55	100	100
Porcentaje viviendas que no disponen de drenaje	63,16	40	19,35	0	100
Porcentaje viviendas que no disponen de energía eléctrica	5,26	5,71	9,68	0	100

Grados de marginación y rezago social	Localidad				
	Los Charcos	Las Mesas	Palmas Grandes	El Peñasquito	El Trigo
Porcentaje viviendas que no disponen de lavadora	26,32	17,14	25,81	23,08	100
Porcentaje viviendas que no disponen de refrigerador	42,11	20	32,26	23,08	100

IV.2.5. Diagnóstico ambiental

La descripción de los componentes ambientales en el sitio del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, presentada a lo largo de este capítulo y en los respectivos anexos, es una recopilación de la información obtenida y la generada en el sitio, con la que se ofrece una caracterización preoperacional del área donde se establecerá el proyecto, y que además funge como base para la identificación de los impactos potenciales (Capítulo V), y para el establecimiento de medidas de prevención y mitigación (Capítulo VI).

El Diagnóstico Ambiental (DA) aquí presentado, es un complemento de esa caracterización del medio biótico y abiótico dentro del Sistema Ambiental (SA), delimitado para el estudio y evaluación de impactos derivados de la ejecución del Proyecto; a través del cual, además, se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto.

El objetivo que pretende el DA es plasmar tanto de forma descriptiva como en imágenes y planos georreferenciados el grado de calidad estimado que guardan actualmente los componentes ambientales con los que interactuará el proyecto, de acuerdo a los criterios profesionales del equipo de especialistas involucrados en el estudio de la zona. Esta información posteriormente permitirá generar un modelo predictivo del escenario futuro, una vez que se apliquen las medidas de prevención y mitigación propuestas a los impactos ambientales identificados.

IV.2.5.1 Inventario Ambiental

A fin de demarcar el panorama ambiental, se presenta la siguiente síntesis (Tabla 4.64) con las principales características de los componentes ambientales descritos en este mismo capítulo IV, acotados al área de estudio que abarca los sitios donde se pretende desarrollar el proyecto.

Tabla 4.64. Síntesis de los principales componentes ambientales

Componente Ambiental	Estado Actual
Atmosfera	<p>El SA presenta 4 tipos de climas, que según el sistema de clasificación de Köppen, modificado por E. García, son: BS1kw, BS₀hw, BW_{hw} y C(E)x'. De entre ellos predominan los climas secos, aunque en las partes altas del Sureste del SA se identifica un tipo de clima templado. De acuerdo con los metadatos del INEGI, la totalidad de los polígonos del Proyecto se localizan en una zona cuyo clima es BS1kw, mismo que predomina en la superficie del predio y del SA; este clima es del tipo seco estepario (el menos seco de los secos) con temperatura media anual de 12° a 18 °C; del mes más frío entre -3° y 18 °C; del mes más cálido > 18 °C; precipitaciones en verano y entre 5% y 10.2% de lluvia en invierno respecto al total anual. De acuerdo a los modelos generados con las Normales Climatológicas, en el área del Proyecto la temperatura promedio anual es de 16.1 a 17 °C, la mínima es de 9.1 a 10 °C, la máxima es de 24.1 a 25 °C. A su vez, la precipitación media anual es de 351 a 400 mm.</p> <p>El SA se localiza en la zona eólica B, con vientos de 130 a 160 km/hr (CFE).</p> <p>De acuerdo a CENAPRED, hay un grado alto de peligro respecto a los riesgos hidrometeorológicos de heladas (mayor a 120 días por año), bajas temperaturas y ondas cálidas; mientras que declara riesgo medio por sequías, tormentas eléctricas y tormentas con granizo.</p> <p>El SA del Proyecto presenta en la mayor parte de su superficie vegetación de matorral xerófilo con una cobertura abierta y dispersa, dicha vegetación tiene una estructura capaz de retener eficientemente la emisión de polvos generados por factores como el tránsito vehicular en los caminos de terracería, la operación de maquinaria pesada, las actividades mineras, forestales y ganaderas, por lo que, la capacidad potencial para capturar partículas suspendidas en relación a la cobertura vegetal es baja a moderada.</p> <p>Las fuentes generadoras de ruido en el SA corresponden a las actividades típicas de una zona rural de poca intensidad sonora, actividades mineras en la parte Céntrica y con dirección al Oeste del SA, tránsito de vehículos, camiones y maquinaria, además de ruido natural ocasionado por ráfagas viento.</p>
Geología y Geomorfología	<p>El SA se ubica en la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental. La superficie del SA se encuentra sobre una zona constituida por rocas ígneas extrusivas básicas y ácidas, caliza, caliza-lutita, conglomerados y depósitos aluviales. Las rocas que se presentan en el SA pertenecen del periodo del jurásico, cretácico, terciario y al cuaternario, en este último periodo se encuentran los depósitos aluviales</p> <p>De acuerdo al modelo de geoformas, las formas que se presenta en el SA corresponden a cañadas, cumbres y planicie o valle, esta última se presenta en el 85% de la superficie del éste. El rango de elevación que se presentan varían desde la cota 1,640 hasta los 3,160 m.s.n.m., siendo la diferencia altitudinal de 1,520 metros. La parte Noreste del SA en "Sierra El Mascarón" y la parte Sureste la "Sierra Las Bocas" es donde se presentan los sitios con mayor altitud, mientras en la parte centro y Noroeste del SA se encuentran las menores altitudes. En gran parte del SA dominan pendientes que van de los 0 a los 10°.</p> <p>El SA se encuentra ubicado dentro de la zona A que es una zona asísmica, donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años</p>

Componente Ambiental	Estado Actual
	<p>y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.</p> <p>Hacia la parte Norte del SA, se encuentra una falla con dirección E–O siguiendo la línea de la sierra El Mascarón, la cual invade el SA por su límite Norte. Al Sur del SA se encuentra otra falla con la misma dirección siguiendo la línea de la sierra Las Bocas, que coincide con el límite Sur del SA.</p>
Suelos	<p>Los tipos de suelos que se encuentran en el Sistema Ambiental son, Calcisoles 14,174.55 ha (39.04%), Leptosoles 9,344.98 ha (25.74%) y Phaeozems 13,041.89 ha (64.62%) distribuidos en dicha superficie.</p> <p>Entre los principales tipos de degradación del suelo se encuentran la erosión hídrica con pérdida del suelo superficial, erosión hídrica con deformación del terreno, erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento, degradación química por declinación de la fertilidad y reproducción del contenido de materia orgánica, siendo las principales causas que la originan las actividades agrícolas, deforestación y remoción de la vegetación.</p> <p>En 7,949.4567 ha (21.89%) de la superficie del SA se presenta sin erosión evidente. Por otro lado, la forma dominante de erosión hídrica que se presenta en el SA es laminar con un grado de erosión ligera ubicándose en 15,197.48 ha (45.85 %). La erosión que se presenta actualmente en la superficie solicitada a CUSTF de acuerdo a la aplicación de la ecuación universal de pérdida de suelo es del 2.33 ton/ha/año.</p>
Hidrología superficial	<p>El SA se encuentra ubicado en la Región Hidrológica Administrativa VII, denominada Cuencas Centrales del Norte. Además, se ubica dentro de la Región Hidrológica Número 36 Nazas - Aguanaval, y dentro de la misma se encuentra la cuenca RH36E “L. de Mayrán y Viesca”, específicamente dentro de la subcuenca RH36Ea “L. de Viesca”.</p> <p>Debido a su topografía, el SA presenta numerosas escorrentías de agua intermitentes que forman la red de drenaje natural de las nanocuenas; no obstante, prevalece la ausencia de cuerpos de agua importantes. En el SA se presenta un arroyo principal de carácter intermitente, denominado “Arroyo Grande”, el cual nace por un conjunto de escurrimientos dendríticos en la parte aguas de la sierra El Mascarón y Las Bocas. El escurrimiento hídrico de las Sierras Altas ocurre en la estación húmeda, cuando el líquido desciende al valle donde confluye con dirección al Oeste hasta salir del SA.</p>
Hidrogeología	<p>Al SA se encuentra ubicado dentro del acuífero Cedros, que tiene designada la clave 3218 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA.</p> <p>En el Sistema Ambiental se encuentra en mayor proporción el material no consolidado con rendimiento alto mayor a 40 litros por segundo (lps), seguido de material consolidado con posibilidades bajas, materia no consolidada con posibilidades bajas y material no consolidado con posibilidades medias.</p> <p>La permeabilidad en gran superficie del SA se considera media a alta (localizada), esto ya que es un área de depósitos fluvio-aluviales. La sección oriental del SA la permeabilidad es alta (localizada), esto se debe a la existencia de rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas (calizas), que permiten mayor permeabilidad.</p>
Vegetación	<p>En la clasificación de los usos de suelo y vegetación en el SA conforme a las observaciones de campo corresponde a Matorral Desértico Rosetófilo, Matorral Desértico Micrófilo, Matorral de Coníferas, Bosque de Pino, Sin vegetación aparente, Agricultura temporal, Área urbana, área Industrial, Actividades industriales, Actividades mineras,</p>

Componente Ambiental	Estado Actual
	<p>Oficinas e infraestructura de apoyo, Caminos no pavimentados, Caminos pavimentados y cuerpos de agua.</p> <p>Para la caracterización de la vegetación se realizó un inventario de 40 sitios de muestreo distribuidos en todo el sistema ambiental, se documentaron 120 especies pertenecientes a 38 familias. Las familias con el mayor número de especies fueron: CACTACEAE (26 spp.), ASTERACEAE (17 spp.), FABACEAE (con 9 spp.) y ASPARAGACEAE (7 spp.).</p> <p>En el SA y AI se localizan especies en algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en total se localizaron 8 especies dentro del SA y 5 de estas están presentes en el AI. A continuación se presenta las especies localizadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ariocarpus retusus</i> • <i>Coryphantha delicata</i> • <i>Echinocactus platyacanthus</i> • <i>Ferocactus hamatacanthus</i> • <i>Ferocactus pilosus</i> • <i>Lophophora williamsii</i> • <i>Pinus pinceana</i> • <i>Pinus johannis</i>
Fauna	<p>Durante el muestreo de fauna se registraron un total de 73 especies pertenecientes para 3 grupos zoológicos (reptiles, aves y mamíferos). Cabe destacar que no se realizó ningún avistamiento de alguna de las especies pertenecientes al grupo de los anfibios.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para el grupo de los reptiles se registraron 10 especies pertenecientes a 4 familias y éstas a su vez en un solo orden que se divide en dos subórdenes (Lacertilia y Serpentes). - En lo que respecta al grupo de las aves se documentaron un total de 51 especies, repartidas en 25 familias, y estas a su vez contenidas en 9 órdenes. - Por último, se logró el registro de 12 especies de mamíferos, estas 12 especies se encuentran en 7 familias y repartidas en 4 órdenes. <p>Durante dicho muestreo, se registraron 5 especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059, tal como se muestra a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Sceloporus grammicus</i> (Lagartija escamosa de mezquite)/ Sujeta a Protección especial - <i>Crotalus scutulatus</i> (Víbora de cascabel del Altiplano)/ Sujeta a Protección especial - <i>Crotalus molossus</i> (Víbora cascabel cola negra)/ Sujeta a Protección especial - <i>Coluber flagellum</i> (Culebra chirrionera)/ Amenazada - <i>Pituophis deppei</i> (Alicante)/ Amenazada <p>Para el grupo de las aves no se registraron especies con alguna categoría de protección dentro de la NOM-059, en el Sistema Ambiental.</p> <p>Por último, se logró el registro de un mamífero enlistado dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, que corresponde al Tlalcoyote (<i>Taxidea taxus</i>), bajo una categoría de riesgo "Amenzada".</p>
Paisaje	<p>Para tener una mejor perspectiva de la calidad y fragilidad visual del paisaje en el Sistema Ambiental se ha considerado la delimitación de unidades de paisaje, en dicha delimitación se contempla vagamente la homogeneidad del territorio puesto que se toma como elemento principal de división de unidades de paisaje las acciones antrópicas, por</p>

Componente Ambiental	Estado Actual
	<p>esta razón se ha considerado la partición del SA en dos unidades paisajistas, una de ellas abarca todas las acciones antrópicas perceptibles que existen en el SA (unidad N° 1), mientras que la otra unidad se encuentra libre de acciones antrópicas (unidad N° 2).</p> <p>Unidad N° 1 (con acciones antrópicas): Se presenta calidad visual media, los elementos que le resta calidad visual al paisaje son; acciones antrópicas que modifican y no añaden calidad visual al escenario paisajista que se presenta, como lo son las actividades de agricultura, pastoreo, caminos, entre otros. Esta unidad presenta fragilidad visual media, en consideración al análisis realizado se obtiene como resultado para dicha unidad una capacidad de absorción y respuesta moderada frente a intervenciones antrópicas.</p> <p>Unidad N° 2 (libre de acciones antrópicas): Esta unidad presenta calidad visual alta, donde los elementos valorados poseen alta calidad por la variedad en la forma, color y línea. Esta unidad presenta fragilidad visual alta. La mayor parte de la superficie presenta pendientes mayores de 30%, con dominio del plano vertical de visualización, se consideran altamente frágiles por producirse mayor exposición de las acciones que en ella se puedan generar. En consideración al análisis realizado se obtiene como resultado para dicha unidad una capacidad de absorción y respuesta baja frente a intervenciones antrópicas.</p>
Socioeconómico y Cultural	<p>El SA del proyecto, se localiza al Norte del Estado de Zacatecas, dentro del territorio del municipio de Mazapil.</p> <p>Dentro del Sistema Ambiental se encuentran 13 localidades del municipio de Mazapil, las cuales son (de Este a Oeste): Santa Olaya, Salaverna, Las Majadas, El Zancudo, Mazapil, El Peñasquito, Los Charcos, Las Mesas, Palmas Grandes, El Trigo, El Tasajillal, La Colonia Cedros y Cedros.</p> <p>La población total que se presenta en el SA (año 2010) es de 2,683 personas, la densidad de población es de 7.1 habitantes por kilómetro cuadrado.</p> <p>En el año 2014 se reportaron 34,031 nacimientos para el estado de Zacatecas; mientras que para el municipio de Mazapil se reportaron 436 nacimientos, lo que representa el 12.81% del estado.</p> <p>Para el año 2014 se registraron 8, 705 defunciones en el estado de Zacatecas mientras que para el municipio de Mazapil se registraron 106 defunciones, lo que representa el 1.21% del estado.</p> <p>El grado de intensidad migratoria que se presenta en el municipio de Mazapil es bajo.</p> <p>El total de viviendas que se encuentran en el municipio es de 4,354.</p> <p>La localidad de Mazapil, cabecera municipal del municipio, cuenta con 196 casas que son ocupadas por 794 personas con un promedio de 1.32 ocupantes por cuarto y 4.05 ocupantes por vivienda, 62.7% de las moradas contaban con drenaje aunque los inmuebles sin desagüe se concentraron en dirección norte y sur, 27.10% de las casas tenían agua entubada y 95.30% energía eléctrica; de las viviendas que contaban con techos de materiales sólidos sumaron 3433 lo que representa un 80%; emplazadas al norte el 60.3% de las casas disponían de paredes con materiales consistentes y al sur 39.6%; 6 (4.31%) viviendas tienen un solo cuarto, en resumen la cabecera da un margen similar en el comportamiento en sus localidades mayores de 500 habitantes.</p> <p>En el año 2010 en la localidad de Mazapil había una tasa de alfabetización del 97.9% en la población de 15 a 24 años, mientras que en la población de 25 años o más, la tasa era del 85.7%, es decir de cada 100 personas entre 15 y 24 años, el 98 saben leer y escribir un recado. Así mismo la asistencia escolar de niños ente 3 y 5 años es del 57.80%, de 6 a 11 es del 97.10%, de 12 a 14 es del 92.80% y de 15 a 24 años es del 24%, o sea de cada 100 personas entre 6 y 11 años, 97 asisten a la escuela (todos los datos anteriores son en consideración a INEGI, del censo de población y vivienda del 2010).</p>

IV.2.5.2 Metodología para la elaboración del Diagnóstico Ambiental (DA)

Con este contexto, el DA se desarrolló mediante la aplicación de criterios ambientales a la información geográfica de los componentes presentes, de manera que se valorará la importancia de los recursos bióticos y abióticos.

La valoración de los componentes ambientales Atmósfera, Suelos, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje-Geomorfología y Socioeconomía y Cultura, comenzó con una ponderación global de cada uno respecto a su influencia dentro de la dinámica local, de forma que a cada componente se le asignó su propio peso con base a la metodología de Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés –*Analytic Hierarchy Process*).

El AHP, es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década del 70 por Thomas L. Saaty (Saaty, 1994; Saaty & Vargas, 1994; Bhushan & Rai, 2004). A grandes rasgos, la metodología emplea matrices cuadradas de comparación por pares, para evaluar la importancia de un componente sobre otro en consideración de un criterio a la vez. Los componentes ambientales comparados por pares son: Atmósfera, Suelos, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje-Geomorfología y Socioeconomía y Cultura. Los criterios con base en los cuales se evalúa la importancia de cada componente son los siguientes:

- c) Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- d) Complejidad: compuesto de elementos diversos
- e) Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
- f) Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- g) Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- h) Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- i) Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- j) Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural

Así, por ejemplo, mediante la matriz de comparación por pares correspondiente al criterio de Fragilidad, se evaluó mediante una escala preestablecida (del 1 al 9, donde el 1 significa que ambos componentes son iguales o indiferentes entre sí, y 9 que al comparar un componente con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo), que el Suelo es mucho más frágil (valor: 7) que la Atmósfera, pero solo ligeramente más frágil (valor: 3) que la Vegetación a nivel del Sistema Ambiental. Este tipo de comparaciones se repite entre todos los componentes para el mismo criterio, antes de realizar las comparaciones respecto a los otros criterios.

La explicación con más detalles sobre los pasos que se siguen en la metodología de AHP, así como la memoria de cálculo y los resultados del análisis multicriterio, se presentan en el Anexo 4.24.

Una de las principales ventajas de usar este método de comparaciones pareadas es que sólo se consideran dos criterios a la vez. No obstante, si se comparan muchos criterios, el método resulta muy largo. En este caso, con los 8 criterios de evaluación considerados, se requieren 28 comparaciones pareadas (matrices). A fin de facilitar el procesamiento de la información, se ha realizado el análisis en un software de uso libre denominado “*PriEsT – A Priority Estimation Tool*” (Siraj, 2013), basado completamente en el Proceso Analítico Jerárquico.

Conforme a los resultados que arrojó el *PriEsT* una vez ejecutados todos los pasos de la metodología del AHP, se ha determinado un peso específico para cada uno de los componentes que conforman el Sistema Ambiental del Proyecto, lo que representa su nivel de relevancia a la dinámica local del ecosistema respecto a los demás componentes. La ponderación de los componentes ambientales es la que se presenta en la Tabla 4.65.

Tabla 4.65. Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SA

No.	Componente	Peso Ponderado
1	Atmósfera	7%
2	Suelos	17%
3	Hidrología	8%
4	Vegetación	27%
5	Fauna	19%
6	Paisaje y Geoformas	14%
7	Socioeconómico y cultural	8%

Gráficamente, la ponderación de cada componente dentro del Sistema Ambiental se muestra en la siguiente figura.

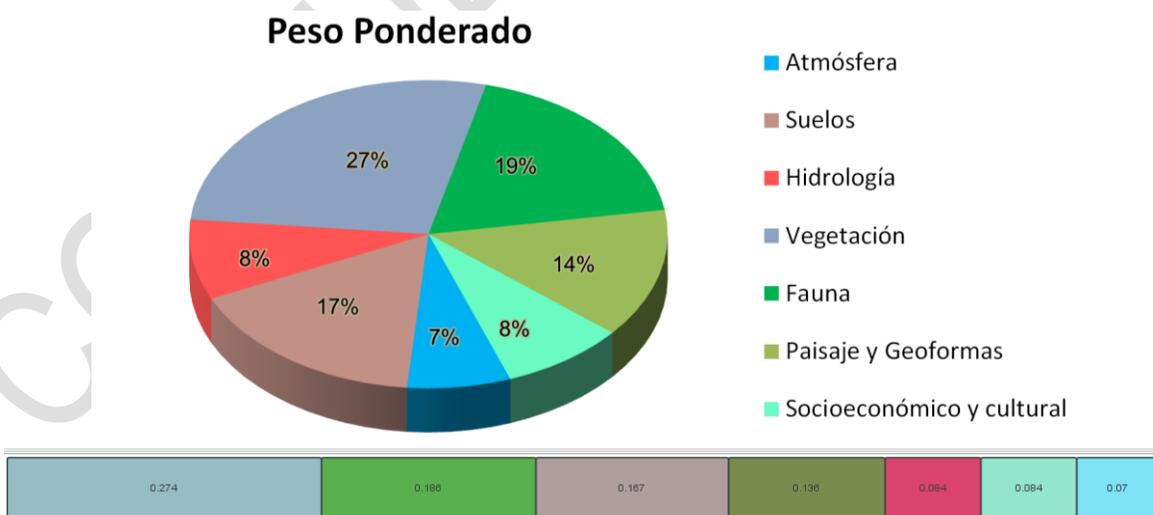


Figura 4.48. Pesos ponderados para cada componente ambiental en el SA

Los componentes vegetación, fauna y suelos son los que representan mayor importancia en el ambiente en consideración de su extensión, complejidad,

representatividad, diversidad, estabilidad, fragilidad, interés ecológico e interés histórico-cultural (criterios considerados para la ponderación). Le sigue el paisaje y geomorfología, hidrología, medio socioeconómico y cultural, y atmósfera en la jerarquización de los componentes. Como se mencionó previamente, esta información se considera de utilidad para la segunda etapa en el proceso de elaboración del Diagnóstico Ambiental, y es retomada también para la asignación de Unidades de Importancia Ambiental (UIP), durante la evaluación de los impactos ambientales generados por el Proyecto, y en el pronóstico ambiental modelado, con los escenarios futuros.

Habiendo asignado un peso ponderado para los componentes ambientales, el siguiente paso consistió en generar un listado de nuevos criterios integrados por diversos factores que influyen directamente sobre la calidad del componente. Estos nuevos criterios fueron elegidos por el equipo de profesionistas que participa en la elaboración de la MIA, y su principal característica es que los factores que los integran son identificables y ubicables en los planos cartográficos, modelos generados para el SA, y/o en las imágenes satelitales cargadas en el Sistema de Información Geográfica del Proyecto. De esta manera, cada criterio constituye una capa (shape) que será procesada en el SIG para la definición de los rangos de calidad ambiental estimados.

Una vez definida la lista de criterios y factores a considerar, se repartió el valor del peso ponderado de cada componente entre los criterios que lo integran, de acuerdo al nivel de influencia que tiene el criterio sobre la calidad del componente. Posteriormente, el equipo de trabajo evaluó y designó un valor para cada factor, denominado "Valor de Importancia", en una escala de 0 a n , siendo n el valor del criterio correspondiente, y que además representa el mayor aporte al estado de calidad del componente, respecto al criterio evaluado; mientras que 0 equivale a un nulo aporte al estado de calidad.

A fin de darle una proporcionalidad adecuada a los factores, se multiplicó el Valor de Importancia de cada uno de los factores por el valor del criterio que lo contiene. Al producto de esta operación se la ha denominado "Valor Ponderado". A continuación, en la aplicación de ArcMap del software ArcGIS, se asignaron los valores ponderados de los factores al vector(es) que los representa digital y geográficamente, por componente ambiental.

Para la obtención del Diagnóstico Individual de cada uno de los componentes, todos los shape que lo conforman fueron sobrepuestos y transformados en operaciones matemáticas (sumatorias) de los Grids (matrices representativas de píxel a 5 metros) en el SIG, resultando diversos valores que fueron clasificados en 5 rangos asociados a una etiqueta lingüística que describe el estado de calidad estimado del componente dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, los cuales van desde un rango bajo a un rango alto, pasando por valores intermedios (medio bajo, medio y medio alto). En otras palabras, el rango de calidad para la clasificación del área por componente, resulta de la sumatoria del valor de las cualidades esperadas, o por el contrario, la carencia de las mismas, correspondientes a los factores considerados.

Los Criterios y Factores empleados, así como Valores de Importancia y los Valores Ponderados evaluados, se presenta en la siguiente Tabla 4.66.

Tabla 4.66. Criterios y factores indicativos para el análisis de cada componente ambiental

Componente	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado
Atmósfera 7	Actividades humanas que generan emisiones 4	Zonas conservadas	4.00	16.00
		Zonas moderadamente conservadas	2.50	10.00
		Zonas degradadas	1.00	4.00
		Caminos pavimentados	2.00	8.00
		Localidades urbanas y rurales	1.50	6.00
		Agostaderos y parcelas	0.50	2.00
		Oficinas e infraestructura de apoyo UMP	0.50	2.00
		Actividades industriales	0.25	1.00
		Actividades mineras	0.00	0.00
		Caminos no pavimentados	0.00	0.00
	Áreas con potencial para captura de polvos fugitivos 1.5	Bosque de pino	1.50	2.25
		Matorral de coníferas	1.20	1.80
		Matorral xerófilo con cobertura cerrada	1.20	1.80
		Matorral xerófilo con cobertura abierta	0.75	1.13
		Matorral xerófilo con cobertura dispersa	0.25	0.38
		Zonas agrícolas	0.10	0.15
		Suelos sin vegetación aparente	0.00	0.00
	Ruido 1.5	Localidades urbanas y rurales	0.25	0.38
		Áreas con ruido natural	1.50	2.25
		Áreas con generación de ruido artificial esporádico moderado	1.00	1.50
Áreas con generación de ruido artificial esporádico alto		0.50	0.75	
Áreas con generación de ruido artificial constante moderado		0.50	0.75	
Suelo 17	Actividades humanas 7	Áreas con generación de ruido artificial constante alto	0.10	0.15
		Zonas conservadas	7.00	49.00
		Zonas moderadamente conservadas	5.00	35.00
		Zonas degradadas	2.50	17.50
		Agostaderos y parcelas	4.00	28.00
		Localidades urbanas y rurales	1.50	10.50
		Oficinas e infraestructura de apoyo UMP	1.50	10.50
		Caminos no pavimentados	1.50	10.50
Caminos pavimentados	0.00	0.00		

Componente	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado			
		Actividades industriales	0.00	0.00			
		Actividades mineras	0.00	0.00			
	Erosión actual del suelo	7	Muy baja	7.00	49.00		
			Baja	5.00	35.00		
			Media	3.50	24.50		
			Alta	1.50	10.50		
			Muy alta	0.50	3.50		
	Grados de erosión	1.5	Leve	1.50	2.25		
			Moderado	0.75	1.13		
			Fuerte	0.00	0.00		
	Tipo de degradación del suelo	1.5	Sin degradación aparente	1.50	2.25		
			Erosión eólica con pérdida del suelo superficial	0.30	0.45		
			Degradación química (pérdida de fertilidad y de materia orgánica)	0.15	0.23		
			Degradación química (por contaminación del suelo)	0.15	0.23		
			Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	0.15	0.23		
Erosión hídrica con deformación del terreno			0.10	0.15			
Hidrología	8	Superficial	3	Corrientes perenes	3.00	9.00	
				Cuerpos de agua lénticos	3.00	9.00	
				Corrientes intermitentes	2.50	7.50	
	(Recarga 1) Zonas con potencial de infiltración en función del material	1			Material NO consolidado con rendimiento alto > 40 lps	1.00	1.00
					Material NO consolidado con posibilidades medias	0.75	0.75
					Material NO consolidado con posibilidades bajas	0.50	0.50
					Material Consolidado con posibilidades bajas	0.25	0.25
	(Recarga 2) Zonas con potencial de infiltración en función de las pendientes	1			0° - 5°	1.00	1.00
					6° - 10°	0.80	0.80
					11° - 15°	0.60	0.60
					15° - 30°	0.40	0.40
					31° - 44°	0.20	0.20
					> 45°	0.50	0.50
	(Recarga 3) Áreas de captación de nanocuencas	1			3101 a 3550 ha	1.00	1.00
					2651 a 3100 ha	0.90	0.90
2201 a 2650 ha					0.80	0.80	
1751 a 2200 ha					0.70	0.70	
1301 a 1750 ha					0.55	0.55	

Componente	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado	
	Calidad del agua por influencia directa o indirecta (antrópica) en la nanocuencas	851 a 1300 ha	0.40	0.40	
		400 a 850 ha	0.25	0.25	
		Sin influencia antrópica (conservado)	2.00	4.00	
		Sin influencia antrópica (degradado)	1.20	2.40	
		Con influencia antrópica (controlado)	1.50	3.00	
		Con influencia antrópica (no controlado)	0.30	0.60	
Vegetación 27	Actividades humanas	Zonas conservadas	17.00	289.00	
		Zonas moderadamente conservadas	9.00	153.00	
		Zonas degradadas	5.00	85.00	
		Caminos pavimentados	0.00	0.00	
		Localidades urbanas y rurales	0.00	0.00	
		Agostaderos y parcelas	2.00	34.00	
		Oficinas e infraestructura de apoyo UMP	1.00	17.00	
		Actividades industriales	0.00	0.00	
		Actividades mineras	0.00	0.00	
		Caminos no pavimentados	0.50	8.50	
	Tipos de vegetación valorada por su capacidad de regeneración	Matorral Desértico Rosetófilo	6.15	61.50	
		Matorral Desértico Micrófilo	6.50	65.00	
		Bosque de Pino	5.95	59.50	
		Matorral de coníferas	6.30	63.00	
		Agricultura temporal	0.00	0.00	
		Suelo sin vegetación aparente	0.00	0.00	
	Fauna 19	Influencia de zonas de ahuyentamiento	Áreas de importancia para la conservación de la fauna	11.00	121.00
			Zonas conservadas	11.00	121.00
			Zonas moderadamente conservadas	8.00	88.00
Zonas degradadas			4.00	44.00	
Agostaderos y parcelas			4.00	44.00	
Caminos no pavimentados			3.50	38.50	
Localidades urbanas y rurales			3.00	33.00	
Oficinas e infraestructura de apoyo UMP			2.00	22.00	
Caminos pavimentados			1.00	11.00	
Actividades industriales			0.50	5.50	
Actividades mineras		0.00	0.00		
Zonas aptas para el establecimiento de hábitats		Bosque de Pino	10.00	80.00	
		Matorral de coníferas	9.00	72.00	
	Matorral Desértico Rosetófilo	8.50	68.00		

Componente	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado
	8	Matorral Desértico Micrófilo	8.50	68.00
		Suelo sin vegetación aparente	1.00	8.00
		Corrientes de agua perenes	8.00	64.00
		Cuerpos de agua lénticos	8.00	64.00
		Corrientes de agua intermitentes	4.00	32.00
Paisaje y Geoformas 14	Calidad visual del paisaje 3.5	Alta	3.50	12.25
		Media	1.75	6.13
		Baja	0.30	1.05
	Fragilidad visual del paisaje 3.5	Alta	3.50	12.25
		Media	1.75	6.13
		Baja	0.30	1.05
	Modelo de Topoformas valoradas por su grado de influencia al entorno 2	Cañadas	2.00	4.00
		Pendiente baja	1.50	3.00
		Planicie	2.00	4.00
		Pendiente media	1.00	2.00
		Pendiente alta	0.75	1.50
		Cumbre	0.75	1.50
	Actividades y usos de suelo que han transformado el paisaje natural 4	Zonas conservadas	4.00	16.00
		Zonas moderadamente conservadas	2.00	8.00
		Zonas degradadas	0.50	2.00
		Camino pavimentados	0.25	1.00
		Localidades urbanas y rurales	0.35	1.40
		Agostaderos y parcelas	0.25	1.00
		Oficinas e infraestructura de apoyo UMP	0.20	0.80
		Actividades industriales	0.00	0.00
		Actividades mineras	0.00	0.00
		Camino no pavimentados	0.50	2.00
	Modelo de Rumbos de Pendientes 1	N	1.00	1.00
NE y NO		0.75	0.75	
E y O		0.55	0.55	
Plano		0.60	0.60	
S		0.25	0.25	
SE y SO		0.30	0.30	
Socioeconómico y Cultural 8	Actividades humanas 5	Localidades urbanas y rurales	5.00	25.00
		Actividades mineras	4.50	22.50
		Actividades industriales	4.50	22.50

Componente	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado	
		Oficinas e infraestructura de apoyo UMP	3.00	15.00	
		Caminos pavimentados	5.00	25.00	
		Agostaderos y parcelas	4.00	20.00	
		Caminos no pavimentados	3.00	15.00	
		Zonas conservadas	3.00	15.00	
		Zonas moderadamente conservadas	1.00	5.00	
		Zonas degradadas	0.00	0.00	
	Servicios e infraestructura	3	Disponibilidad de servicios	3.00	9.00
			Zonas conservadas	2.50	7.50
			Zonas moderadamente conservadas	2.00	6.00
			Caminos	3.00	9.00

Una vez generados los Diagnósticos Individuales de todos los componentes, se les asignó a cada uno en el SIG su correspondiente peso ponderado, relativo a su relevancia dentro del SA; y en seguida se integraron todos en un solo modelo, que se realizó sobreponiendo los shapes de los Diagnósticos Individuales, haciendo luego una sumatoria con los Grids y clasificando los valores resultantes en cinco rangos equidistantes, generando así el Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I) del SA del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras.

Con la finalidad de resumir y esquematizar la metodología empleada para la elaboración del DA-I, en la Figura 4.49 se presenta el procedimiento seguido que dio origen a los Diagnósticos Individuales de los 7 componentes ambientales y finalmente al Diagnóstico Ambiental Integrado.

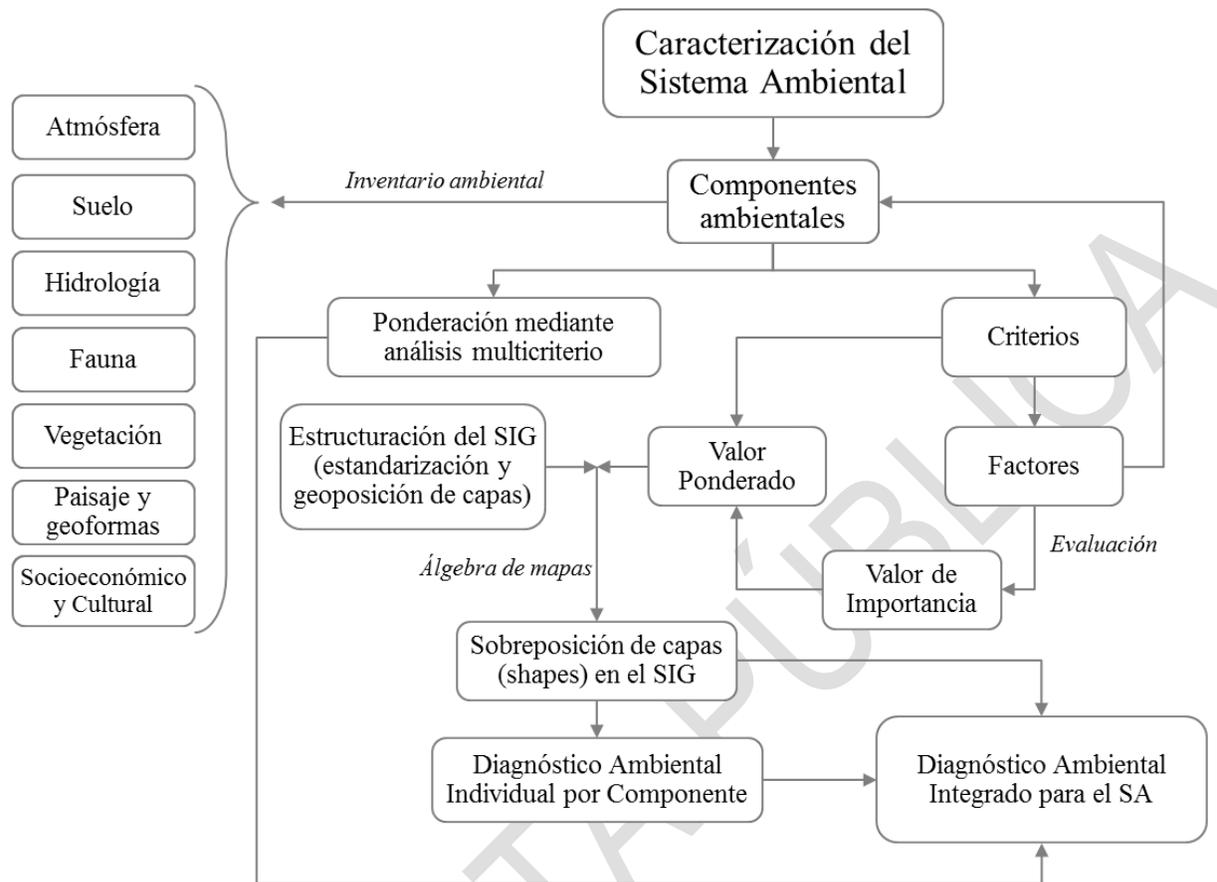


Figura 4.49. Procedimiento para la generación del Diagnóstico Ambiental Integrado

IV.2.5.3 Diagnóstico Ambiental Integrado

En consideración al análisis e integración de los componentes valorados, se obtiene como resultado final la calidad ambiental que se presenta en el Sistema Ambiental, lo que queda representado en el modelo del Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I) mostrado en la Figura 4.50.

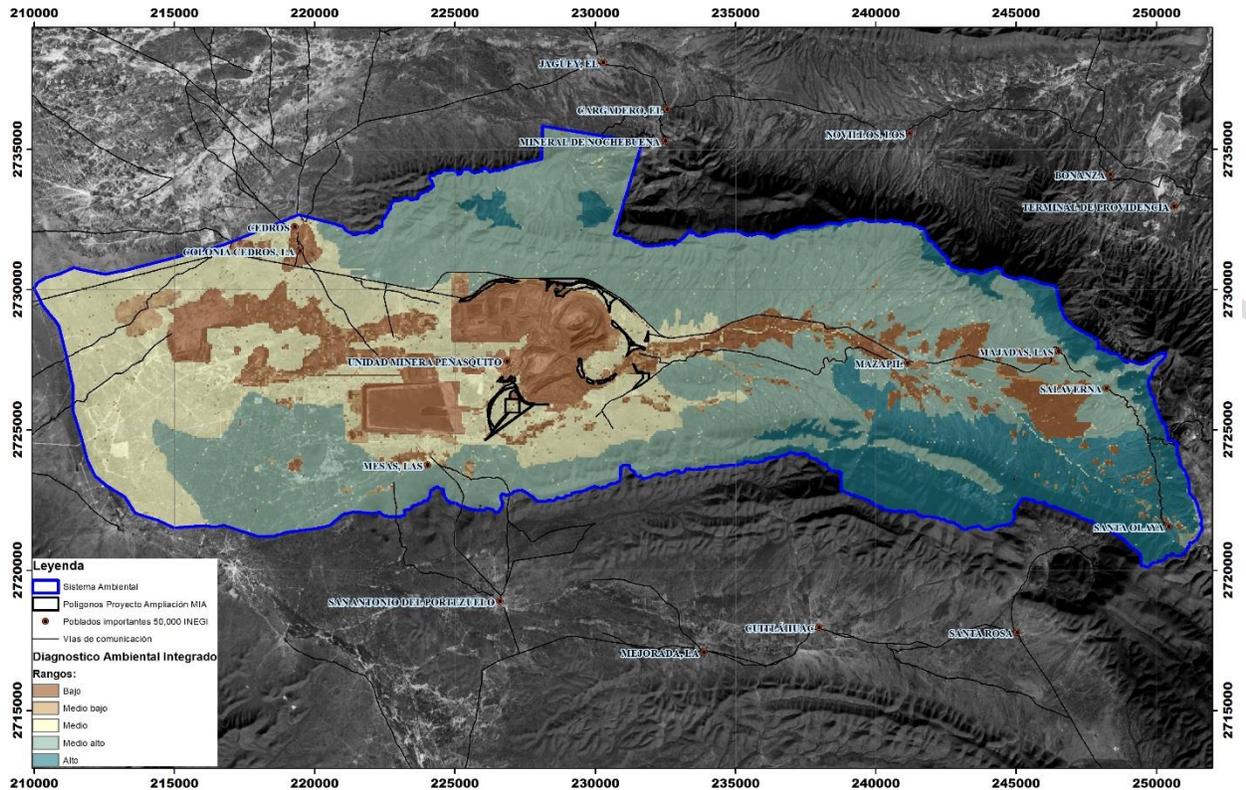


Figura 4.50. Diagnóstico Ambiental Integrado para el SA

En el Anexo 4.25 también se presenta el DA-I en un plano a doble carta, debidamente georreferenciado, para una apreciación detallada del modelo.

En general, el SA se encuentra con mayor calidad y conservación en las partes más altas ubicadas al Este y Sureste, donde incluso se identificó vegetación de Bosque de pino y Matorral de coníferas en buen estado de conservación, sobre los que ha recaído una menor e incluso nula presión antrópica por cambios de uso de suelo y/o explotación de recursos naturales. De acuerdo al modelo del diagnóstico ambiental integrado (DA-I), que incluye a los modelos individuales de la calidad de cada uno de los componentes ambientales evaluados, la calidad ambiental en el SA va decreciendo conforme baja al valle de Mazapil, identificándose zonas de calidad media alta donde no se presentan actividades humanas intensas, y delimitando con polígonos de calidad ambiental baja los sitios donde se ha eliminado la cobertura vegetal para destinarse principalmente a actividades agropecuarias y localidades rurales. Hacia el centro del SA, donde se localiza la Unidad Minera Peñasquito, la calidad de los componentes ambientales presenta niveles bajos y medio bajos, como resultado de la transformación puntual del entorno natural por los procesos de explotación y beneficio de minerales. Así mismo, hacia el Oeste del SA se exhibe una calidad media derivada principalmente del estado de conservación que tiene la vegetación en el área, así como su cobertura catalogada como abierta, ya que como se concluyó previamente, el componente flora es el de mayor importancia relativa a nivel del Sistema Ambiental.

Con la finalidad de interpretar con mayor detalle las condiciones que originaron los diversos estados de calidad en el SA, es preciso decir que la superficie que es catalogada con media baja y baja calidad ambiental, que se ubica en la parte Centro desde la porción Este y con dirección Oeste del SA, resultó de esta manera en consideración al siguiente análisis:

- Presencia de baja calidad atmosférica dada a la alta actividad minera, donde se generan emisiones atmosféricas, principalmente de polvos fugitivos, así como generación de ruido artificial esporádico y constante, entre otros.
- Baja calidad en el componente de suelo puesto a la alta degradación física del suelo por pérdida de la función productiva resultado de urbanización y actividades minero-industriales. Fuerte degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica resultado de actividades agrícolas.
- Media baja y baja calidad en la hidrología, dada la influencia de actividades antrópicas en las nanocuenca o flujos naturales que se presentan de forma directa, pero que a su vez se mantienen controles sobre dichos elementos específicamente en relación a la Unidad Minera Peñasquito.
- Baja calidad de la vegetación puesto a las intensas y extensas actividades antrópicas que se desarrollan, tales como, caminos, agostaderos, parcelas, actividades industriales, etc., y por ende la baja cobertura vegetal.
- Media baja y baja calidad en el componente fauna, esto en consideración a la alta influencia a zonas donde se desarrollan actividades antrópicas por lo cual existe de forma inevitable el ahuyentamiento la fauna, dichas zonas se consideran como no aptas para el establecimiento de hábitats para estas especies animales.
- Baja calidad Paisajista como resultado de la baja calidad ambiental de los otros componentes a causa principalmente de las acciones antrópicas que modifican y no añaden calidad visual al escenario paisajista que se presenta. Del mismo modo la moderada fragilidad del paisaje donde la capacidad de absorción y respuesta frente a intervenciones antrópicas es moderada.

La superficie catalogada con media alta y alta calidad ambiental se presenta en la parte Norte y Sur del SA donde se ubican las sierras El Mascarón y Las Bocas; dicha superficie se cataloga de ésta manera en consideración al siguiente análisis:

- Alta calidad atmosférica donde no hay fuentes de emisión de ruido artificial, donde la generación de polvos no es resultado de actividades humanas, y además hay mayor potencial para la captura de partículas suspendidas por el tipo de cobertura vegetal, que representa barreras físicas contra su dispersión
- Alta calidad del suelo, ya que se encuentran sitios catalogados sin degradación aparente y baja erosión hídrica o sin erosión evidente
- Media alta y alta calidad a los sitios donde se ubican cuerpos de agua los cuales se presentan de forma lénticas (bordos y manantiales) y lólicas (escorrentías). La permeabilidad es considerada de media a alta donde los materiales o depósitos existentes permiten que haya mayor permeabilidad

- Alta calidad de la vegetación donde la cobertura vegetal se presenta de forma cerrada y por ende zonas conservadas con nula degradación e influencia antrópica.
- Media alta y alta calidad en el componente fauna, sitios conservados ideales para el establecimiento de hábitats de especies animales, donde la influencia de actividades antrópicas es muy baja o nula
- Media alta y alta calidad paisajista donde los componentes ambientales poseen alta calidad por la variedad en la forma, color y línea. La fragilidad ambiental en esta superficie es alta puesto que la capacidad de absorción y respuesta frente a intervenciones antrópicas es baja

IV.2.5.4 Área de Influencia del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras

El objetivo de esta sección es la descripción puntual de la problemática ambiental identificada dentro del Área de Influencia (AI) del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, que si bien es abarcada por el polígono del Sistema Ambiental definido en la Sección IV.1, su delimitación está función a la presión que ejercerán las actividades y obras del Proyecto sobre los componentes ambientales, y a la extensión de dicha presión; por lo que el AI se determina con base en la evaluación e identificación de los impactos potenciales, lo que está plenamente desarrollado en el capítulo siguiente.

Para fines de identificación de la problemática ambiental, que conciernen al presente capítulo, se asume que el Área de Influencia es la superficie donde se resentirán los efectos de los impactos del Proyecto, considerando tanto los efectos directos como indirectos, es decir, considerando no solamente los elementos que pretenden ser objeto de aprovechamiento o afectación puntual, sino todo el conjunto de elementos que se interrelacionan e interactúan con los elementos directamente afectados para conformar el ecosistema.

En concreto, el Área de Influencia considera las interacciones del Proyecto y su alcance sobre los componentes ambientales, mientras que para el Sistema Ambiental se analizaron las interacciones que habrá desde los componentes ambientales hacia el Proyecto, lo que se representa esquemáticamente en la Figura 4.51.

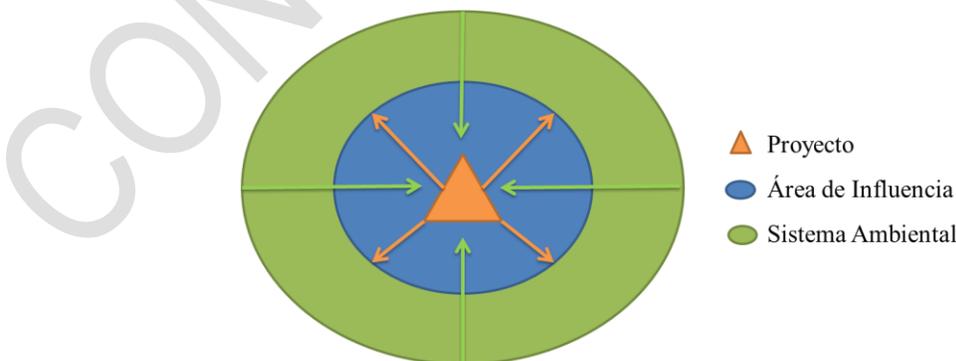


Figura 4.51. Relación entre Sistema Ambiental, Área de Influencia y Proyecto

Problemática ambiental detectada en el Área de Influencia

La problemática ambiental detectada en el AI es generada básicamente por las actividades mineras, industriales y de servicios asociados dentro de la Unidad Minera Peñasquito, las cuales han contribuido a la degradación local del entorno (AI). Esto significa que los impactos ambientales que directa e indirectamente ha generado la UMP, que son congruentes con las modificaciones típicas e inherentes de la actividad propia del sector minero, han reducido considerablemente la calidad de los componentes ambientales en el sitio.

A partir del modelo de calidad ambiental generado para el SA (DA-I, Figura 4.50), se presenta en la Figura 4.52 y en el Anexo 4.26, un acercamiento al Área de Influencia del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, con el cual se evidencia el estado que guarda dicho polígono de referencia, el cual corresponde a un rango de calidad que va desde los valores medio altos hasta los más bajos. En consideración a la integración de los componentes ambientales que se encuentran en la superficie del AI y análisis detallado en éstos, se determinó la problemática ambiental que se presenta en dicha área.

Un análisis puntual de la problemática detectada, se describe a continuación:

1. La actividad minera dentro del Área de Influencia ha implicado principalmente la ocupación de terrenos de vocación forestal, a partir de la remoción de la vegetación y el despalme del suelo; lo que indirectamente ha repercutido en la fauna silvestre que ante el disturbio se ha dispersado hacia áreas con menor actividad antrópica. Así mismo, el incremento en la presencia de fuentes móviles generadoras de ruido, es otro factor que ha dispersado a la fauna silvestre, aunque la emisión de ruido es puntual en el AI y no es constante por toda el AI
2. La presencia de caminos dentro del Área de Influencia tiene implicaciones hacia la fauna silvestre principalmente, a pesar de que los caminos representan un beneficio social y económico hacia las localidades, son también un factor potencial de mortalidad de especies silvestres, además de que pueden fungir como una especie de barrera física que fragmente los ecosistemas, limitando la distribución de ciertas especies
3. Las actividades antrópicas que se realizan en el Área de Influencia generan cambios a las características del suelo dando como resultado alta degradación física por pérdida de la función productiva
4. En la superficie del AI donde se presentan procesos de erosión de forma natural que van de 0 a 50 toneladas por hectárea por año, esto se debe a que los sitios con pérdida de suelo mayor de 10 ton/ha presentan procesos de degradación y principios de desertificación o bien, por que en estos sitios se encuentran fuertes pendientes y casi nula o nula cobertura de vegetación
5. La presencia de infraestructura resultado de la actividad minera reduce puntualmente en dicha área, la infiltración y genera aumento en el escurrimiento del agua que precipita

6. La calidad visual que se presenta en la superficie del Área de Influencia se ve disminuida por las acciones antrópicas que modifican y no añaden calidad visual al escenario paisajista que se presenta

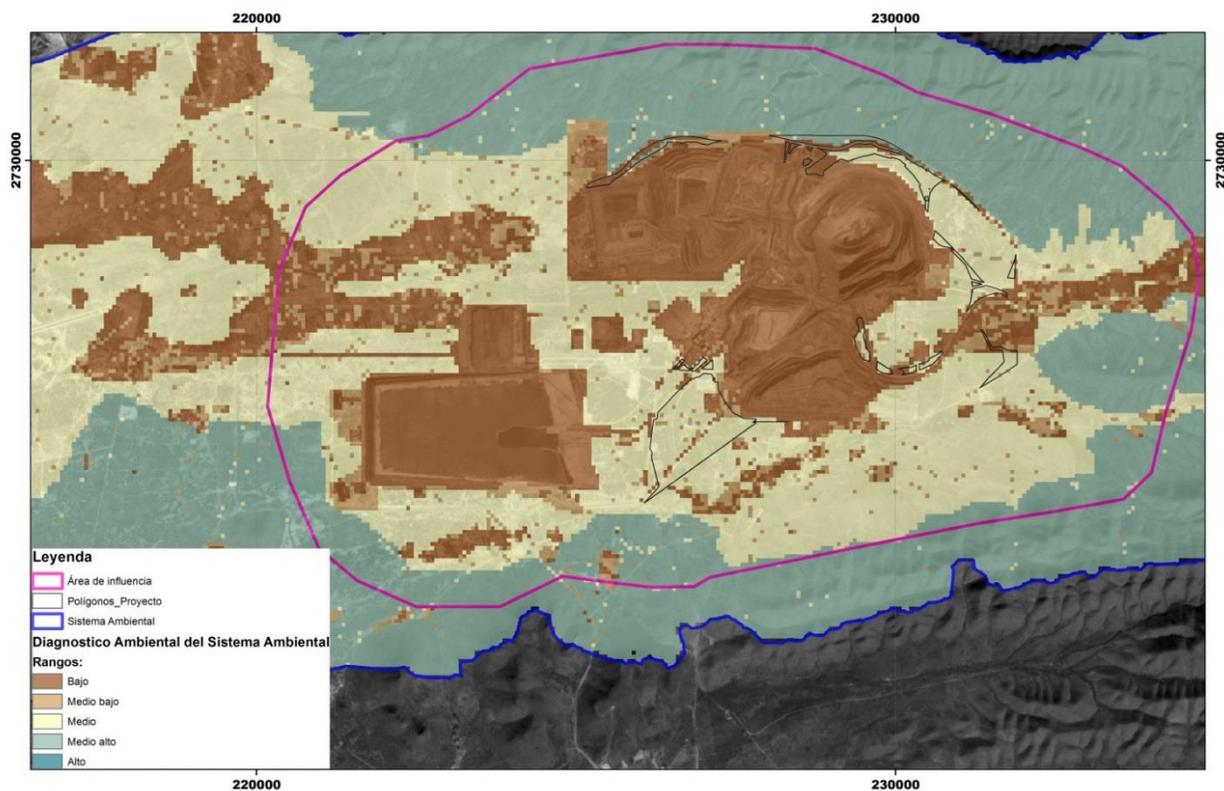


Figura 4.52. Diagnóstico Ambiental Integrado en la superficie de Área de Influencia

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En el Capítulo anterior se realizó una descripción de la situación actual de los recursos ambientales y socioeconómicos existentes en la zona donde se pretende desarrollar el Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras. En el presente Capítulo se identifican los Factores ambientales que serán afectados y sus respectivos Indicadores de impacto; posteriormente se evalúa el impacto previsto por el desarrollo de las actividades y obras del Proyecto sobre dichos recursos, pudiéndose generar nuevas afectaciones al ambiente y/o contribuir en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

V.1 *Identificación de impactos*

V.1.1 Metodología empleada

La selección de la metodología, así como el desarrollo del procedimiento para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se realizó con un enfoque interdisciplinario, mediante un grupo de especialistas que proporcionaron su juicio profesional para el análisis de las interacciones de las obras y actividades en el contexto de las condiciones actuales del SA y de los procesos existentes de modificación del entorno natural.

La metodología empleada requiere una secuencia de pasos que en esencia conducen progresivamente de una revisión general a un análisis particular y detallado, a través de la fragmentación y reagrupamiento en conjuntos cada vez más reducidos de los elementos que interactúan e influyen en la estimación o previsión de los impactos, como lo son las obras/actividades del proyecto, por etapas, y los factores representativos de cada uno de los componentes ambientales.

Así, el primer paso del procedimiento consiste en una estimación general de las alteraciones que ocasionará el desarrollo del Proyecto dentro del Sistema Ambiental, cuyas características físicas (bióticas, abióticas, perceptuales) y socioeconómicas se analizan en el Capítulo IV de la MIA-P.

Cabe mencionar que para el análisis estructurado del medio, el ambiente fue dividido en dos Sistemas: Físico y Socioeconómico, y cinco Subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual, Sociocultural y Económico. A cada uno de estos Subsistemas pertenecen una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, es decir, los elementos o cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por las acciones impactantes del Proyecto (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Componentes del entorno

Sistema	Subsistema	Componente
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera
		Geomorfología
		Hidrología
		Suelo
	Medio Biótico	Flora
		Fauna
	Medio Perceptual	Paisaje
Medio Socio-Económico	Medio Sociocultural	Infraestructura
		Cultural
	Medio Económico	Medio Económico

Con una noción muy general de las alteraciones esperadas, el siguiente paso del procedimiento consiste en el acotamiento del universo de análisis, es decir, la delimitación espacial del entorno, definiendo Factores ambientales para el análisis de cada Componente, así como Indicadores de impacto para cada Factor. A partir de ello, y analizando ahora las obras y actividades del Proyecto clasificadas en las diferentes etapas del Proyecto (preparación del sitio, construcción y operación), se identifican de manera cualitativa los impactos ambientales.

Enseguida se determina la importancia de cada uno de los impactos identificados, utilizando matrices de causa–efecto para cada etapa del Proyecto, mediante las cuales se efectúa una evaluación cuantitativa y más refinada de los impactos. Posteriormente, se realiza una valoración de los impactos ponderando su valor de importancia y considerando el peso relativo de cada uno de los factores afectados en el SA, utilizando para ello una sola matriz para las etapas del proyecto (matriz de ponderados). Finalmente, se interpretan y se describen los principales impactos que generará el Proyecto, presentándolos por componente ambiental.

En la Figura 5.1 se presenta un diagrama que esquematiza los insumos, productos y procedimiento de la metodología empleada para la identificación, evaluación e interpretación de los impactos ambientales que se prevén para el Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras.

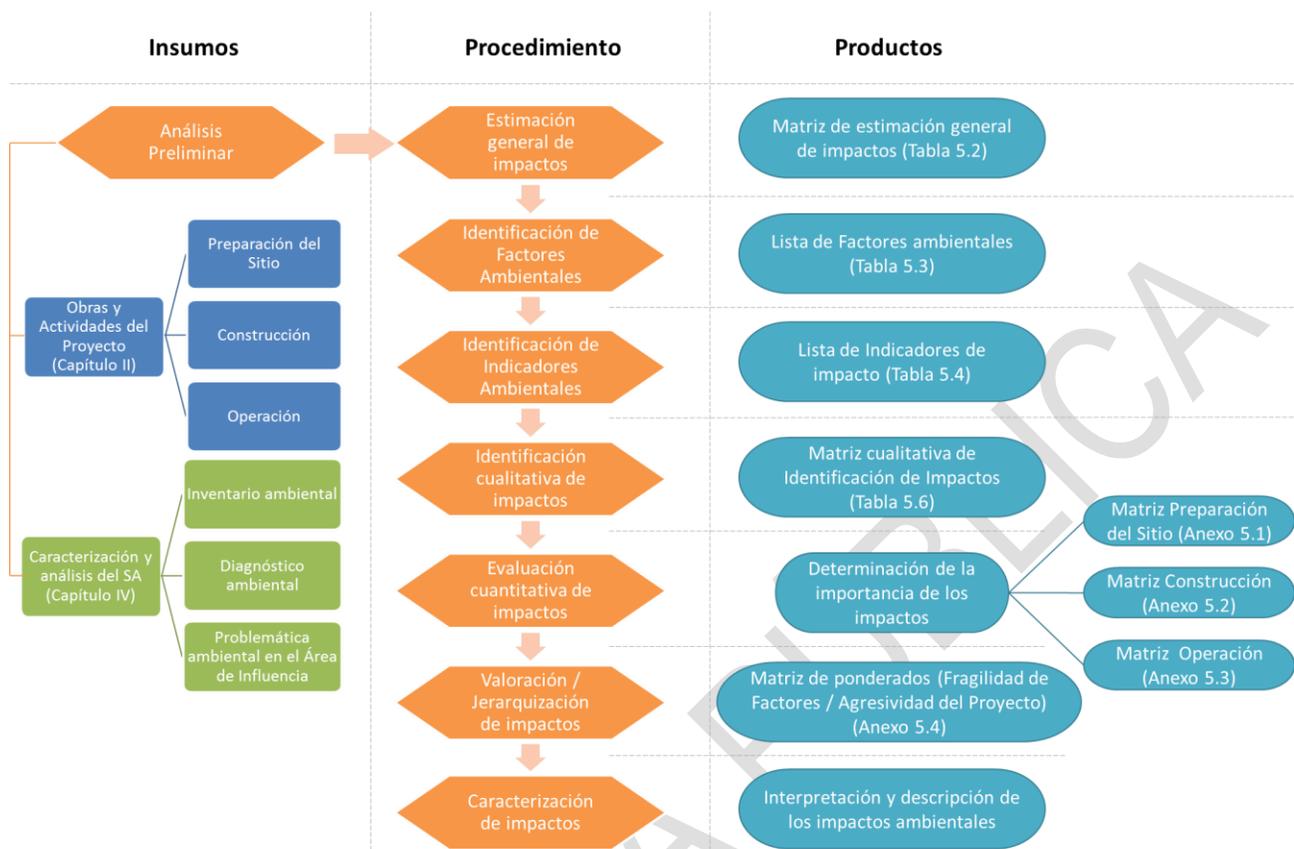


Figura 5.1. Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos

A continuación se desarrolla paso a paso la metodología seleccionada para identificar y evaluar los impactos ambientales.

V.1.2 Estimación general de impactos

La primera aproximación a la identificación de los impactos que generará el Proyecto, se trata de una revisión general de potenciales afectaciones sobre el medio ambiente que ocasionaría el desarrollo del Proyecto, considerando las principales obras y actividades requeridas para alcanzar sus objetivos centrales. En este caso y para estos fines, el Proyecto se concibe como la ampliación de la tepetatera existente y la construcción de otras.

El contexto ambiental en el que se desarrolla el Proyecto viene de la línea base desarrollada en el Capítulo IV, cuya caracterización se realizó utilizando diversos criterios y metodologías, entre las que resaltan:

- Superposición cartográfica de los diferentes componentes ambientales y del Proyecto
- Observaciones y estudios de campo
- Criterios de operación del Proyecto

- Fotografías aéreas y satelitales de la zona
- Información estatal y municipal sobre datos socioeconómicos, Áreas Naturales Protegidas y Planes de Desarrollo
- Análisis de mapas y planos existentes de la zona
- Análisis y revisión de estudios del medio natural existentes de la zona

Considerando la información aportada por los Capítulos II y IV de esta MIA-P como insumos, la estimación general de los impactos del Proyecto se hizo con base a los siguientes criterios:

- Intensidad de la alteración o perturbación ambiental
 - Perturbación alta: cuando el impacto modifica substancialmente su calidad e impide su funcionamiento en forma importante
 - Perturbación media: el impacto modifica parcialmente su uso, calidad o integridad
 - Perturbación baja: el impacto no supone un cambio perceptible en la integridad o calidad del elemento medioambiental
- Amplitud del impacto
 - Amplitud regional: el impacto alcanzará el conjunto de la población del área de influencia o una parte de la misma
 - Amplitud local: el impacto alcanzará a una parte limitada de la población
 - Amplitud puntual: el impacto alcanzará a un pequeño grupo de la población
- Importancia del impacto
 - Mayor: cuando se provoca una modificación profunda en la naturaleza o en el uso de un elemento ambiental de gran resistencia y estimado por la mayoría de la población del área de influencia
 - Medio: cuando hay una alteración parcial de la naturaleza o de la utilización de un elemento ambiental con resistencia media y considerada por una parte limitada de la población del área
 - Menor: cuando hay una alteración local de la naturaleza o del uso de un elemento ambiental con resistencia baja y que, repercute en un grupo muy pequeño de la población del área
- Signo del impacto:
 - Positivo (+): Cuando los impactos son benéficos
 - Negativo (-): Cuando los impactos son adversos

La tabla siguiente, muestra de forma generalizada los impactos esperados para el Proyecto sobre cada componente ambiental.

Tabla 5.2. Matriz de estimación general de impactos

Componente ambiental	Intensidad de la alteración	Amplitud del impacto	Importancia del impacto	Signo
Atmósfera	Media	Puntual	Media	-
Geomorfología	Alta	Puntual	Media	-
Hidrología	Baja	Local	Menor	-
Suelo	Baja	Puntual	Menor	-
Flora	Alta	Puntual	Media	-
Fauna	Media	Local	Media	-
Paisaje	Media	Local	Menor	-
Infraestructura	Alta	Local	Media	+
Cultural	Baja	Local	Menor	+
Medio Económico	Media	Local	Media	+

De la tabla anterior se desprenden las siguientes observaciones:

- Los componentes Geomorfología y Flora recibirán impactos de alta intensidad, amplitud puntual e importancia media. A su vez, los componentes Atmósfera, Fauna y Paisaje recibirán impactos de media intensidad y amplitud local los dos últimos y puntual el primero de ellos. Por último, los componentes Hidrología y Suelo recibirán impactos de baja intensidad e importancia menor, además de amplitud local y puntual respectivamente.
- Los componentes Infraestructura, Cultural y Medio Económico recibirán impactos positivos durante el desarrollo del Proyecto. El componente Infraestructura recibirá impactos de intensidad alta e importancia media, mientras que el componente Cultural recibirá impactos de intensidad baja e importancia menor. Por su parte el Medio Económico recibirá impactos de intensidad e importancia media. Estos tres componentes recibirán impactos de amplitud Local.

V.1.3 Identificación de Factores ambientales

A fin de volver más específica y puntual la estimación general de impactos, se deben identificar aspectos característicos y representativos de los componentes ambientales, denominados como Factores Ambientales, de manera que el análisis de las interacciones entre proyecto y medio ambiente se haga a un nivel de mayor detalle. Para cada componente ambiental se identificaron y seleccionaron los principales Factores ambientales susceptibles de ser afectados a consecuencia del desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras durante sus diferentes etapas.

Los Factores ambientales fueron identificados de acuerdo a los siguientes criterios:

- Ser objetivos
- Ser representativos del entorno
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto

- Ser excluyentes, es decir, que su concepción deje fuera a los demás factores, evitando solapamientos y redundancias entre ellos
- Ser de fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica (ubicables) o de trabajos de campo
- Ser de fácil cuantificación (medurables), dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y habrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos
- Con capacidad para determinar el momento en el que se presenta o sucede

De los Factores ambientales identificados se seleccionaron aquellos que potencialmente afectados por las actividades del Proyecto, de acuerdo a los siguientes criterios:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de volver al estado inicial por medio naturales (autodepuración) después de recibir cualquier alteración
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituibilidad: imposibilidad de ser remplazado
- Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno

Los Factores ambientales seleccionados se muestran en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental

Componente ambiental	Factor ambiental
Atmósfera	Calidad del aire – Material particulado (PST, PM-10)
	Calidad del aire – Emisiones (NO _x , SO _x , CO _x)
	Niveles sonoros
	Niveles lumínicos
Geomorfología	Topografía
Hidrología	Cuerpos de agua (ocupación y/ modificación)
	Escurrimiento

Componente ambiental	Factor ambiental
	Calidad del agua superficial
	Infiltración
Suelo	Profundidad Efectiva
	Potencial de Erosión
	Cobertura
Flora	Distribución espacial y temporal
	Cobertura Vegetal
	Especies protegidas y/o de interés especial
Fauna	Distribución espacial y temporal
	Hábitat
	Especies protegidas
Paisaje	Cualidades estéticas
	Continuidad paisajística y visibilidad
Infraestructura	Servicios e infraestructura para unidad minera
Cultural	Capacitación, educación y programas
Medio Económico	Desarrollo económico
	Uso del territorio para actividades productivas
	Vocación del suelo

V.1.4 Identificación de Indicadores de Impacto Ambiental

Una vez identificados los Factores del medio susceptibles de ser impactados por las obras y/o actividades del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, se procedió al reconocimiento de sus Indicadores ambientales.

En el presente estudio, se entiende por Indicador de Impacto Ambiental (Indicador), los elementos cuantificables que en su conjunto son el mecanismo que permite medir el impacto comparando el valor del indicador “con” y “sin” Proyecto; lo que arroja un valor numérico para cada uno de los impactos sobre los Factores ambientales.

La identificación de los indicadores de impacto ambiental del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras se hizo con base en los siguientes criterios de identificación:

- Tener representatividad y relevancia respecto al impacto de la obra
- Ser medibles en términos cuantitativos
- Ser cuantificables
- De fácil identificación

Los Indicadores ambientales identificados se muestran en la tabla siguiente, conforme el Factor al cual se les atribuyen, y fueron utilizados de forma variable y en la medida en la que fue posible cuantificarlos y/o llevar a cabo estimaciones que permitieran dimensionar la actividad o potencial afectación, para la valoración de cada uno de los impactos ambientales.

Tabla 5.4. Indicadores ambientales

Componente ambiental	Factor	Indicador Ambiental
Atmósfera	Calidad del aire	Número de unidades móviles

Componente ambiental	Factor	Indicador Ambiental
	Material particulado (PST, PM ₁₀)	Tamaño de unidades móviles
		Cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras
	Calidad del aire Emisiones (NO _x , SO _x , CO _x)	Número de unidades móviles
		Tamaño de unidades móviles
		Turnos laborados
	Niveles sonoros	Cantidad y tipo de equipos utilizados
		Tipo de maniobra (mecánica, explosivos, etc.)
	Niveles lumínicos	Presencia humana
Cantidad de fuentes emisoras de luz		
Geomorfología	Topografía	Pendientes
		Curvas de nivel (corte, excavación, relleno, apilamiento)
Hidrología	Cuerpos de agua (ocupación y modificación)	Geomorfología del cuerpo
		Escorrentía (relleno, desviación, cortes)
	Escurrimiento	Pendiente
		Permeabilidad
		Textura de suelo
	Calidad del agua superficial	Cantidad de MO de desmonte (superficie desmontada)
		Contenidos de materia orgánica en suelos
		Arrastres de materiales
		Cantidad de SST y SDT
	Infiltración	Acumulación de sedimentos en cauces de cuenca de captación
		Área de captación por nanocuenca
		Pendiente
Permeabilidad		
Suelo	Profundidad efectiva del suelo	Tipo y profundidad efectiva del suelo
		Profundidad de desmonte
	Potencial de Erosión	Superficies estables
		Superficies con potencial
		Superficies erosionadas
	Cobertura	Extensión de cobertura de tipos de suelos
Flora	Distribución espacial y temporal	Clasificación
	Cobertura vegetal	Tipos de cobertura
		Superficie a desmontar
Especies protegidas y/o de interés especial	Especies protegidas por la NOM-059	
Fauna	Distribución espacial y temporal	Especies con uso en la región
		Localización potencial de fauna silvestre
	Hábitat	Integridad estimada de hábitat
		Conectividad del hábitat (barreras físicas)
	Especies protegidas	Especies protegidas por la NOM-059
		Especies de interés internacional (CITES)
		Especies de limitado movimiento
Paisaje	Cualidades estéticas Continuidad paisajística y visibilidad	Especies Migratorias
		Estimación de cualidades escénicas de sitio o zona
		Estimación cualitativa
Cuenca visual	Cuenca visual	
Infraestructura	Servicios e infraestructura para unidad minera	Infraestructura únicamente para el promovente
Cultura	Capacitación, educación y	Programas

Componente ambiental	Factor	Indicador Ambiental
	programas	Apoyos
		Capacitación/Educación
		Talleres
Medio Económico	Desarrollo económico	Número de empleos directos generados
		Número de empleos indirectos generados
		Derrama económica
		Recaudación
	Uso del territorio para actividades productivas	Actividad
		Intensidad
Vocación del suelo	Uso potencial al final de cada etapa: Agrícola, Pecuaria, Habitacional, Industrial, Vida Silvestre	

V.1.5 Elementos impactantes del Proyecto

Para fines de hacer más puntual el análisis sobre los tipos de influencia que ejercerán los elementos del Proyecto sobre los componentes ambientales, a través de las matrices de doble entrada (Factores ambientales vs. elementos del Proyecto), a continuación se presenta una recapitulación concreta de los procesos que se desarrollarán en las diferentes etapas del Proyecto, para después establecer representativamente la agrupación de estos procesos, tal como son consideradas para la evaluación de los impactos.

Con la finalidad de facilitar el proceso de identificación de los impactos, en la siguiente tabla se desglosan los diferentes procesos que se llevarán a cabo durante la etapa de operación.

Tabla 5.5. Clasificación de actividades en etapa operativa del Proyecto para evaluación de impactos

Etapa	Actividades/Obras
Preparación del sitio	Delimitación de las áreas de trabajo
	Desmonte
	Despalme
Construcción	Nivelación y compactación
	Reubicación de línea eléctrica
Operación y mantenimiento	Acarreo y disposición de tepetate
	Conformación de tepetatera

V.1.6 Identificación cualitativa de impactos ambientales

Una vez identificados los Factores e Indicadores Ambientales, así como habiendo recapitulado sobre las actividades del Proyecto, el siguiente paso en el proceso de identificación, valoración y caracterización de los impactos ambientales, consistió en la elaboración de una matriz cualitativa que permite identificar de forma cualitativa las interacciones relevantes al ambiente causadas durante la operación del Proyecto.

La matriz consiste en un cuadro de doble entrada en el que se disponen como filas los Factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las etapas del proyecto que engloban a las actividades que tendrán lugar por el desarrollo del Proyecto y que serán causa de los posibles impactos. Para el llenado de la matriz, se analiza de forma general el grado de relevancia que podrían adquirir los efectos de los impactos, así como el sentido adverso o benéfico de los mismos. Como resultado, en la celda correspondiente a cada interacción se asigna una letra entre cinco posibles, las cuales diferencian los impactos adversos de los positivos y los categoriza como principales (de mayor relevancia) o secundarios (de menor relevancia), conforme a la siguiente nomenclatura:

- A = Impacto adverso principal
- a = Impacto adverso secundario
- ND = Impacto nulo / imperceptible
- B = Impacto benéfico principal
- b = Impacto benéfico secundario

Más adelante se conceptualiza mejor la clasificación de los impactos entre los principales y los secundarios, aunque en el Glosario de esta MIA-P (Sección VIII.3) se ofrecen las definiciones que permiten diferenciarlos.

En la Tabla 5.6 se presenta la Matriz cualitativa de identificación de los impactos por el desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras; mientras que en la Tabla 5.7 se muestra el balance numérico de los impactos.

Tabla 5.6. Matriz cualitativa de identificación de impactos

				Etapa			
				P	C	O	
				r	o	p	
				e	n	e	
				p	s	r	
				a	t	a	
				r	r	c	
				a	u	i	
				c	c	ó	
				i	i	n	
				ó	ó		
				n	n		
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS				
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10)	A	a	A	
			CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NOx, SOx, COx)	a	a	a	
			NIVELES SONOROS	a	a	a	
			NIVELES LUMÍNICOS	a	a	ND	
			MICROCLIMA	a	ND	ND	
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	a	a	A	
		HIDROLOGÍA	ESCURRIMIENTO	a	a	ND	
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	a	a	a	
			INFILTRACIÓN	a	a	ND	
		SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA	a	ND	ND	
			POTENCIAL DE EROSIÓN	a	ND	ND	
			COBERTURA	A	ND	ND	
		MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	A	ND	ND
	COBERTURA VEGETAL			A	ND	ND	
	ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL			a	ND	ND	
	FAUNA		DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	A	a	a	
			HÁBITAT	a	ND	ND	
			ESPECIES PROTEGIDAS	A	a	a	
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	CUALIDADES ESTÉTICAS	a	ND	ND	
			CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA Y VISIBILIDAD	a	a	a	
	MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	ND	b	B
			CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	b	b	b
		MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	b	b	b
USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS				ND	ND	b	
VOCACIÓN DEL SUELO				A	a	ND	
A = Impacto adverso principal			B = Impacto benéfico principal				
a = Impacto adverso secundario			b = Impacto benéfico secundario				
ND = Sin impacto							

Tabla 5.7. Balance de impactos en etapa de Operación

Etapa	Adversos principales	Adversos secundarios	Benéficos principales	Benéficos secundarios	Impacto Nulo / Imperceptible
Preparación del sitio	7	14	0	2	2
Construcción	0	12	0	3	10
Operación	2	6	1	3	13
Total por tipo	9	32	1	8	25
Total por sentido	41		9		25

De la Matriz cualitativa de identificación de impactos y de la Tabla 5.7 se obtienen las siguientes conclusiones parciales:

- En total, de las 50 modificaciones potenciales identificadas, el 82% son adversas (41 impactos), de las cuales el 21% son consideradas principales (9), y el 79% son

impactos secundarios (32); en tanto que el 18% de los impactos son benéficos, equivalentes a 9 impactos (1 principal y 8 secundarios)

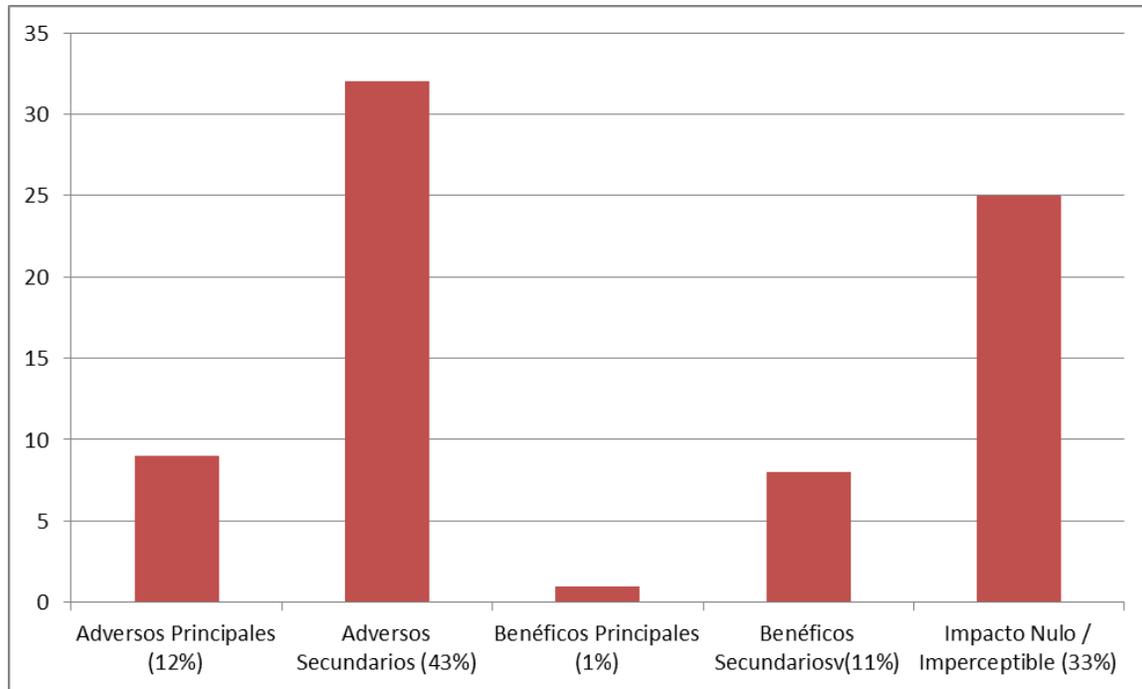


Figura 5.2. Número de impactos identificados cualitativamente

- El componente Atmósfera recibirá impactos adversos principales sobre el factor “Calidad del Aire (material particulado)”, como consecuencia del levantamiento de polvos fugitivos por el movimiento de tierra. Además, este componente recibirá impactos adversos secundarios sobre los factores “Calidad del aire (emisiones)” y “Niveles sonoros” como consecuencia del ruido que generará el equipo y maquinaria que se utilizará en la operación del Proyecto. Por último, se generarán impactos adversos secundarios sobre el componente “Niveles lumínicos” por el uso de fuentes emisoras de luz durante la noche.
- El componente Geomorfología recibirá impactos adversos a lo largo de toda la vida útil del Proyecto. Estos impactos se presentarán de carácter secundario durante las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras que en la etapa de operación se presentarán de carácter principal.
- Por su parte, el componente Suelo únicamente recibirá impactos durante de la etapa de preparación del sitio, en la cual se prevé que generé impactos secundarios sobre los componentes Profundidad efectiva y potencial de erosión. Se prevé que el factor Cobertura reciba impactos de carácter principal.
- Al igual que el componente Suelo, el componente Flora únicamente recibirá impactos durante la primera etapa del Proyecto, generando impactos adversos principales sobre los factores Distribución espacial y temporal y Cobertura vegetal, e

impactos adversos secundarios sobre el factor especies protegidas y/o de interés especial.

- El componente Fauna recibirá impactos adversos principales y secundarios. Respecto a los adversos principales, se prevé que se generen impactos sobre el factor “Distribución espacial y temporal”, generados por el ruido emitido por el equipo utilizado en el proceso y por la presencia del personal; y sobre el factor “Especies protegidas”. Se contempla que estos mismos factores puedan generar impactos adversos secundarios, sobre el factor “Hábitat”.
- Respecto al componente Paisaje, se prevé que el desarrollo del Proyecto genere impactos adversos secundarios a lo largo de las diferentes etapas del Proyecto.
- Los componentes impactados de manera benéfica por la operación del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras son: Infraestructura, Cultural y Medio Económico.
- El componente Infraestructura recibirá impactos benéficos secundarios y principales sobre el factor Servicios e Infraestructura; primero de carácter secundario durante la etapa de construcción, y posteriormente principal durante la etapa de operación.
- Como consecuencia de los diferentes cursos de capacitación que recibirá el personal del Proyecto, se contempla que el componente Cultural, y más específicamente el factor “Capacitación, educación y programas” reciba impactos benéficos secundarios durante las diferentes etapas del Proyecto.
- El componente Medio Económico será el que recibirá una mayor cantidad de impactos benéficos por el desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras. En este sentido, la ampliación de la superficie de las tepetateras supondrá un desarrollo económico importante. Dicho esto, se espera que los factores “Desarrollo económico” y “Uso del territorio para actividades productivas” reciban impactos benéficos secundarios durante las etapas del Proyecto.

V.1.7 Determinación de la importancia de los impactos ambientales

Concluida la identificación general y cualitativa de los impactos ambientales, se procede a la elaboración de Matrices de Leopold Cuantitativas modificadas por Clifton Associates Ltd. Natural Environment S.C., en las cuales se evalúa aún con mayor detenimiento la realización de actividades requeridas para las etapas del Proyecto, y su influencia sobre los componentes ambientales, conforme a lo manifestado en la Sección V.1.5 y

Tabla 5.5. Cada actividad en relación a un Factor ambiental y con base en sus Indicadores de impacto, es evaluada mediante diez atributos o parámetros de referencia (criterios de calificación numérica), para la determinación cuantitativa de la importancia de cada impacto:

- Intensidad (IN)
- Extensión (EX)
- Momento (MO)
- Persistencia (PE)
- Reversibilidad (RV)
- Sinergia (SI)
- Acumulación (AC)
- Efecto (EF)
- Periodicidad (PR)
- Recuperabilidad (MC)

Así entonces, las casillas de cruce entre obras y Factores ambientales en las matrices de importancia de los impactos ambientales (Anexos 5.1) están ocupadas por los valores correspondientes a estos diez atributos, determinados utilizando sus Indicadores ambientales respectivos (Tabla 5.4).

A partir de los parámetros anteriores, la valoración cuantitativa de la importancia de un impacto en particular fue obtenida mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Importancia} = +/- (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

El signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+), o perjudicial (-) de la naturaleza de las acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

A continuación se describe cada uno de los atributos empleados para la determinación del grado de importancia de los impactos:

Intensidad (IN) – Grado de destrucción

Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que se actúa. El parámetro de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 la afección mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

Extensión (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1), si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del Proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación como impacto Parcial (2) y Extenso (4). En el caso de que el efecto se produzca en un lugar crítico, se le

atribuirá un valor de una a cuatro unidades por encima del que le correspondería en función de la extensión en que se manifiesta.

Momento (MO)

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

Cuando el tiempo transcurrido sea nulo o inferior a un año, el momento será Inmediato o a Corto Plazo, asignándole un valor (4) en ambos casos. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, Largo Plazo (1).

Si ocurre alguna circunstancia que haga crítico el momento del impacto, se le debe atribuir un valor de una a cuatro unidades por encima de las especificadas.

Persistencia (PE)

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición. Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera el efecto como Permanente asignándole un valor (4).

Reversibilidad (RV)

La posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos períodos, son los mismos asignados en el parámetro Persistencia.

Sinergia (SI)

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos posibles. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior al que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la importancia del impacto.

Acumulación (AC)

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Por acumulativo también se entenderá la adición de unidades de medición de la magnitud del efecto (parámetros de calidad del aire, del agua, o cualquier otra unidad de medición aplicable), a los posibles efectos similares presentes en el sitio por actividades previas o ajenas a las del Proyecto, y/o el incremento de las fuentes que lo originan dentro del SA.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa (4).

Efecto (EF)

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto; es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser Directo o Primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta.

En el caso de que el efecto sea Indirecto o Secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

Este término toma valor (1) en caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

Periodicidad (PR)

La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (Periódico), de forma impredecible en el tiempo (Irregular), o constante en el tiempo (Continuo).

A los efectos Continuos se les asigna valor (4), a los Periódicos (2) y a los de aparición irregular y discontinuos (1).

Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.

Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto

por la acción natural, como por la humana) se le asigna el valor (8). En el caso de ser irre recuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias el valor adoptado será (4).

En la Tabla 5.8 se resumen los valores asignables a cada uno de los atributos:

Tabla 5.8. Valores asignables a los atributos de importancia del impacto

Atributo	Características	Valor
Intensidad (IN)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	Crítico	(+4)
Momento (MO)	Largo plazo	1
	Medio plazo	2
	Inmediato	4
	Crítico	(+4)
Persistencia (PE)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
	Medio plazo	2
	Irreversible	4
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (EF)	Indirecto (secundario)	1
	Directo	4
Periodicidad (PR)	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
	Periódico	2
	Continuo	4
Recuperabilidad (MC)	Recuperable de manera inmediata	1
	Recuperable a mediano plazo	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8

La evaluación llevada a cabo crea un índice que refleja las características cuantitativas y cualitativas del impacto, describiendo la interacción en términos de magnitud e importancia. La importancia del impacto toma entonces valores entre 13 y 100, lo que permite hacer comparaciones numéricas y jerarquizar los impactos. Los impactos con valores de importancia inferiores a 26 son clasificados como “irrelevantes”, es decir compatibles. Los impactos “Moderados” presentan una importancia en el rango entre 26 y 50. Son “Severos” cuando la importancia se encuentra entre 51 y 75, y “Críticos” cuando el

valor es superior a 76. Según su clasificación, los impactos son marcados en la matriz de importancia con un color que los distingue, como se muestra en la Tabla 5.9.

Tabla 5.9. Clasificación de la importancia de los impactos

Valor de importancia	Clasificación / Color de identificación
De 13 a 25	Compatible
De 26 a 50	Moderados
De 51 a 75	Severos
De 76 a 100	Críticos

En los Anexos 5.1, 5.2 y 5.3 se presentan las matrices de importancia de los impactos de cada una de las etapas del proyecto, conforme a la agrupación de las obras antes indicada (Tabla 5.4). Del análisis de estas matrices se concluye principalmente lo siguiente:

Preparación del sitio

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de preparación del sitio del Proyecto (Anexo 5.1), se destacan las siguientes conclusiones parciales:

- En esta etapa se presentarán principalmente impactos adversos de importancia moderada y compatible, sin embargo, también se prevé un impacto de importancia severa sobre el componente Flora. Durante esta etapa del Proyecto no se estiman impactos críticos. Por otra parte, se identificaron impactos benéficos del orden de importancia moderada y compatible. Esto se resume en el gráfico de la Figura 5.3.

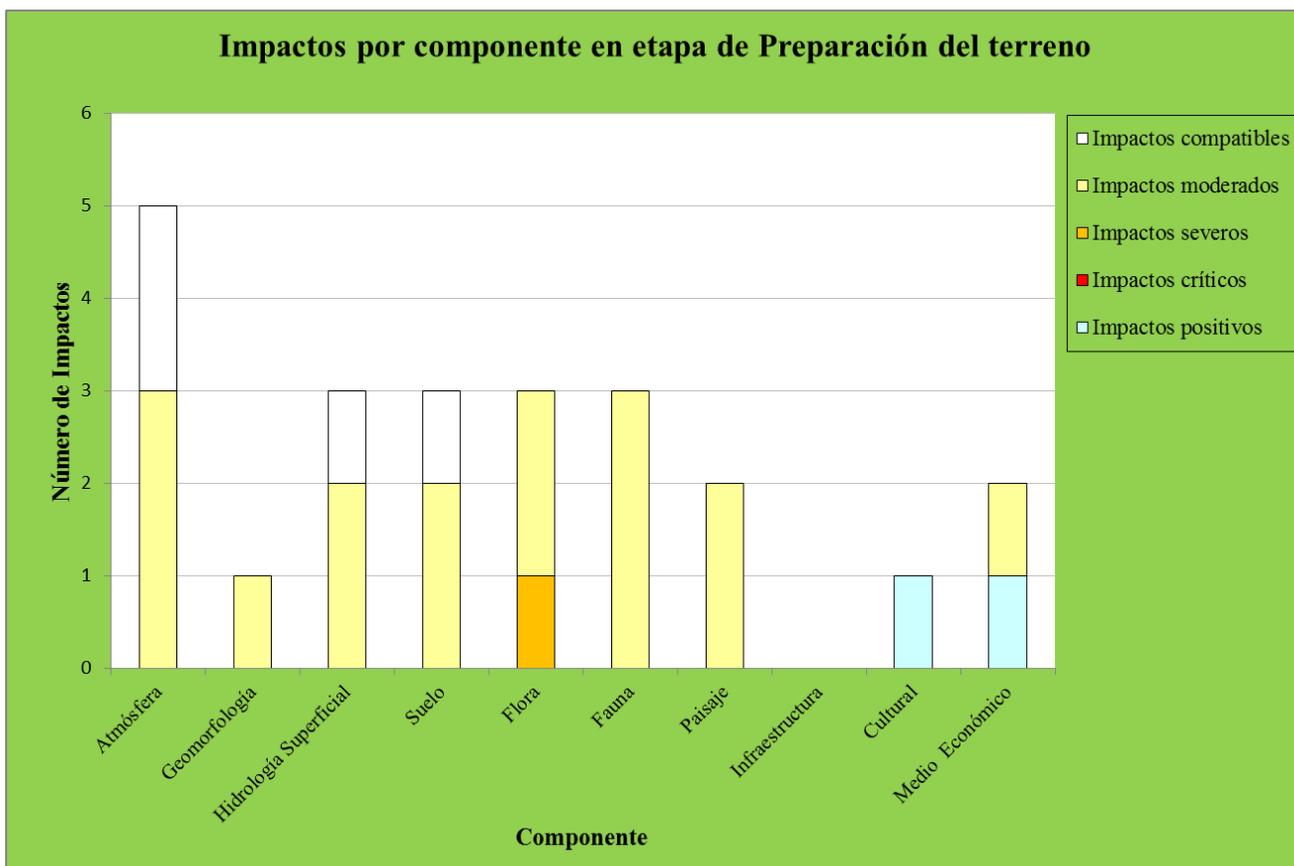


Figura 5.3. Tipos de impactos identificados y anticipados para la etapa de Preparación

- La calidad del aire será modificada de forma parcial y con efecto fugaz. En el caso de los parámetros de PST, se prevé que el impacto sea de intensidad alta como consecuencia de las maniobras de desmonte y despalme. Por otra parte, se prevé que los parámetros de PM₁₀, se vean impactados mediante una intensidad media producto de la combustión de la maquinaria y vehículos utilizados para esta etapa de Proyecto.
- El uso constante de vehículos y maquinaria durante esta etapa generará un incremento en los niveles de ruido. Sin embargo, dadas las características de este impacto, se considera fugaz, reversible y recuperable de forma inmediata. Este impacto se estima como moderado.
- Para el desarrollo del Proyecto se contemplan dos horarios de trabajo; el primero diurno y el segundo nocturno, por lo que se prevé que se genere un impacto de intensidad media Debido a que en la etapa de preparación del Proyecto no se contemplan horarios de trabajo nocturnos, no se espera que el factor niveles lumínicos se vea impactado.
- Se prevé que el retiro de la cubierta vegetal en 244.5958 ha genere una modificación puntual en el microclima del sitio. Dadas las características del

Proyecto, este impacto se considera inmediato, permanente e irreversible, sin embargo, se considera que presentará efectos indirectos, irregulares y se presente de intensidad media. En cuanto a la importancia del impacto, este se considera de rango moderado.

- El componente Geomorfología, y más específicamente el factor Topografía, recibirá impactos de importancia moderada durante el desarrollo de la etapa de preparación del sitio. Las actividades de cortes, rellenos y nivelaciones generarán impactos puntuales, inmediatos, permanentes e irreversibles. A su vez, dada la degradación de este componente en el medio, el impacto se considera de intensidad media y por consiguiente de importancia moderada.
- El componente Hidrología recibirá dos impactos adversos moderados sobre los factores escurrimientos e infiltración, ya que la compactación del suelo supondrá una disminución en el volumen de infiltración, y por ende, un aumento en el volumen de escurrimiento. El impacto sobre estos factores se considera de intensidad media, inmediato y permanente; sin embargo, se considera puntual. Además, se prevén impactos adversos compatibles sobre el factor calidad del agua superficial como consecuencia al incremento en la aportación de materia orgánica y sólidos suspendidos generados durante el desmote y despalle, aunque están se estiman irregulares y esporádicas.
- Se prevé que la etapa de preparación del sitio sea la única en la que se presenten impactos sobre el componente Suelo. En este sentido, se prevén impactos adversos de importancia compatible y moderada sobre los factores “Profundidad efectiva”, “Potencial de erosión” y “Cobertura” respectivamente. Todos estos factores serán impactados de forma puntual, inmediata, permanente e irreversible; sin embargo, la intensidad de los impactos sobre los factores “Potencial de erosión” y “Cobertura” se considera media, mientras que sobre el factor “Profundidad efectiva” se considera baja. Estos impactos serán consecuencia principalmente del retiro de la capa orgánica del suelo.
- Las actividades de desmote previstas para esta etapa del Proyecto suponen impactos de importancia severa y moderada sobre el componente Flora. El factor cobertura vegetal será el más impactado durante el desarrollo de la etapa de preparación del sitio, ya que recibirá impactos de muy alta intensidad, permanentes, irreversibles y directos por la remoción de la vegetación. Estas actividades de desmote también tendrán repercusiones sobre el factor distribución espacial y temporal de la vegetación, de manera que el impacto se considera inmediato, permanente e irreversible, pero de intensidad media. Por último, estas mismas actividades representarán impactos de importancia moderada sobre las 5 especies de flora identificadas protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la huella del Proyecto. Dadas las características de las actividades y de estas especies, el impacto sobre este factor se considera de intensidad media, permanente, irreversible y mitigable.

- Se prevé que el componente Fauna presentará impactos de importancia moderada durante esta etapa del proyecto. Estos impactos serán consecuencia indirecta del desmonte de la vegetación en el área a cambio de uso de suelo, en donde se presentará ahuyentamiento de individuos presentes en el área del Proyecto y sus inmediaciones. El impacto sobre el factor distribución espacial y temporal de la fauna se considera de intensidad alta, de extensión parcial, inmediato y permanente. De la misma forma, el desmonte de la vegetación generara de manera indirecta la pérdida de hábitats para la fauna en el sitio. Por último, se identificaron tres especies de fauna enlistadas en la NOM-059 en la huella del Proyecto, por lo que se prevé que este factor reciba impactos de intensidad media, permanentes e inmediatos, generando impactos de importancia moderada.
- Una vez finalizado el desmonte de las 244.5958 ha que requieren cambio de uso de suelo, los factores Calidad visual y Continuidad paisajística y visibilidad recibirán impactos de importancia moderada. Tomando como referencia el estado actual del entorno, el cual presente altos grados de perturbación visual, el impacto se determinó como de intensidad alta para el factor “Cualidades estéticas” y media para el factor “Continuidad paisajística”. El impacto sobre ambos factores se considera mitigable a largo plazo, particularmente al incorporarse estas áreas al programa de cierre de la unidad minera que considere su restitución y su estabilización física, química y biológica.
- Se prevén impactos benéficos de importancia moderada, sobre el factor Capacitación, educación y programas por las horas de capacitación que se impartirán al personal involucrado en el Proyecto. Estos impactos se consideran de baja intensidad, extensión parcial, temporales y periódicos.
- Respecto al Medio Económico, se prevén impactos benéficos y adversos, ambos de importancia moderada. El factor desarrollo económico recibirá impactos benéficos por la generación de empleos durante esta etapa del Proyecto, por lo que los impactos se consideran de baja intensidad y fugaces. Por otra parte, el factor vocación del suelo se verá impactado de manera adversa como consecuencia de las actividades que se pretenden desarrollar durante esta etapa, ya que el retiro de la cubierta vegetal significará una pérdida del potencial del suelo, el cual actualmente presente vocación forestal. En este sentido, este impacto se considera de alta intensidad inmediato, permanente e irreversible.

Construcción:

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de construcción del proyecto (Anexo 5.2), se destacan las siguientes conclusiones parciales:

- De acuerdo a la evaluación por grupos de obras, en la etapa de construcción se presentarán impactos adversos compatibles y moderados, sin identificarse

impactos severos o críticos. Por su parte, los impactos benéficos se presentan con una importancia en el rango de los moderados. En la Figura 5.4 se presenta a manera de resumen gráfico la categorización de la importancia de los impactos identificados por componente ambiental para la etapa de construcción.

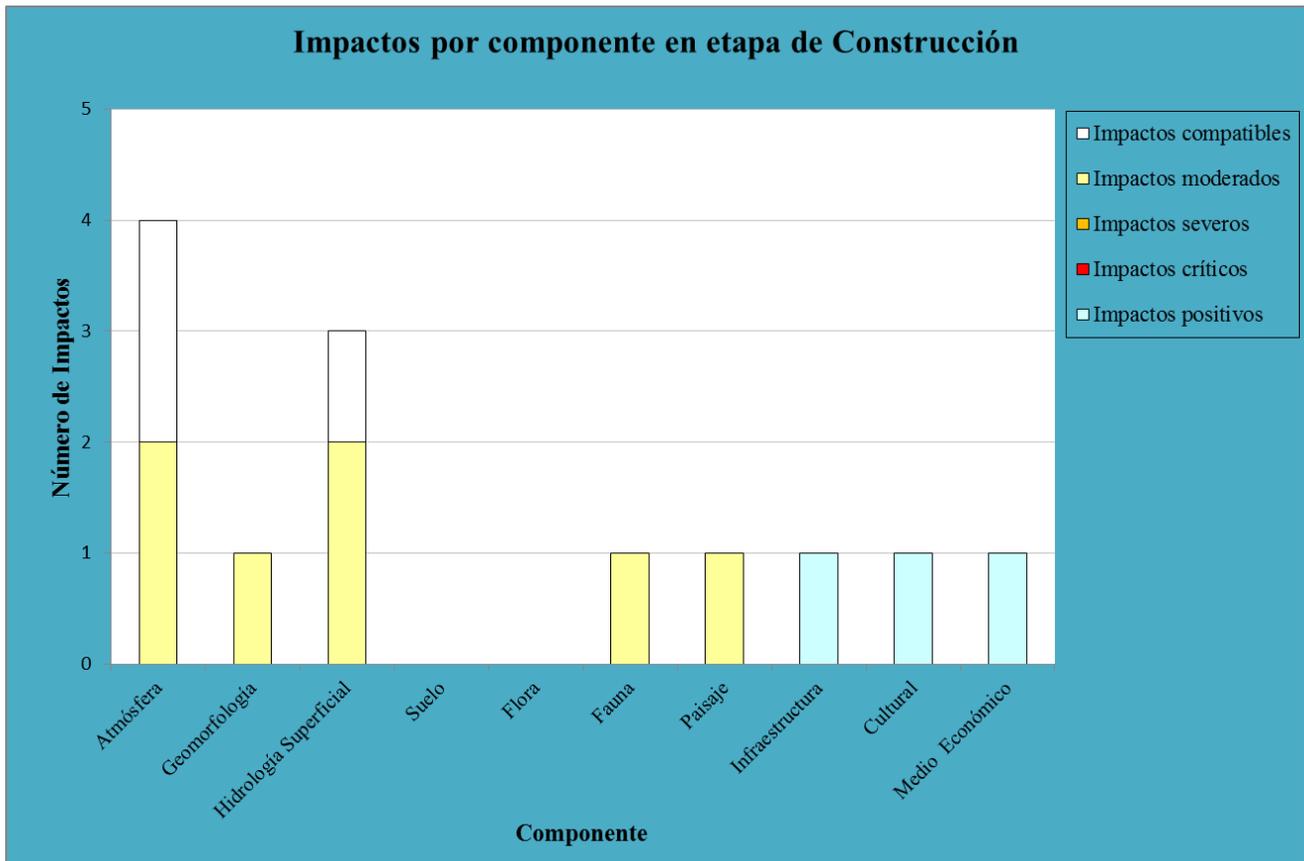


Figura 5.4. Tipos de impactos identificados y anticipados para la etapa de Construcción

- La atmósfera, geomorfología, hidrología, fauna y paisaje recibirán impactos adversos de importancia moderada y compatible, mientras que los componentes Infraestructura, Cultura y Medio económico recibirán impactos benéficos. Los componentes Flora y Suelo no recibirá impactos durante esta etapa del Proyecto.
- Durante el tiempo en que se desarrollará la etapa de construcción del Proyecto, se estiman impactos sobre la calidad del aire, generados por la emisión de polvos fugitivos, producto del movimiento de tierras y tránsito de vehículos; y la emisión de contaminantes a la atmósfera como consecuencia de la combustión del equipo y vehículos utilizados. Estos impactos adversos degradarán de forma moderada el factor, por lo que los impactos se consideran de intensidad media, inmediatos y de extensión parcial, aunque también se consideran fugaces, reversibles a corto plazo y recuperables de forma inmediata.

- Teniendo en cuenta las actividades que se pretenden desarrollar durante la etapa de construcción, el uso del equipo y maquinaria necesaria generará un aumento de importancia compatible en los niveles sonoros.
- De acuerdo al programa de trabajo, se contemplan turnos nocturnos para llevar a cabo las actividades de esta etapa, por lo que se prevé que se generen impactos de importancia compatible. Estos impactos se consideran de intensidad media, fugaces, reversibles a corto plazo y recuperables de manera inmediata.
- Tomando en cuenta que durante la etapa de preparación del sitio se realizó el retiro del suelo en la huella del Proyecto, no se contemplan impactos durante la etapa de construcción.
- La reubicación de la línea eléctrica supondrá modificaciones de baja intensidad que provocará una disminución del volumen de infiltración y por ende un incremento del volumen de escurrimiento. Ambos impactos se consideran de importancia compatible.
- Respecto al factor calidad del agua superficial, se prevé que durante esta etapa del Proyecto pudieran ocurrir alteraciones de baja intensidad y extensión, causada por el arrastre de algunos sedimentos generados por las actividades. Sin embargo, estas modificaciones se consideran irregulares o aperiódicas, fugaces, reversibles a corto plazo, y recuperables de manera inmediata, por lo que la importancia del impacto resulta compatible.
- Durante esta etapa del Proyecto ningún factor del componente Flora se verá impactado, puesto que durante las actividades de desmonte de la etapa anterior suponen la remoción total de la vegetación en la huella del Proyecto.
- A lo largo del desarrollo de la etapa de construcción se seguirá generando un efecto de ahuyentamiento de los individuos de fauna, sin embargo, la intensidad de este impacto se considera menor que en la etapa previa, puesto que se prevé que las actividades de la etapa de preparación ya hayan ahuyentado a la mayoría de los individuos presentes en la huella del Proyecto y en sus inmediaciones. La importancia de este impacto se considera moderada.
- Una vez desarrolladas las actividades de desmonte en la etapa de preparación del sitio, el sitio del Proyecto se encontrará desprovisto de los elementos naturales que en su momento atenuaban el paisaje. Teniendo en cuenta estos aspectos, durante esta etapa del Proyecto únicamente se prevén impactos adversos de importancia moderada sobre el factor "Continuidad Paisajística".
- El componente Infraestructura será el que reciba los mayores impactos benéficos de esta etapa, puesto que la construcción de la infraestructura necesaria para el desarrollo del Proyecto supone impactos benéficos de importancia moderada,

generados por las características permanentes, continuas y de extensión parcial que generara el impacto.

- El Proyecto contempla continuar con las capacitaciones previstas para la etapa de preparación del sitio durante la etapa de construcción. Esto representará impactos benéficos de importancia compatible. Estos impactos serán de baja intensidad, inmediato y temporal, así como acumulativos, ya que se asume que el personal ya contará con las capacitaciones generales impartidas durante la etapa previa (políticas, valores, ambiental, de seguridad, etc.).
- El componente Medio económico recibirá impactos benéficos de importancia moderada únicamente sobre el factor Desarrollo Económico, el cual al igual que la etapa previa, se verá impactado como consecuencia de la generación de empleos temporales, renta de equipo y maquinaria y la construcción de infraestructura que permitirá aumentar la eficiencia los procesos dentro de la Unidad Minera.

Operación:

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de Operación del proyecto (Anexo 5.3), se destacan las siguientes conclusiones parciales:

- La etapa de operación corresponde a la etapa que recibirá una menor cantidad de impactos adversos, ya que es en la que menos actividades y maniobras se desarrollarán.
- Los impactos adversos identificados corresponden únicamente a moderados y compatibles; mientras que los impactos benéficos identificados corresponden a moderados y severos, como se resume en el gráfico mostrado en la Figura 5.5.

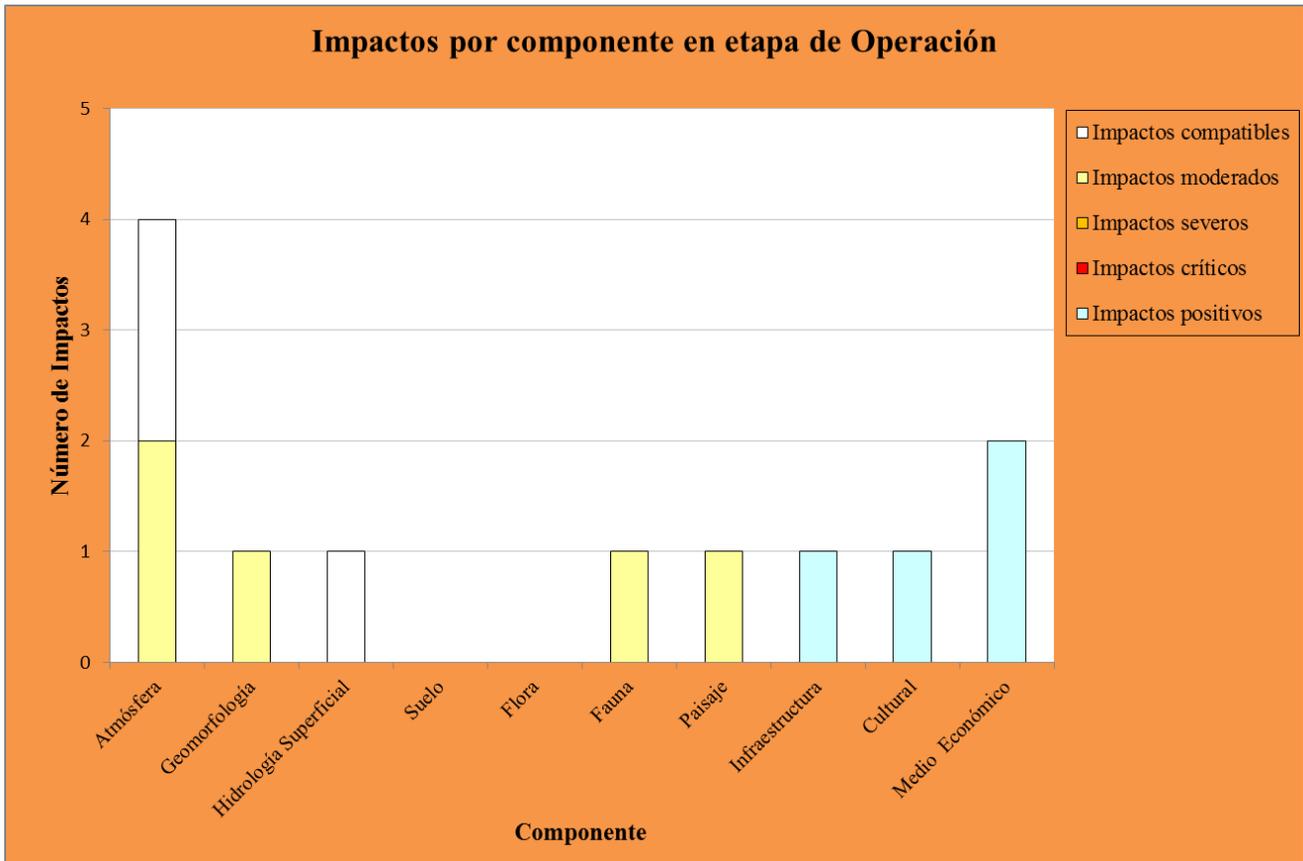


Figura 5.5. Tipos de impactos identificados y anticipados para la etapa de Operación

- La etapa de operación conllevará impactos de importancia moderada sobre la calidad del aire. Por una parte, el acarreo y disposición de material en las tepetateras, aunado al levantamiento de polvos por el uso de vehículos, supone impactos directos, de alta intensidad e inmediatos, pero fugaces y reversibles a corto plazo. Por otra parte, el uso de vehículos para el acarreo del material tendrá como consecuencia la emisión de contaminantes a la atmósfera. Estas emisiones generarán impactos de intensidad media, fugaces, reversibles a corto plazo y recuperables de manera inmediata.
- El ruido será un impacto provocado por la circulación de vehículos por la vía de acceso y por las actividades desarrolladas en las tepetateras, sin embargo, se considera de baja intensidad y de alcance local en ambos casos.
- Durante esta etapa del Proyecto se contemplan afectaciones sobre los niveles sonoros y lumínicos como consecuencia del desarrollo de las actividades inherentes al Proyecto. El ruido generado por el equipo y maquinaria que se utilizará para la operación, y el uso de luminarias en algunas zonas del Proyecto suponen impactos inmediatos, pero de baja intensidad, fugaces y reversibles corto plazo. En ambos casos, se prevé que los impactos sean de importancia compatible.

- No se prevén impactos al microclima, ya que estos habrían acontecido en la etapa de preparación del terreno.
- Se prevé que la etapa de operación sea la que represente mayores impactos sobre el componente Geomorfología, ya que la operación de las tepetateras implicará modificaciones continuas de la topografía del sitio como consecuencia de la disposición de tepetate. En este sentido, se considera que el impacto será de alta intensidad, permanente, irreversible y continuo. Estas características hacen que se considera como un impacto de importancia moderada.
- La operación de las tepetateras supondrá una posible afectación a la calidad del agua superficial, ya que al igual que en las etapas anteriores, el arrastre de sedimentos generados por las actividades de acarreo y disposición de material en las tepetateras generará impactos inmediatos, de baja intensidad, fugaces y reversibles a corto plazo. Por otra parte, no se prevén impactos sobre los factores “Escurremientos” e “Infiltración” ya que las actividades que pudieran influir sobre estos factores se realizarán durante las etapas previas.
- En lo que respecta a la fauna, solo se prevén impactos adversos de importancia moderada sobre el factor “Distribución espacial y temporal”, puesto que los factores “Hábitat” y “Especies protegidas” habrán recibido los impactos correspondientes en etapas previas. En este sentido, el factor impactado presentará afectaciones menores conforme pase el tiempo, ya que cuando se desarrolle esta etapa, la mayoría de los individuos de fauna presentes en el área del Proyecto y sus inmediaciones ya habrán huido. Dicho esto, el impacto sobre este factor se considera de baja intensidad, de extensión parcial, inmediato y permanente.
- Por su parte, el componente paisaje recibirá impactos adversos de importancia moderada sobre el Factor continuidad paisajística y visibilidad, ocasionados principalmente por la modificación topográfica generada por el crecimiento de las tepetateras durante su operación. Estas actividades supondrán impactos de intensidad media, de extensión parcial y permanentes.
- La operación de las tepetateras supondrá un servicio a la UMP, el cual generará un impacto benéfico de importancia severa sobre el factor “Servicios e Infraestructura”. El impacto sobre este factor se considera de muy alta intensidad, directo, permanente, inmediato e irreversible.
- El componente medio económico recibirá impactos benéficos de importancia moderada sobre dos de sus tres factores (Desarrollo económico y Uso del territorio para actividades productivas), ya que la operación de las tepetateras supondrá un incremento en la derrama económica de la mina, además de que supondrá el uso de la superficie para actividades productivas.

- Por último, el factor Vocación del suelo no recibirá ya impactos en la etapa de operación, ya que continuará estando limitada su vocación a partir de las actividades de preparación y construcción, de carácter permanente.

V.1.8 Valoración de impactos ambientales con ponderación de importancia de los Factores ambientales

Una vez determinado el grado de importancia de los impactos de las obras sobre los Factores ambientales, se realizó una nueva valoración de los impactos, esta vez ponderando el peso específico de los Factores ambientales dentro del Sistema Ambiental, es decir, el nivel de relevancia de cada Factor en la dinámica local del ecosistema respecto a los demás Factores.

Para lo anterior, se extrajeron primeramente los valores más altos de importancia de los impactos de cada matriz (Anexos 5.1 al 5.3), traspasándolos a la denominada Matriz de Ponderados, la cual se muestra en el Anexo 5.4. Después, a cada Factor ambiental identificado se le asigna un peso por su mayor o menor contribución a la situación ambiental, expresado en Unidades de Importancia (“UIP”). La determinación de los valores numéricos de cada peso se basó en el criterio conjunto del grupo de especialistas que participaron en la elaboración del presente estudio, para lo cual se predeterminaron un total de 1,000 UIP a ser repartidos entre los distintos factores ambientales de acuerdo a su grado de contribución al sistema ambiental.

En la Matriz de Ponderados (Anexo 5.4), se presentan junto a la columna de Factores Impactados las UIP asignadas a cada Factor ambiental. La columna del Total Absoluto representa entonces la sumatoria de los impactos ambientales de todas las acciones sobre cada Factor ambiental; mientras que la columna del Total Relativo representa la sumatoria del Total Absoluto más las Unidades de Importancia de cada Factor ambiental. La sumatoria por filas indica las incidencias del conjunto sobre cada Factor ambiental y por tanto, su “Fragilidad” ante el Proyecto. La suma por columnas da una valoración relativa del efecto que el conjunto de actividades y obras, y por tanto, su “Agresividad”.

De la matriz de valoración de impactos con ponderación de los factores ambientales del Proyecto (Anexo 5.4), se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a la tabla de total absoluto, el impacto de mayor importancia corresponde al desarrollo económico, mientras que en la tabla de valor relativo ocupa el segundo lugar de importancia.
- Conforme a la tabla de total relativo, el impacto sobre la cobertura vegetal es considerado como el de mayor importancia.
- Por la importancia del impacto adverso absoluto total que reciben (suma de los valores de importancia más altos que resultaron para cada Factor), los Factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como

aparecen en la Tabla 5.10.

- Por la importancia del impacto adverso relativo total que reciben (suma del valor relativo más la UIP del correspondiente Factor), los Factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como aparecen en la Tabla 5.11.

Tabla 5.10. Factores impactados por valor absoluto

No.	Factor
1	Desarrollo económico
2	Topografía
3	Distribución espacial y temporal de fauna
4	Calidad del aire (material particulado)
5	Continuidad paisajística
6	Servicios e infraestructura
7	Capacitación, educación y programas
8	Calidad del aire (emisiones)
9	Niveles sonoros
10	Niveles lumínicos
11	Escurrimientos
12	Calidad del agua superficial
13	Infiltración
14	Cobertura vegetal
15	Hábitat de fauna
16	Vocación del suelo
17	Cualidades estéticas
18	Especies protegidas de fauna
19	Microclima
20	Distribución espacial y temporal de flora
21	Especies protegidas y/o de interés especial
22	Potencial de erosión
23	Cobertura de suelo
24	Uso del territorio para actividades productivas
25	Profundidad efectiva del suelo

Tabla 5.11. Factores impactados por valor relativo

No.	Factor
1	Cobertura vegetal
2	Desarrollo económico
3	Topografía
4	Distribución espacial y temporal de fauna
5	Servicios e infraestructura
6	Especies protegidas y/o de interés especial
7	Hábitat de fauna
8	Continuidad paisajística
9	Especies protegidas de fauna
10	Calidad del aire (material particulado)
11	Distribución espacial y temporal de flora
12	Capacitación, educación y programas
13	Infiltración
14	Potencial de erosión
15	Calidad del agua superficial
16	Calidad del aire (emisiones)
17	Cobertura de suelo
18	Escurrimientos
19	Niveles lumínicos
20	Niveles sonoros
21	Vocación del suelo
22	Microclima
23	Profundidad efectiva del suelo
24	Cualidades estéticas
25	Uso del territorio para actividades productivas

VALOR ABSOLUTO

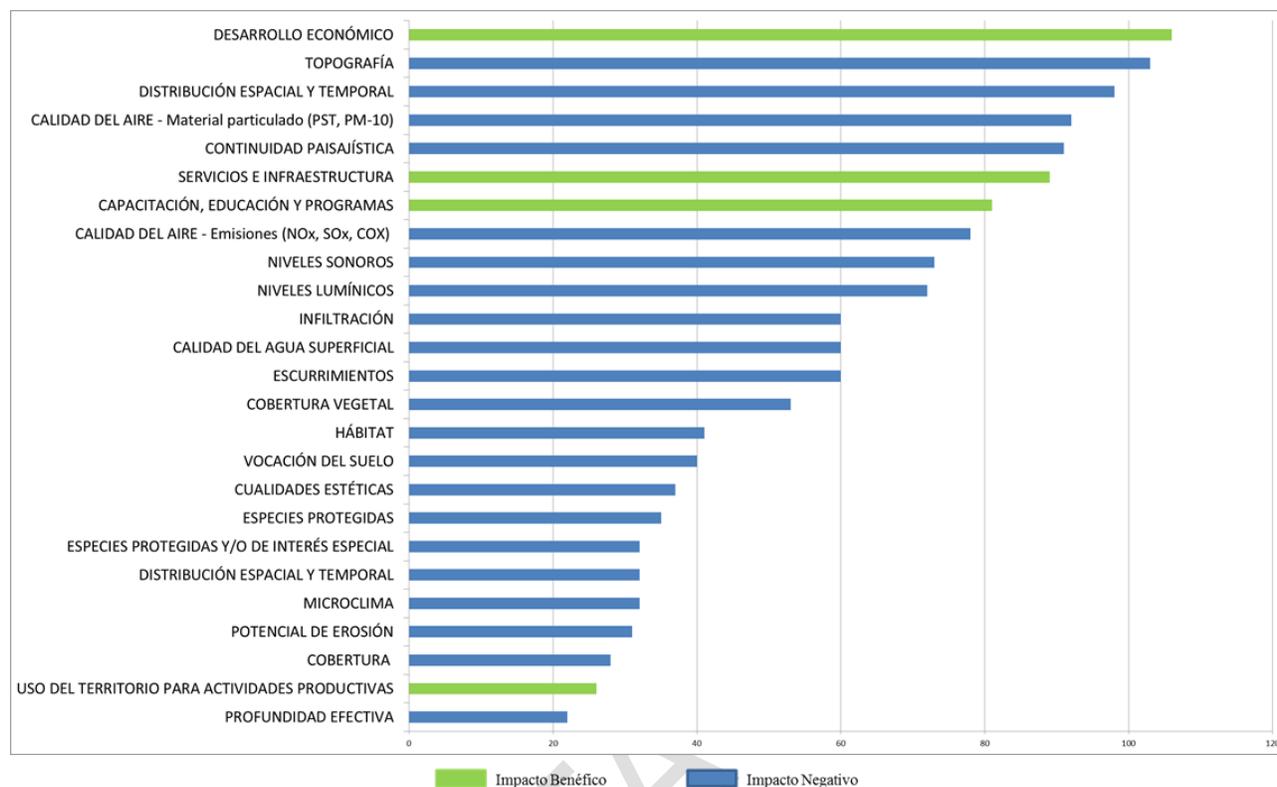


Figura 5.6. Factores ambientales ordenados de menor a mayor vulnerabilidad por su valor Absoluto de acuerdo a la importancia

VALOR RELATIVO

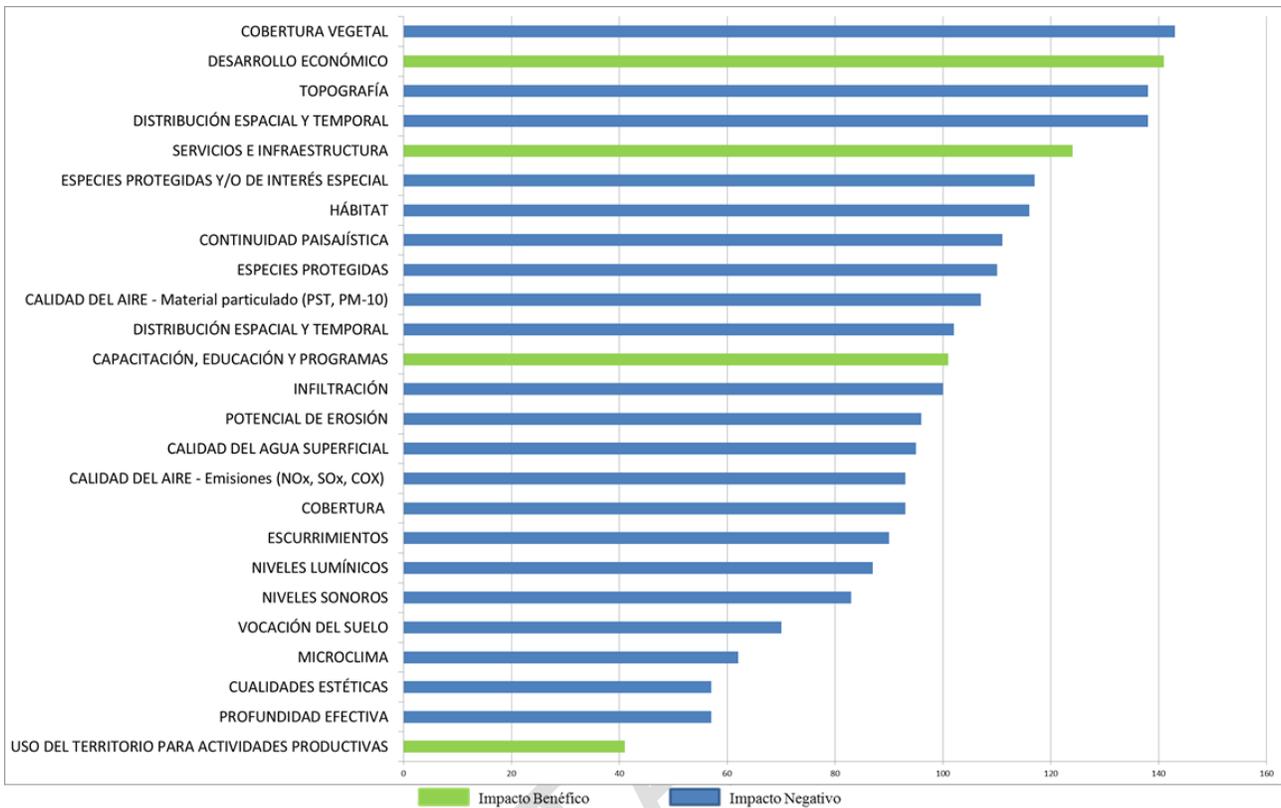


Figura 5.7. Factores ambientales ordenados de menor a mayor vulnerabilidad por su valor Relativo de acuerdo a la importancia

- Por la importancia del impacto Benéfico Relativo que reciben, los factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor importancia, como sigue: Desarrollo económico; servicios e infraestructura; capacitación, educación y programas; y uso del territorio para actividades productivas.
- Por la magnitud del impacto Adverso Relativo que reciben, los factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor importancia, como sigue: Cobertura vegetal, topografía, distribución espacial y temporal de fauna, especies protegidas y/o de interés especial, hábitat, continuidad paisajística, especies protegidas de fauna y calidad del aire (material particulado).
- El Medio biótico será el que reciba mayores impactos (cobertura vegetal, distribución espacial y temporal de fauna, especies protegidas y/o de interés especial, hábitat y especies protegidas de fauna).
- El Medio biótico recibirá únicamente dos impactos adversos, uno de ellos de carácter moderado y el otro de carácter compatible. Estos dos impactos corresponden al componente Fauna (distribución espacial y temporal; especies protegidas).

- El Medio Sociocultural recibirá dos impactos benéficos de carácter moderado y severo sobre los factores Capacitación, educación y programas y Servicios e infraestructura. Por su parte, el Medio Económico recibirá dos impactos positivos, uno de ellos de carácter compatible y otro de carácter moderado.

Los impactos identificados y anticipados para las tres etapas del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, abarcan afectaciones compatibles, moderadas y severas, así como impactos benéficos; esto se presente a manera de resumen gráfico en la siguiente figura:

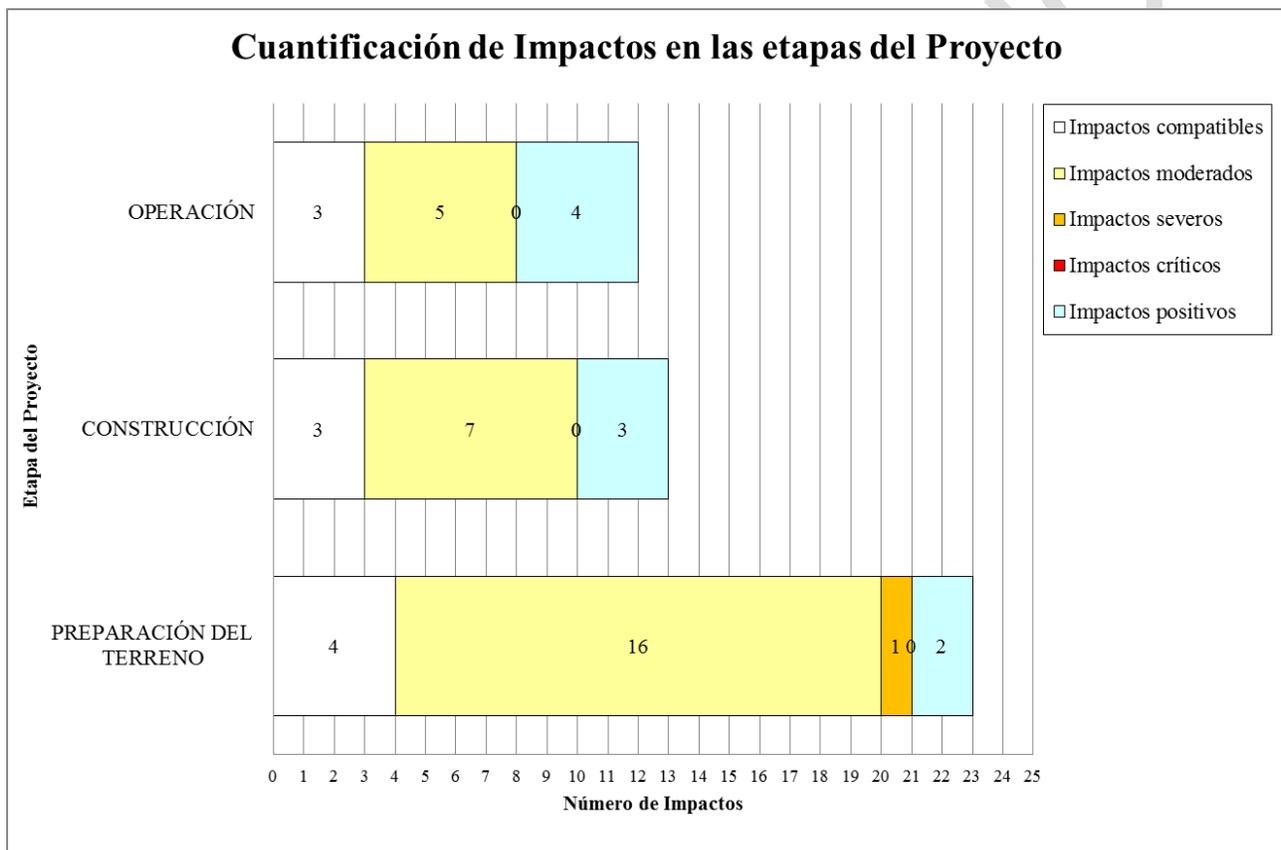


Figura 5.8. Tipos de impactos identificados y anticipados para las etapas del Proyecto

V.2 Caracterización de los impactos

De acuerdo las definiciones integradas en el Glosario de esta MIA-P (Sección VIII.3) y con base en el Artículo 3o, Fracción IX del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, un impacto ambiental significativo o relevante es aquel que “provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales”.

Conforme al proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales (EIA) desarrollado para el Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, ninguno de los impactos identificados provocará alteraciones que obstaculicen la existencia de ningún ser vivo, ni la continuidad de los procesos naturales. En estos términos, el Proyecto no generará impactos potenciales significativos o relevantes.

No obstante, las metodologías empleadas permitieron identificar los impactos potenciales, de importancias compatibles, moderadas y severas, que se presentarán sobre los componentes ambientales a partir de la realización de las obras y actividades en cada etapa del Proyecto. Cabe remarcar que ninguno de los Factores evaluados para todas las obras en cada una de las tres etapas, resultó de importancia crítica. Así también, la valoración y jerarquización de los impactos permitió discernir los impactos principales de los secundarios o de menor importancia, considerándose como impactos principales del Proyecto, aquellos cuyo valor de importancia relativa resultó más alto, en virtud de que convergen algunas de las siguientes condiciones: que la evaluación de sus atributos resultó en los mayores valores de importancia; que la influencia sobre el Factor alterado se presenta en más de una etapa del desarrollo del Proyecto (preparación, construcción y operación); y que la ponderación del Factor ambiental alterado (UIP), sea alta en el contexto del Sistema Ambiental. En esta sección se interpretan y se describen los impactos identificados como principales a partir de las matrices de importancia y de la matriz de ponderados con su jerarquización.

V.2.1 Descripción de los impactos principales

A continuación, se describen los impactos interpretados y definidos como principales, tanto adversos como positivos, que se estima generará el desarrollo del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, a los cuales se les ha designado un código respecto al componente ambiental sobre el cual se presentarán.

Impactos Adversos

Atmósfera

Atm-1 Disminución de la calidad del aire por emisiones de PST

El uso de vehículos durante las tres etapas del Proyecto, para el desarrollo de las actividades de preparación del sitio, construcción y acarreo del material durante la etapa de operación, además del movimiento de tierras durante todas las etapas (desmonte, despalme, excavaciones, cortes, rellenos), supondrá una disminución de la calidad del aire en el sitio del Proyecto. Este impacto se considera principal ya que como se mencionó anteriormente, se presentará durante todas las etapas del Proyecto.

Geomorfología

Geo-1 Modificación de la topografía

La esencia principal del Proyecto consiste en la construcción de tepetateras, por lo que el impacto generado sobre la topografía del sitio se concibe como necesario. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las actividades de cortes, rellenos y nivelaciones generarán impactos puntuales sobre este componente; además, la disposición de tepetate, aunada a las actividades de conformación desarrolladas durante la operación, generarán modificaciones de alta intensidad sobre este factor.

La aparición de este impacto durante las tres etapas del Proyecto, además de la naturaleza del mismo, hacen que el impacto sobre el factor Topografía se considere como principal.

Flora

FI-01 Disminución de la cobertura vegetal

De acuerdo a la evaluación y repartición de las Unidades de Importancia Ambiental para cada uno los Factores involucrados en el proceso de evaluación de impactos ambientales, la cobertura vegetal se consideró como el Factor de mayor valor relativo en el Sistema Ambiental, otorgándole peso para identificarlo como un factor sobre el cual se puede presentar un impacto principal. A estas cualidades, hay que agregar que se prevén impactos de importancia severa sobre este factor durante la etapa de preparación del sitio.

En este entendido, el proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras supone el desmonte para un cambio de uso de suelo en una superficie de 244.5958 hectáreas de terrenos forestales, de las cuales, 191.7932 ha corresponden a Matorral Desértico Micrófilo y 52.8031 ha corresponden a Matorral Desértico Rosetófilo. Este desmonte generará un impacto directo de alta intensidad sobre la superficie de cobertura vegetal dentro del área del Proyecto.

Las actividades que ocasionarán estos impactos se consideran inherente al cambio de uso de suelo, sin embargo, debe presentarse de forma muy bien delimitada; y a través del cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación que se proponen en el Capítulo VII, se marcará la pauta para suponer que el proyecto pueda ser viable desde el punto de vista ambiental y ecológico.

FI-02 Afectación a las especies protegidas y/o de interés especial

De acuerdo a la identificación y otorgamiento de la Unidad de Importancia Ponderadas, las especies protegidas y/o de interés especial representan un factor de alta importancia en el SA, debido a la cantidad de especies e individuos presentes y a la función que tiene cada especie dentro del ecosistema.

De acuerdo a la información contenida en el capítulo IV de la presente MIA, se identificaron 5 especies de flora enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De esta forma, se estima que las actividades de cambio de uso de suelo impactarán directamente a los individuos de estas especies.

Fauna

Fa-1 Alteración a la distribución espacial y temporal de la fauna

Tal y como se muestra en el diagnóstico ambiental (apartado IV.2.5) de la presente MIA, el área ocupada por la UMP presenta afectaciones sobre el componente Flora y Fauna. En este sentido, la fauna presente en las inmediaciones de la Unidad se ha adaptado a las condiciones de disturbio del sitio, utilizando como hábitat las zonas forestales que aún se han conservado. De esta forma, el retiro de la cubierta vegetal en 244.5958 ha del Proyecto, hacen una combinación con impactos como lo es el aumento de los niveles sonoros y/o lumínicos en nuevas áreas, generará impactos acumulativos sobre la distribución espacial y temporal de fauna.

En otros aspectos, la UMP ha operado exitosamente por varios años realizando actividades que han ocasionado ahuyentamiento de los individuos de fauna en el área del Proyecto y sus inmediaciones. Sin embargo, el peso ponderado del componente Fauna y más específicamente el factor “Distribución espacial y temporal de la fauna”, añadido a la constancia con la que se prevé el impacto, obligan a considerarlo como principal.

Fa-2 Pérdida del hábitat

La pérdida de la cobertura vegetal en 244.5958 ha del Proyecto, supone entre otras afectaciones indirectas, la pérdida del hábitat para especies de fauna. La importancia de este impacto radica en las condiciones actuales del AI, en donde el desarrollo de las actividades minero industriales han generado una degradación del componente Flora, y por consiguiente, la pérdida gradual del hábitat.

De esta forma, las actividades de desmonte supondrán un impacto sobre el factor Hábitat de fauna únicamente durante la etapa de preparación del sitio, sin embargo, la intensidad e importancia del impacto conllevan a considerarlo un impacto principal.

Paisaje

Pa-1 Disrupción de la continuidad paisajística y visibilidad

Los impactos sobre el factor “Continuidad paisajística” es un impacto que acontece como consecuencia del desarrollo de diferentes obras y actividades del Proyecto, especialmente de las actividades de cambio de uso de suelo (desmonte). Así pues, el desmonte de 244.5958 ha representará la disminución de continuidad paisajística, ya que actualmente, las áreas forestales presentes en Área de Influencia del Proyecto representan un foco de atenuación dentro de la cuenca visual. Una vez que se haya retirado la

cobertura vegetal en dicha superficie, la presencia de las obras y actividades mineras que desarrolla la UMP serán más apreciables. Además de los efectos previamente descritos, la inserción de obras como la línea eléctrica durante la etapa de construcción, o el crecimiento de las tepetateras durante la etapa operativa, generarán una alteración indirecta sobre este factor.

Se considera éste como un impacto principal debido a que se generará durante la realización de las actividades consideradas en cada una de las tres etapas del Proyecto, siendo moderado en todas ellas.

Impactos benéficos

Además de los impactos adversos descritos anteriormente, el desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras causará impactos positivos de importancia compatible a severa para el Medio socio cultural y económico. En la Tabla 5.12 se describen los impactos positivos.

Tabla 5.12. Impactos benéficos identificados

Factor ambiental	Código	Impacto potencial
Servicios e infraestructura	Inf-01	La etapa operativa del Proyecto supondrá un servicio necesario para continuar con el desarrollo de las actividades de la Unidad, por lo que este impacto se considera de alta importancia.
Capacitación, educación y programas	Cul-01	Durante el desarrollo de las tres etapas del Proyecto se contemplan talleres de capacitación para el desarrollo de capacidades, talleres de educación de la región y capacitaciones laborales.
Desarrollo económico	Me-01	La necesidad de más superficie para la disposición de tepetate en la UMP, significa que el desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras supondrá un impacto benéfico sobre el desarrollo económico de la Unidad, y por ende de la región.
Uso de territorio para actividades productivas	Me-02	La operación de las tepetateras supondrá el uso de las superficies del Proyecto para el desarrollo de actividades productivas para el desarrollo de la UMP.

V.3 Impactos Acumulativos

La ejecución del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras conlleva una serie de impactos evaluados como de importancia severa, moderada y compatible (asimilables), con diferentes grados de acumulación. Los impactos acumulativos son aquellos que pueden ser acentuados o sumados a los impactos a determinado Factor ambiental, ya sean entre las mismas obras y actividades pretendidas dentro de los polígonos del Proyecto, obras y actividades existentes en su entorno, e incluso por la dinámica natural y de uso de suelo del terreno y región.

De acuerdo a las características y ubicación del Proyecto, aunado al estado actual del entorno, se prevé que la mayoría de los impactos identificados y evaluados en la presente MIA, tienen características acumulativas a los impactos generados por el resto de obras existentes y actividades que se desarrollan dentro de la UMP, por lo que para fines descriptivos de impactos acumulativos, se descartaron aquellos impactos que aun cuando

cuentan con características acumulativas, no presentan relevancia, o el impacto es mínimo dentro del área de influencia. Para efectos de relevancia en la acumulación de impactos, se considera como relevante a aquellos impactos identificados que pudieran modificar sustancialmente el factor evaluado, en este entendido, la descripción de los impactos acumulativos lleva a la descripción de la acumulación que presentarán los impactos principales.

Atendiendo lo mencionado en el párrafo anterior, los impactos acumulativos principales del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, corresponden a:

- Disminución de la calidad del aire.

Actualmente existen varias actividades desarrolladas dentro de la UMP que generan de forma indirecta la disminución de la calidad del aire. Por una parte, el levantamiento de polvos generado como consecuencia de la explotación, acarreo y movimientos de grandes volúmenes de minerales, de suelo y de material rocoso, propicia la disminución parcial de la calidad del aire. Por otra parte, el uso de vehículos, maquinaria y equipo dentro de la unidad supone la emisión de contaminantes a la atmósfera, y consecuentemente, una disminución a la calidad del aire.

Dicho esto, la generación de polvos fugitivos por el movimiento y disposición de suelo y material estéril, además de la emisión de contaminantes por el uso de vehículos, equipo y maquinaria en el Proyecto, suponen impactos acumulativos a los descritos en el párrafo anterior.

- Modificaciones geomorfológicas

Como se mencionó a lo largo del presente capítulo, el componente geomorfología será el que presente impactos de mayor intensidad durante la etapa de operación, ocasionado por la constante modificación de la topografía por la disposición de tepetate en las tepetateras. Este impacto, aunado al que se generará durante las etapas de preparación y construcción sobre este factor, serán acumulativos a las modificaciones geomorfológicas dentro del AI y SA, ocasionadas por las necesidades de la UMP.

- Pérdida de la cobertura del suelo

El retiro de la cubierta orgánica del suelo en la superficie donde se pretende realizar el desmonte de la vegetación generará un impacto acumulativo al que actualmente se presenta por la remoción de esta capa de suelo orgánico en diferentes superficies del AI por actividades minero industriales.

- Pérdida de la cubierta vegetal en las áreas del Proyecto

El desmonte de la vegetación en 244.5958 ha de la superficie del Proyecto supone la pérdida de la cubierta vegetal, acumulándose a los impactos generados por desmontes

en diferentes superficies dentro del Área de Influencia, con la finalidad de desarrollar diferentes actividades asociadas a los procesos de la Unidad Minera Peñasquito.

- Modificación a la distribución espacial y temporal de fauna

El conjunto de actividades previstas para el desarrollo del Proyecto generarán efectos indirectos de ahuyentamiento de los individuos de fauna. Este impacto se considera acumulativo a los efectos de ahuyentamiento que generan las actividades que se realizan actualmente para el funcionamiento de la UMP, y las cuales han ocasionado un desplazamiento de diferentes especies y la adaptación de algunas otras al disturbio generado por la Unidad.

- Transformación del paisaje y visibilidad

El impacto que generará el Proyecto sobre la continuidad paisajística y la visibilidad ocasionado por el desmonte de la vegetación, modificaciones constantes a la topografía y la integración de nuevos elementos artificiales, será acumulativo a las modificaciones que se han generado por la transformación gradual del entorno provocada por las actividades mineras de la UMP.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Como preámbulo a la descripción de las medidas que serán aplicadas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados que potencialmente generará el desarrollo del Proyecto, es importante recalcar que éste no se considera como un proyecto independiente y ajeno, sino que debe integrarse dentro del contexto operativo, administrativo, manejo ambiental y cumplimiento a las regulaciones, normatividad y política ambiental de Goldcorp. En este sentido cabe matizar que todas las operaciones de Minera Peñasquito están regidas por estándares instituidos por el corporativo (Goldcorp Inc.), que resalta su compromiso con la minería responsable y con la excelencia en la sustentabilidad, expresado a través de sus políticas enfocadas a diferentes áreas funcionales, como lo son: seguridad industrial y salud ocupacional, medio ambiente, responsabilidad social corporativa, y la seguridad de los empleados, contratistas y activos de Goldcorp. Como instrumento para el cumplimiento del compromiso manifestado, maneja un Sistema de Gestión para la Excelencia en Sustentabilidad, conocido por su acrónimo en inglés como SEMS, el cual aplica a toda propiedad de Goldcorp, incluidos proyectos de exploración, proyectos de desarrollo, unidades en operación o propiedades en rehabilitación/cierre; y que tiene como objetivos principales el cumplimiento regulatorio, el cumplimiento de los estándares de Goldcorp, el cumplimiento de los compromisos voluntarios, la gestión responsable de riesgos, y la mejora continua, enfatizando en la responsabilidad y rendición de cuentas en cuanto a la sustentabilidad en todos los niveles organizacionales.

De entre los estándares específicos de desempeño ambiental integrados en el SEMS, destacan los siguientes en relación al proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras:

- Manejo de Productos Químicos e Hidrocarburos
- Residuos Sólidos y Peligrosos
- Gestión del Agua
- Control de Emisiones a la Atmósfera
- Biodiversidad y Uso de Suelo
- Monitoreo Ambiental

Con base en los estándares específicos de desempeño ambiental en los rubros previamente citados, Minera Peñasquito cuenta con planes, programas y procedimientos establecidos y activos en la unidad minera para el control, prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales que se generan por las operaciones ordinarias desde hace algunos años, lo que se traduce en una amplia trayectoria en la ejecución de medidas, que a su vez abona a la aplicación de las medidas específicas y del Plan de Manejo y Vigilancia Ambiental para el proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, que se describen más adelante en el presente capítulo; en virtud de que todos los impactos identificados son de la misma naturaleza de los impactos que previamente se han generado dentro del Área de Influencia, tal como se concluyó en Capítulo V de esta MIA-P.

VI.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación

A continuación, se describen aquellas medidas aplicables para el apropiado manejo ambiental de los impactos principales (Apartado V.2.1) derivados de la ejecución del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, y que aplican directamente a los impactos detectados durante la evaluación del proyecto en sus tres etapas. En cada descripción se menciona la clave del impacto, el componente ambiental involucrado, el tipo de medida, la etapa en la que tendrá mayor relevancia su aplicación, el recurso que se requiere para realizarla, el indicador para su medición y la manera en la que se le dará seguimiento. Posteriormente, se presenta la descripción ampliada de cada medida mostrada en las siguientes tablas.

Tabla 6.1. Medidas aplicables para el impacto Atm-01 (Componente Atmósfera)

Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapas en la que se aplicará	Recurso	Indicador	Seguimiento
Atm-01/ Disminución de la calidad del aire por emisiones de PST	Md-01	Riego de las áreas de trabajo	Mitigación	Preparación, Construcción y Operación	Camión pipa 10,000 lts	Número de riegos por semana	Bitácora de registro de riegos de áreas de trabajo
	Md-02	Control de velocidad de vehículos y camiones de acarreo en el sitio	Mitigación	Preparación, Construcción y Operación	Señalética en las rutas de acceso y acarreo del Proyecto; y Curso de manejo defensivo	Número de señales instaladas; y horas de capacitación recibida	Evidencia fotográfica de las señales instaladas

Tabla 6.2 Medidas aplicables para el impacto Geo-01 (Componente Geomorfología)

Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapas en la que se aplicará	Recurso	Indicador	Seguimiento
Geo-01/ Modificación de la topografía	Md-03	Delimitación de áreas autorizadas	Preven- ción	Preparación	Personal y material de señalización	Número de marcas, áreas delimitadas	Evidencia fotográfica de la delimitación
	Md-04	Estabiliza- ción de taludes	Preven- ción	Operación	Personal y maquinaria	Áreas estabilizadas	Evidencia fotográfica de conservación de taludes

Tabla 6.3. Medidas aplicables para los impactos FI-01 y FI-02 (Componente Flora)

Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapas en la que se aplicará	Recurso	Indicador	Seguimiento
FI-01/ Disminución de la	Md-03	Delimitación de áreas autorizadas	Preven- ción	Preparación	Personal y material de señalización	Número de marcas, áreas	Bitácora de delimitación de áreas

Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapas en la que se aplicará	Recurso	Indicador	Seguimiento
cobertura vegetal						delimitadas	autorizadas
	Md-05	Rescate y reubicación de flora	Mitigación y compensación	Preparación	Personal, equipos, capacitación y talleres	Número de individuos rescatados y reubicados	Reportes de rescate y reubicación y reporte de seguimiento
	Md-06	Prohibición de extracción de individuos de flora	Preven- ción	Preparación	Curso de inducción	Horas de capacitación recibida	Listas de asistencia y aprobación del examen de conocimientos
	Md-07	Prohibición de fuegos o quemas	Preven- ción	Preparación	Curso de inducción	Horas de capacitación recibida	Listas de asistencia y aprobación del examen de conocimientos
FI-02/ Especies protegidas y/o de interés especial	Md-03	Delimitación de áreas autorizadas	Preven- ción	Preparación	Personal y material de señalización	Número de marcas, áreas delimitadas	Bitácora de delimitación de áreas autorizadas
	Md-05	Rescate y reubicación de flora	Mitigación y compensación	Preparación	Personal, equipos, capacitación y talleres	Número de individuos rescatados y reubicados	Reportes de rescate y reubicación y reporte de seguimiento
	Md-06	Prohibición de extracción de individuos de flora	Preven- ción	Preparación	Curso de inducción	Horas de capacitación recibida	Listas de asistencia y aprobación del examen de conocimientos
	Md-07	Prohibición de fuegos o quemas	Preven- ción	Preparación	Curso de inducción	Horas de capacitación recibida	Listas de asistencia y aprobación del examen de conocimientos
	Md-08	Se prohíbe la introducción de especies exóticas de flora	Preven- ción	Preparación, Construcción y Operación	Curso de inducción	Horas de capacitación recibida	Listas de asistencia y aprobación del examen de conocimientos

Tabla 6.4. Medidas aplicables para el impacto Fa-01 (Componente Fauna)

Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapas en la que se aplicará	Recurso	Indicador	Seguimiento
Fa-01 / Alteración a la distribución espacial y temporal de la fauna	Md-03	Delimitación de áreas autorizadas	Preven- ción	Preparación	Personal y material de señalización	Número de marcas, áreas delimitadas	Bitácora de delimitación de áreas autorizadas
	Md-09	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Preven- ción, y mitiga- ción	Preparación	Personal, equipos de manejo de fauna, señalización, capacitación y talleres	Número de individuos rescatados y reubicados	Bitácoras de registro de ahuyentamiento, capturas y reubicaciones de fauna silvestre
	Md-10	Prohibición de cacería e introducción de especies exóticas de fauna	Preven- ción	Preparación	Curso de inducción	Horas de capacitación recibida	Listas de asistencia y aprobación del examen de conocimientos
Fa-02 / Pérdida del hábitat	Md-03	Delimitación de áreas autorizadas	Preven- ción	Preparación	Personal y material de señalización	Número de marcas, áreas delimitadas	Bitácora de delimitación de áreas autorizadas
	Md-07	Prohibición de fuegos o quemas	Preven- ción	Preparación	Curso de inducción	Horas de capacitación recibida	Listas de asistencia y aprobación del examen de conocimientos

Tabla 6.5. Medidas aplicables para el impacto Pa-01 (Componente Paisaje)

Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapas en la que se aplicará	Recurso	Indicador	Seguimiento
Pa-01/ Disrupción de la continuidad paisajística y visibilidad	Md-05	Rescate y reubicación de flora	Mitiga- ción y compen- sación	Preparación	Personal, equipos, capacitación y talleres	Número de individuos rescatados y reubicados	Reportes de rescate y reubicación y reporte de seguimiento
	Md-11	Orden y limpieza de las áreas correspondientes a tepetateras y áreas de maniobras	Mitiga- ción	Operación	Personal	Número y tipo de acciones destinadas a las actividades de limpieza	Evidencias fotográficas de las actividades de limpieza

VI.1.1 Descripción ampliada de las medidas para los impactos principales

Md-01. A fin de minimizar la emisión y dispersión de polvos fugitivos, producto de las actividades propias de las etapas de preparación, construcción y operación de las tepetateras (desmante, despalme, cortes, rellenos, excavaciones, movimiento de tierras y tránsito de vehículos), se humedecerán periódicamente tanto los accesos a los polígonos del Proyecto en los que se estén realizando actividades, como los mismos frentes de trabajo, siempre que esto no interfiera con las maniobras planeadas.

El humedecimiento se deberá de realizar con pipas en las diferentes obras del proyecto. El registro de humedecimiento de caminos se realizará de acuerdo a lo descrito en el Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental.

Para la etapa de operación, las áreas del Proyecto deberán integrarse al programa de monitoreo de calidad de aire de la UMP y con base en los resultados se evaluará la necesidad de implementar riegos adicionales y solo sobre las áreas que mantengan actividad regularmente y que sean potenciales generadoras de emisiones de polvos fugitivos.

Md-02 Se deberá mantener un control de la velocidad de los vehículos y camiones de acarreo que transitan hacia y dentro de las áreas del Proyecto, para mitigar con ello la emisión de polvos fugitivos. Para la aplicación de esta medida se deberá complementar la señalética en las rutas de acceso y acarreo del Proyecto, colocando letreros informativos y restrictivos que indiquen el límite de velocidad de 40 km/hr, en aquellos sitios donde haga falta incrementar el número de señales. El control de la velocidad será una medida de mitigación vigente durante todas las etapas del Proyecto, aunque la instalación complementaria de señalética se deberá realizar en la etapa de preparación, incorporándose las nuevas señales al programa de mantenimiento y/o reposición de señales de tránsito dañadas con el que cuenta la UMP.

Se considera que esta medida es complementaria a las medidas ya instauradas en la UMP en materia de conducción de vehículos, ya que para poder conducir en los caminos internos los choferes deben aprobar un curso de conducción defensiva en el que se les instruye en el reglamento para el uso de las vialidades en la UMP, incluyendo las restricciones de velocidad. El curso incluye un examen de conocimientos, que es requisito aprobar para obtener la licencia de manejo interna, sin la cual nadie puede manejar un vehículo dentro de la unidad minera. Se mantiene una constante vigilancia sobre el cumplimiento del reglamento de tránsito, y cometer infracciones, como superar los límites de velocidad permitidos, puede ser causa de revocación de la licencia.

Md-03. La delimitación de las áreas autorizadas para la realización de los trabajos, será una medida que prevendrá impactos sobre varios de los componentes ambientales en áreas aledañas a los polígonos del Proyecto, e indirectamente favorece a que los

efectos adversos de algunos de los impactos identificados sean de extensión puntual (efectos muy localizados). Por ello, previo al inicio de las actividades de desmonte se delimitará con ayuda de estacas, cinta *flagging*, o cualquier otro elemento visual identificable, el área que cubren los polígonos del Proyecto. A continuación, se describe la forma adecuada la delimitación:

- *Georreferenciación*: Se debe de contar con cartografía y planos georreferenciados de los polígonos correspondientes a cada componente del Proyecto, así como con las coordenadas de sus vértices; dichas coordenadas serán utilizadas para realizar el marcaje perimetral en campo.
- *Marcaje*: El marcaje será la manera de delimitar visualmente los polígonos dentro de los cuales se podrán realizar las diferentes actividades para la preparación y construcción del Proyecto. Para el marcaje se deberán emplear elementos visibles y fácilmente identificables como límites de áreas autorizadas, que usualmente consisten en estacas o cinta *flagging*, sin que esto sea limitativo. Los elementos visuales deberán ser de colores brillantes o llamativos, y serán colocados en cada vértice de los polígonos.

Md-04. Los principales taludes a generar serán parte de las diferentes tepetateras y de los bancos de suelo del proyecto. De esta forma, se deberá verificar el cumplimiento de las pendientes de diseño descritas en el Capítulo II de la presente MIA-P, asegurando una compactación adecuada para evitar que las escorrentías que capture y conduzca no generen surcos, provoquen un deslave y erosionen el suelo. Así mismo, si las actividades de cortes y rellenos generar taludes en el resto de los polígonos o componentes del Proyecto, se deberán estabilizar suavizando al máximo su pendiente para reducir el riesgo de erosión y de accidentes.

Md-05. Antes de comenzar las actividades de desmonte, es necesario realizar la identificación de especies susceptibles a ser reubicadas. Esta identificación tendrá énfasis sobre las cinco especies que se encuentran en listas dentro de la normatividad (NOM-059-SEMARNAT-2010).

La superficie destinada para la reubicación de ejemplares es de 4 hectáreas divididas en 2 polígonos (Área de Matorral Desertico Microfilo y la otra sobre Área de matorral Desertico Rosetofilo), uno de ellos ubicado al Oeste, y el otro al Este del Proyecto. Ambas zonas mantienen condiciones similares a las del Proyecto, y aunque actualmente muestra cierto nivel de degradación natural, la reubicación de especies a este sitio es favorable. Dentro del Anexo 6.1 se muestra el plano con la ubicación del polígono del Área para reubicación de los ejemplares de flora rescatados.

Los procedimientos para la reubicación de ejemplares se acotarán a lo descrito en el Programa de Manejo Ambiental.

Se contempla el rescate y reubicación de 7,822 individuos de flora de 5 especies (todas ellas enlistadas NOM-059), conforme a la siguiente relación:

Tabla 6.6. Número de individuos a rescatar por especie

No.	Nombre científico	Nombre de campo	Individuos a rescatar
1	<i>Ariocarpus retusus</i>	Roca viviente	1,690
2	<i>Coryphantha delicata</i>	Biznaga partida	1,123
3	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga burra	2,275
4	<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga colorada	1,162
5	<i>Lophophora williamsii</i>	Peyote	1,572
Total			7,822

Md-06. Dado que la ejecución del cambio de uso de suelo se realizará de forma gradual y progresiva, se evitará la extracción de especies de flora de terrenos que aun conserven vegetación durante el desarrollo de las primeras etapas del Proyecto, esto con la finalidad de mitigar los impactos al componente. Para la aplicación de esta medida, se informará enfáticamente al personal que participe del Proyecto sobre esta restricción y las consecuencias de no acatarla, entre otros temas de interés sobre protección y conservación ambiental, de los que se hablará en los cursos de capacitación que deberán aprobar para laborar en el Proyecto.

Md-07. Se prohíbe el uso de fuego para cualquier actividad dentro del Proyecto, incluyendo fogatas y quemas de vegetación controlada. Para esto, en el curso de inducción se les informará a los trabajadores sobre las prohibiciones y obligaciones, entre las que se enfatizará la restricción sobre el uso de fuego para sus actividades.

Md-08. Se prohibirá la introducción de especies exóticas de flora en las áreas del Proyecto que aun conserven su cobertura vegetal en función de la gradual y progresiva ocupación de los terrenos, así como en el área destinada para la reubicación de especies de flora y fauna rescatadas, esto con el fin de evitar la proliferación de plagas, así como mayores afectaciones sobre la distribución espacial y temporal de la vegetación. Esta condición se hará cumplir a partir de la capacitación que recibirá el personal, siendo uno de los temas a tratar en el curso de inducción.

Md-09. Previo a iniciar los trabajos de cambio de uso de suelo dentro de las áreas autorizadas para el desarrollo del Proyecto, se deberá entrar con una cuadrilla de 3 personas para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna. Los procedimientos para el ahuyentamiento, el rescate y la reubicación se acotarán a lo expuesto en el Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental. En todo momento se dará prioridad a las especies que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y a aquellas especies de fauna consideradas como de baja movilidad. Los individuos de fauna capturados para su reubicación, deberán de mantenerse en sitios adecuados, sombreados y con agua un lapso de tiempo no mayor a 24 horas para su reubicación.

Los ejemplares rescatados serán reubicados en cualquiera de los dos polígonos destinados para la reubicación de especies de flora, o en los terrenos aledaños a ellos. Dichos polígonos se localizan al Oeste y Este del Proyecto, y su ubicación específica se muestra en el Anexo 6.1.

Md-10. Se evitará todo tipo de cacería de cualquier especie de fauna, así como la introducción de especies exóticas, con la finalidad de evitar mayores impactos a la flora y la fauna nativa. Para la aplicación de esta medida, se informará enfáticamente al personal que participe del Proyecto sobre esta restricción y las consecuencias de no acatarla, entre otros temas de interés sobre protección y conservación ambiental, de los que se hablará en los cursos de capacitación que deberán aprobar para laborar en el Proyecto.

Md-11. A fin de mitigar el impacto al componente paisajístico, las áreas de trabajo (áreas de maniobras, tepetateras, línea eléctrica y almacén de suelo) deberán permanecer limpias y ordenadas, libres de basura y sin materiales y equipo dispersos. El Supervisor Ambiental hará recorridos periódicos durante la operación del Proyecto, para verificar el cumplimiento de estas condiciones, o en caso contrario, solicitar al personal y/o contratistas que hagan uso de áreas que realicen acciones de limpieza.

VI.2 Medidas enfocadas a la prevención y mitigación de los impactos secundarios

Con la finalidad de atender a los impactos secundarios o de menor importancia identificados mediante el proceso de evaluación de los impactos ambientales, que si bien no representan potenciales afectaciones, su observación y control si harán de éste un proyecto más viable y sustentable; a continuación se presentan medidas complementarias que se pretenden llevar a cabo durante el desarrollo del Proyecto.

Tabla 6.7. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos secundarios

Componente beneficiado	Clave de medida	Medida	Tipo de medida ⁴			Etapas de aplicación ⁵		
			Pv	Mi	Co	Pr	Cn	Op
Atmósfera	Md-13	Uso de baños portátiles	X			X	X	
	Md-14	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria, equipo y vehículos de personal dentro de los talleres de la mina	X	X		X	X	X
	Md-15	Capacitación integral	X			X		
Hidrología	Md-13	Uso de baños portátiles	X			X	X	X
	Md-14	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria, equipo y vehículos de personal dentro de los talleres de la mina	X			X	X	X
	Md-16	La recarga de combustible deberá	X			X	X	X

⁴ Tipo de medida: Pv (Prevención), Mi (Mitigación), Co (Compensación)

⁵ Etapa de aplicación: Pr (Preparación), Cn (Construcción), Op (Operación)

Componente beneficiado	Clave de medida	Medida	Tipo de medida ⁴			Etapas de aplicación ⁵		
			Pv	Mi	Co	Pr	Cn	Op
		ser en las áreas acondicionadas y autorizadas para ello que existen dentro de la UMP						
	Md-17	Manejo y almacenamiento adecuado de residuos	X			X	X	X
Suelo	Md-16	La recarga de combustible deberá ser en las áreas acondicionadas y autorizadas para ello que existen dentro de la UMP	X			X	X	X
	Md-17	Manejo y almacenamiento adecuado de residuos	X			X	X	X
	Md-18	Restricciones de tránsito en áreas no autorizadas	X			X	X	X
	Md-12	Recuperación de suelo orgánico	X			X		
Fauna	Md-15	Capacitación integral	X			X		
	Md-18	Restricciones de tránsito en áreas no autorizadas	X			X	X	X
Medio económico	Md-15	Capacitación integral	X			X		
	Md-19	Ponderar la contratación de personal de las localidades cercanas	X			X	X	

VI.2.1 Descripción ampliada de las medidas para los impactos secundarios

Md-12. Se realizará la recuperación de la capa de tierra vegetal (suelo orgánico) en todas las áreas solicitadas a CUSTF, con profundidades variables de entre 10 y 30 centímetros de suelo, de acuerdo a la profundidad de la capa en cada sitio, procurando evitar remover material más allá del espesor del horizonte fértil para que no se mezcle con el subsuelo u otros estratos. El rescate del suelo orgánico se realizará por medios mecánicos, mediante el uso de maquinaria pesada (tractor).

El suelo recuperado será trasladado y colocado en el almacén de suelo que forma parte del presente Proyecto, y el cual está ubicado en la zona norte del mismo. En este almacén, el suelo recuperado será resguardado para su posterior empleo en las actividades de restauración al cierre de la vida útil del Proyecto.

Md-13. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se deben instalar y utilizar baños portátiles, en proporción de uno por cada 15 trabajadores, distribuidos en las diferentes áreas de trabajo, quedando estrictamente prohibido el orinar o defecar al aire libre. Se contratará a una empresa para la instalación de los baños portátiles, misma que deberá de darles mantenimiento y limpieza por lo menos dos veces a la semana. La adecuada disposición de los residuos sanitarios será responsabilidad de la empresa contratada, quedando prohibido cualquier tipo de descarga de aguas residuales sanitarias al suelo o cuerpos de agua.

Md-14. Todo equipo utilizado para las distintas actividades y obras derivadas del proyecto, deberán de seguir estrictamente con un programa de mantenimiento preventivo en donde se verifique aspectos generales y se evalúe el estado de la maquinaria antes de su operación, todas estas actividades deberán de llevarse a cabo en los talleres de mantenimiento autorizados por Minera Peñasquito.

La revisión y el mantenimiento se realizarán con el fin de que los equipos, maquinaria y vehículos operen de forma óptima, controlando la seguridad de los operadores y mitigando los impactos ambientales a través de la reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos y de la generación de ruido, así como previniendo fallas que deriven en derrames de hidrocarburos o sustancias peligrosas que contaminen el suelo.

Md-15. Las personas que pretenden laborar dentro de la Unidad Minera Peñasquito deben tomar un curso de inducción general que incluye temas de seguridad, medio ambiente, respuesta a emergencias, así como los valores, políticas y reglas de oro de la corporación. Sin excepción alguna, todo el personal que vaya a emplearse en las actividades del Proyecto, deberá inscribirse, asistir y aprobar el curso de inducción. Como se mencionó previamente, los conductores que pretendan hacer uso de vehículos y maquinaria dentro de la UMP, deben tomar adicionalmente un curso de manejo defensivo para obtener su licencia interna, sin la cual no pueden conducir a partir de la caseta de acceso. Así mismo, dependiendo de las áreas en las que labore el resto del personal, se les podrá dar capacitación especializada.

Md-16. La UMP cuenta con estaciones de abastecimiento de combustibles autorizadas y adecuadas para la recarga de gasolina y diésel a vehículos ligeros, de carga y maquinaria. El despacho de combustible para los automotores involucrados en el Proyecto deberá hacerse en estas áreas o bien en las distribuidoras autorizadas en las localidades inmediatas a la Unidad.

Md-17. El adecuado manejo de residuos se refiere al cumplimiento de los procedimientos instaurados y vigentes en la UMP, en los cuales se establece que debe realizarse una separación primaria de los residuos sólidos urbanos, entre los orgánicos e inorgánicos. Para el cumplimiento de esta medida durante las etapas de preparación y construcción, se colocarán contenedores en las áreas de trabajo para el depósito de los residuos. El personal de la unidad minera encargado de la recolección de los residuos integrará en su ruta las nuevas áreas de trabajo, garantizando que la recolección y disposición de los residuos sólidos urbanos se haga conforme a los procedimientos.

En el área del Proyecto no se generarán residuos de manejo especial ni con características de peligrosidad (corrosivos, reactivos, explosivos, inflamables, tóxicos ni biológico-infecciosos), ya que estos se producirán en las áreas de talleres de la UMP, en las cuales también se tienen procedimientos específicos para el manejo y almacenamiento temporal de los mismos. En caso de que llegara a generar algún

residuo peligroso en el desarrollo del Proyecto se manejará conforme a la normatividad aplicable.

Md-18. Se deberá restringir el tránsito en áreas no autorizadas dentro del proyecto. Para el cumplimiento de esta medida será indispensable colocar señalamiento en las áreas designadas como no autorizadas.

Md-19. Minera Peñasquito deberá considerar a la gente de las localidades cercanas para que algunas de ellas formen parte del equipo de trabajo en el Proyecto, principalmente mano de obra no calificada.

VI.3 Impactos residuales

Una vez implementadas las medidas de prevención, mitigación y compensación, se anticipan los siguientes impactos residuales⁶ para cada Componente Ambiental, como resultado de la ejecución del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras.

Atmósfera

Aun cuando se contemplan medidas durante las diferentes etapas del Proyecto para reducir el impacto sobre la calidad del aire, como el riego de las áreas de trabajo, el control de velocidad de vehículos y camiones, entre otras, se prevé que existan impactos residuales por la emisión de polvos fugitivos a la atmósfera como consecuencia del movimiento de material durante la etapa de preparación del sitio y por el movimiento de tepetate durante la etapa de operación.

Como parte de los impactos residuales que se presentarán sobre la calidad del aire, el uso de vehículos durante el desarrollo del Proyecto supondrá el incremento de las emisiones de gases de combustión (óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y óxidos de carbono (COx). Dadas las características fugaces de estos impactos, no se consideran significativos.

Adicionalmente, el desarrollo del Proyecto supone la generación de impactos residuales sobre los niveles sonoros y lumínicos. En cuanto a los niveles sonoros, el ruido generado por el equipo y maquinaria será residual aun con la aplicación de medidas; de igual forma, el incremento de los niveles lumínicos consecuencia de las labores en horarios nocturnos presentará cierto grado de residualidad. Sin embargo, en ambos casos, el efecto será de baja intensidad y se desvanecerá a mayor distancia. Los niveles de ruido máximos estimados no serán mayores de 85 dB(A) (a una distancia de 10 metros del equipo). Si se llegara a exceder ese nivel, será por alguna eventualidad atípica, y será de forma momentánea y fugaz.

⁶ Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación, y cuya residualidad deriva de la persistencia e irreversibilidad del efecto (incluso después de la atenuación o mitigación).

Geomorfología

La naturaleza del Proyecto supone la generación de impactos residuales sobre el componente Geomorfología. La construcción y operación de las tepetateras se traduce en la alteración de la topografía de manera constante. Estas alteraciones son una necesidad del proyecto por lo que se consideran inevitables, por lo que la estabilización de los taludes de las tepetateras se considera de suma importancia, evitando así que se pudieran generar diferentes impactos.

Suelo

El componente Suelo presentará impactos residuales como la pérdida de la cobertura y profundidad efectiva del suelo. Estas modificaciones se generarán como consecuencia indirecta de las actividades principalmente de desmonte y despalme en la superficie a cambio de uso de suelo. Este impacto se verá compensado mediante el rescate, reubicación y resguardo de suelos, para su posterior empleo en las actividades para el adecuado cierre y abandono del Proyecto.

Debido al bajo grado de conservación del componente Suelo en el sitio, el impacto residual por la pérdida de la cobertura y de la profundidad efectiva del suelo en las 244.5958 ha que requieren de cambio de uso de suelo, y de las 294.8065 ha del Proyecto que serán cubiertas por tepetate y otras obras, no se considera significativo.

Hidrología

El componente hidrología recibirá impactos con efectos residuales sobre los factores de infiltración y escurrimiento. Esto se debe a que la compactación del suelo en el área del Proyecto provocará una disminución en el volumen de infiltración del sitio, y por consecuencia habrá un incremento en el volumen de escurrimiento.

Este efecto se presentará a lo largo de toda la vida útil del Proyecto; sin embargo, debido a las características actuales del suelo (bajo porcentaje de infiltración) y a la intensidad y localización de los efectos, los impactos residuales sobre el componente hidrología no se consideran significativos.

Flora

El impacto residual sobre el Componente flora corresponde a la pérdida de la cobertura vegetal como consecuencia del desmonte en las 244.5958 hectáreas en las que se realizará el cambio de uso de suelo. Este impacto tendrá como consecuencia algunos impactos sobre factores como el microclima o hábitat entre otros.

Una vez terminada la vida útil de la Unidad Minera Peñasquito, el Proyecto se apegará a las actividades de cierre y abandono. Estas actividades absorberían el impacto residual mediante actividades de estabilización de taludes, recuperación de suelo, áreas con potencial de infiltración de agua, reforestaciones, entre otras, las cuales brindarán además una recuperación del hábitat para la fauna.

Es importante mencionar que aun cuando este impacto residual no se vea absorbido, y siendo el impacto de mayor importancia identificado para el Proyecto, no es lo suficientemente importante para considerarse como un impacto significativo, ya que el entorno en donde se desarrolla el Proyecto se encuentra inmerso en zonas mineras, las cuales han provocado degradación ambiental en diferentes niveles.

Paisaje

El desmonte de la vegetación en 244.5958 ha del Proyecto, supone un impacto indirecto y residual sobre el componente paisaje, debido a la pérdida de componentes visuales que atenuaban el entorno degradado en el que se encuentra el Proyecto. Al igual que otros impactos, este se considera inherente al desarrollo del Proyecto, por lo que se prevé que se acumule a los impactos existentes sobre este componente.

Aún aplicadas las medidas propuestas para los impactos sobre el componente Paisaje, existirán efectos que no lograrán desaparecer (razón por lo cual se considera un impacto residual); sin embargo, como se ha venido mencionando a lo largo del presente apartado, la condición del entorno provoca que el impacto residual que generará el Proyecto sobre este componente no sea considerado de relevancia.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se describe el pronóstico ambiental para la zona, tomando en cuenta la situación actual del Sistema Ambiental (SA), los impactos positivos y adversos del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, y los impactos residuales que el Proyecto pueda generar.

VII.1 Pronóstico del escenario

La metodología que se ha empleado para pronosticar los posibles escenarios ambientales, conjuga información cualitativa, cuantitativa, descriptiva y geográfica de los siguientes aspectos:

- Del Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I), presentado en el Capítulo IV y en el Anexo 4.15 de este documento, el cual ilustra el escenario actual; siendo analizado particularmente dentro de los límites del Área de Influencia (AI), por ser dentro de esta área donde se resentirán y se amortiguarán los efectos adversos ocasionados por el proyecto.
- De la problemática ambiental y los procesos de degradación identificados en la Sección IV.2.5. para el AI, los cuales evolucionan hacia el escenario sin proyecto (E0)
- De la evaluación de los impactos positivos y adversos que podría ocasionar el proyecto, los cuales fueron identificados y evaluados en las matrices de importancia de impactos (Capítulo V y Anexos 5.1, 5.2 y 5.3 de esta MIA-P), a partir de lo cual se generó el escenario de impactos (escenario con Proyecto y sin medidas = E1)
- La aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el Capítulo VII, así como los impactos residuales del proyecto, que dan lugar al escenario de medidas o E2 (escenario con Proyecto y con medidas)

Es importante recordar que el objetivo del DA-I es mostrar cartográficamente el rango de calidad que guardan los componentes ambientales actualmente dentro del Sistema Ambiental, y por ende dentro del Área de Influencia del Proyecto, plasmando de forma gráfica las áreas con mayor afectación y las que se conservan mejor. Ello se logró mediante la jerarquización de la importancia de los recursos bióticos y abióticos a través de criterios aplicados a la información geográfica de los componentes (para más detalles ver la Sección IV.2.5).

Retomando este objetivo, y teniendo como base el Diagnóstico Ambiental, el equipo multidisciplinario que ha sido partícipe del desarrollo de la presente MIA-P y de los estudios que lo integran y lo sustentan, determinó las posibles modificaciones a los valores de importancia actuales de los componentes ambientales integrados, en una escala

porcentual; primero suponiendo un escenario donde no se desarrollará el Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras (VII.2); luego, estimando la disminución porcentual de la calidad de los componentes a consecuencia del desarrollo de las obras del Proyecto, conforme a la evaluación completa de sus impactos (desarrollada en el Capítulo V). Con esto es posible hacer una proyección del escenario actual modificado por la ejecución de las obras, sin la minimización de los efectos negativos con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas (Sección VII.3).

Posteriormente, a fin de hacer un análisis comparativo, se determinó otro conjunto de valores correspondiente a la disminución porcentual de la calidad de los componentes ambientales integrados derivada de la ejecución del Proyecto, pero esta vez considerando la aplicación de las medidas del Capítulo VI. Este escenario además de mostrar el detrimento acumulativo en la calidad actual del AI, pero atenuado con la aplicación de las medidas propuestas, muestra también una estimación de la distribución que tendrán los impactos residuales, que son aquellos que permanecerán en el ambiente aun después de aplicar las medidas de mitigación y compensación. Por lo anterior, el segundo escenario se ha denominado Escenario de Medidas o E2 (Sección VII.4).

La referencia que se toma para la asignación de los valores porcentuales de disminución en la calidad de los componentes ambientales en los escenarios E1 y E2, viene de la identificación de los impactos principales (sección V.1), así como desde las matrices de importancia de impactos; para ello se consideraron los valores de importancia absoluta determinados por componente ambiental, con especial atención en su residualidad; así mismo, se han determinado hasta tres áreas de afectación dependiendo de la extensión de los impactos con la que fueron evaluados en las matrices de impactos, suponiendo una disminución del efecto adverso conforme se aleja del sitio de origen; siendo así el área de afectación más intensa la huella del Proyecto (superficie que pretende ser autorizada).

La metodología para plasmar gráficamente los valores porcentuales de disminución en la calidad de los componentes ambientales en la cartografía, consiste nuevamente en la aplicación de álgebra de mapas, utilizando las herramientas de la plataforma donde se construyó el Sistema de Información Geográfica; para ello, a los valores del modelo del Diagnóstico Ambiental Integrado se les resta el valor total de disminución porcentual para cada área de afectación, repitiendo el procedimiento para cada escenario.

Para visualizar las posibles repercusiones tanto adversas como favorables a partir del desarrollo del Proyecto, los pronósticos ambientales se referirán a un escenario al año 2030, cuando aún estaría en vigencia la autorización en materia de Impacto Ambiental en caso de que se autorizara la ejecución proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras; y el resto de la unidad minera también continuaría su producción, que actualmente se estima que cesaría en el 2032, para completar su clausura en 2033.

VII.2 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El escenario sin proyecto (E0), mantendría una condición similar al estado actual del Sistema Ambiental, en el cual influyen los impactos descritos como parte del Diagnóstico Ambiental Integrado (apartado IV.2.5), y de la Problemática Ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto, pero con un decremento de la calidad ambiental de los diferentes componentes como consecuencia de los procesos antropogénicos del sitio. Estos procesos supondrían la degradación progresiva y fragmentación del hábitat, generando una disminución general de la calidad ambiental del sitio.

En la Tabla 7.1 se muestran los valores de calidad modificados para el escenario E0 en el SA (escenario sin proyecto); los cuales se presenta en la Figura 7.1.

Tabla 7.1. Pronóstico de la calidad ambiental en el Sistema Ambiental considerando que no se ejecute el Proyecto (escenario E0 a 9 años)

Componente	Valor de disminución en la escala de cada componente (%)	Peso Ponderado en el SA del componente	Valor en la escala del DA-I (%)
Atmósfera	3%	7	0.2
Suelo	7%	17	1.2
Hidrología	5%	8	0.4
Vegetación	15%	27	4.1
Fauna	10%	19	1.9
Paisaje y geoformas	5%	14	0.7
Socioeconomía y Cul.	0%	8	0.0
Total			8.5%

En un balance ordinario, comparando el Diagnóstico Ambiental en el Sistema Ambiental (Figura 4.50) contra el pronóstico del E0 (Figura 7.1), las modificaciones adversas esperadas serían moderadas de forma generalizada, haciendo que las áreas del valle de Mazapil reduzcan su calidad de un nivel medio alto a uno medio, y las áreas al centro y Oeste del SA (incluyendo las áreas entre las obras de la UMP), bajen su calidad actual catalogada como media a media baja. Las zonas con nivel de calidad alto, al Este y Sureste del Proyecto se mantendrían conservadas, ya que no se han identificado zonas potenciales para la realización de obras o aprovechamientos de recursos que presionen dichas áreas hacia el 2030.

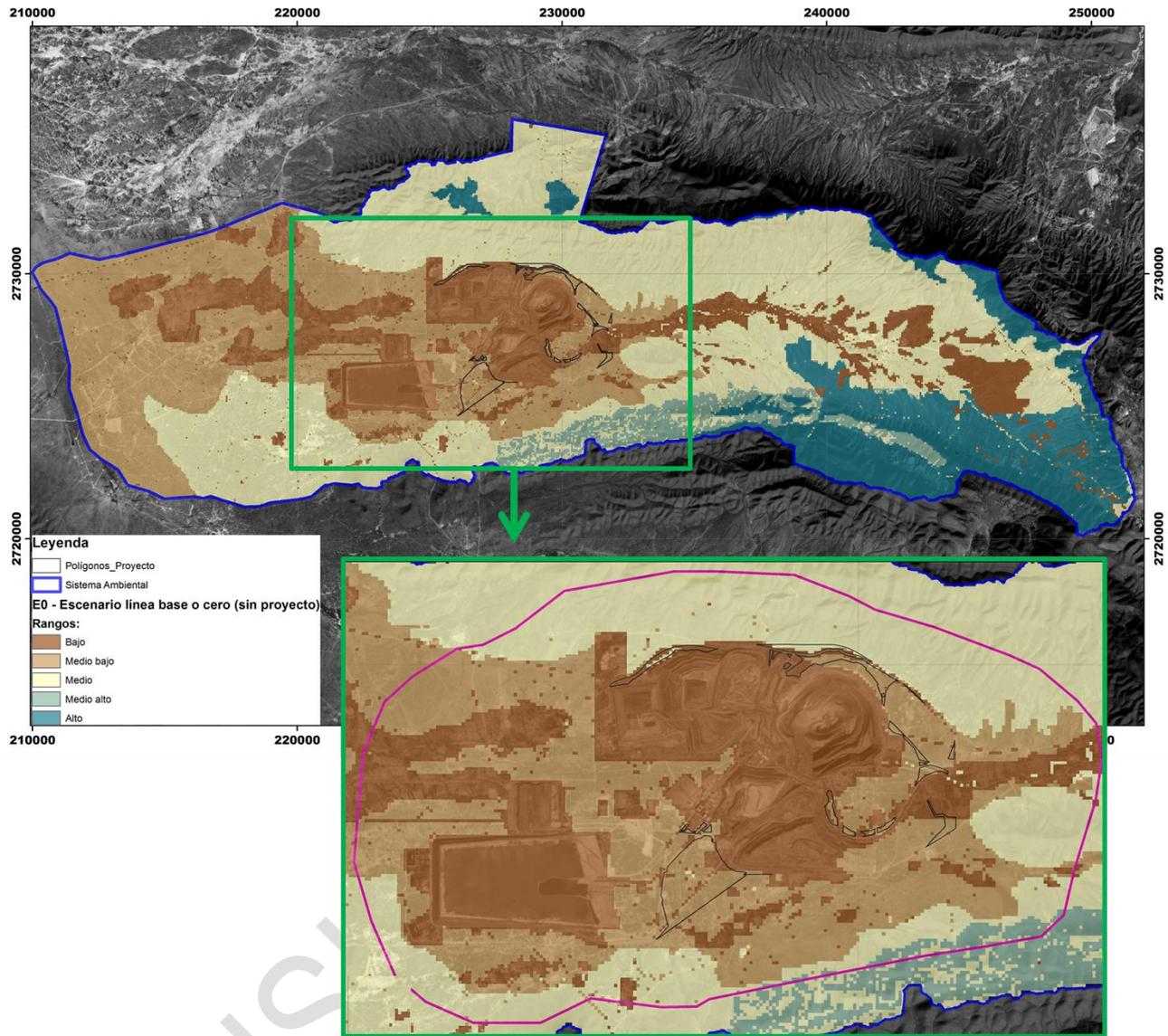


Figura 7.1. Pronóstico del escenario sin proyecto (E0 – Sistema Ambiental y Área de Influencia)

VII.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto

En un escenario en el que se contempla la ejecución del Proyecto sin considerar ninguna de las medidas propuestas, la calidad ambiental sufriría modificaciones puntuales sobre la huella del Proyecto, sin producir afectaciones a nivel del AI ni del SA. De esta forma, las superficies de la huella del Proyecto pasarían de un grado de calidad actual medio bajo a uno bajo, como parte de las tendencias que se estimaron para el escenario al 2030 sin el desarrollo del Proyecto (E0), es decir, que su realización generaría únicamente impactos acumulativos de extensión local, sin que ello provocara mayores cambios en las condiciones del Área de Influencia y menos aún en el Sistema Ambiental.

En la Tabla 7.2 se muestran los valores porcentuales que reflejan la degradación de la calidad ambiental ocasionada por el desarrollo del Proyecto. Cabe destacar que los porcentajes de disminución se presentan a la escala de valores resultantes de los diagnósticos individuales de cada componente ambiental, pero también se presentan a la escala del Diagnóstico Ambiental Integrado, una vez que han sido multiplicados por el peso ponderado del componente respecto a su influencia en el SA.

Tabla 7.2. Disminución porcentual de los valores de calidad del escenario actual a consecuencia del desarrollo del proyecto (escenario E1)

Componente	Valor de disminución en la escala de cada componente (%)			Peso Ponderado en el SA del componente	Valor en la escala del DA-I (%)		
	Huella del proyecto	Buffer 200 m	Buffer 500 m		Huella del proyecto	Buffer 200 m	Buffer 500 m
Atmósfera	50%	25%	15%	7	3.5	1.8	1.1
Suelo	30%	5%	0%	17	5.1	0.9	0.0
Hidrología	30%	10%	5%	8	2.4	0.8	0.4
Vegetación	80%	0%	0%	27	21.6	0.0	0.0
Fauna	70%	40%	10%	19	13.3	7.6	1.9
Paisaje y geoformas	60%	50%	40%	14	8.4	7.0	5.6
Socioeconomía y Cul.	-10%	-10%	-10%	8	-0.8	-0.8	-0.8
Total					53.5%	17.3%	8.2%

* Los valores porcentuales negativos indican que en vez de hacer una disminución de los valores de calidad, se hace una adición de valores, reflejando en los modelos de los escenarios los impactos positivos identificados que generará el Proyecto.

En la Figura 7.2. , se muestra el Escenario de Impactos o E1, en el cual se puede apreciar que el desarrollo del Proyecto sin la ejecución de las medidas propuestas en el presente documento, supondría la degradación de la calidad ambiental en la huella del Proyecto, pasando de un estado de calidad medio bajo a uno bajo.

Se puede concluir que el desarrollo del Proyecto sin la ejecución de medidas de prevención y mitigación propuestas, ocasionará una degradación puntual de la calidad ambiental, generándose modificaciones únicamente en la huella del Proyecto. De tal forma, no se prevén modificaciones relevantes a nivel Área de Influencia y/o Sistema Ambiental.

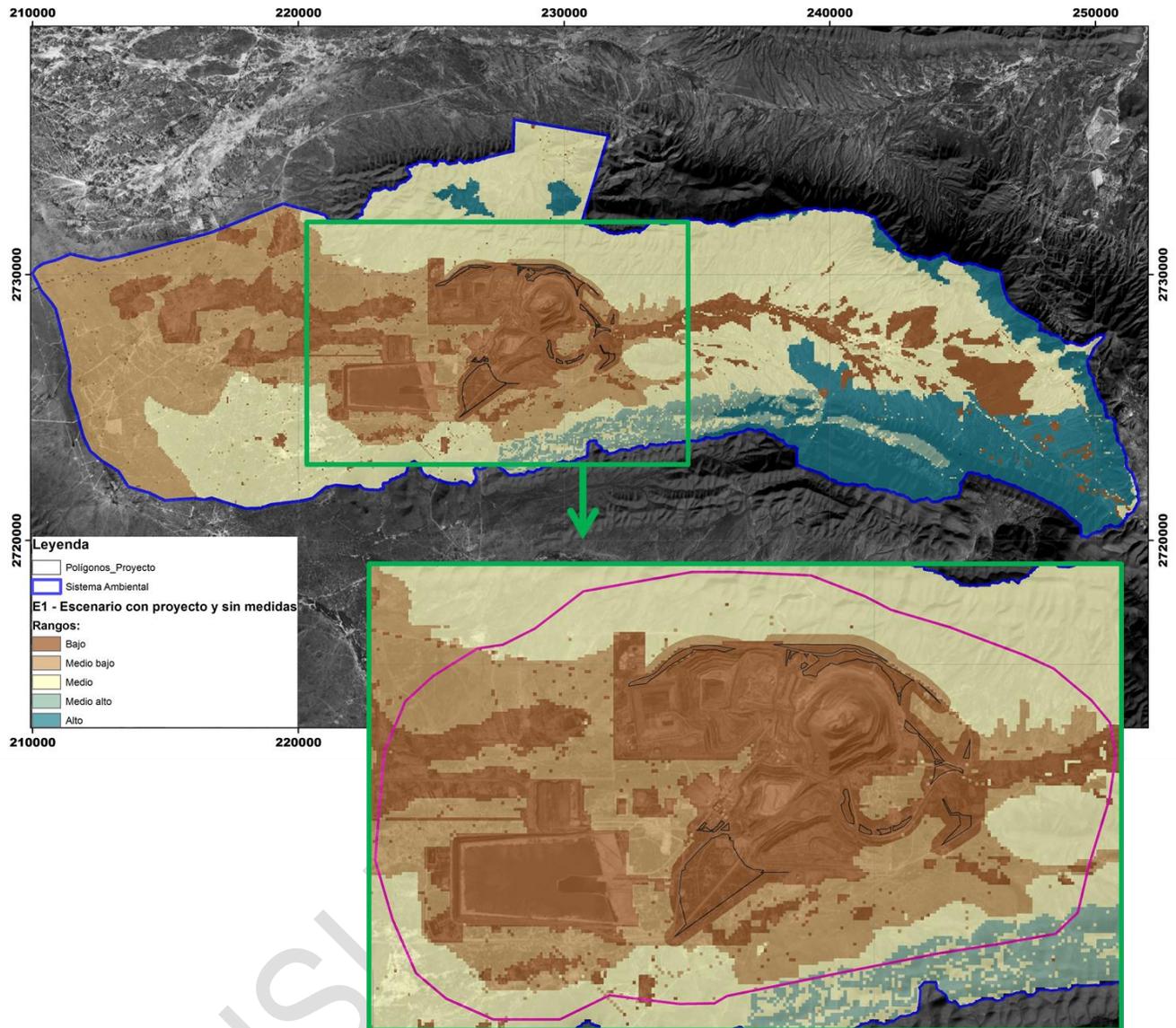


Figura 7.2. Escenario de impactos (E1 – SA con Proyecto, sin medidas)

El decremento de la calidad en la huella del Proyecto estaría relacionado a la pérdida de calidad de componentes como Flora, Fauna y Paisaje. El desmonte de la vegetación en 244.5958 ha supone la pérdida de cobertura vegetal (disminuyendo la calidad del componente Flora en la huella), y teniendo como efecto indirecto la modificación de la distribución espacial y temporal de la fauna y la pérdida del hábitat (disminución de la calidad del componente Fauna); además, también presenta repercusiones indirectas sobre el paisaje, ya que supondría la eliminación de los componentes que atenúan el paisaje en el sitio.

En términos generales, sobre la superficie que abarca la huella del Proyecto, los componentes ambientales en su conjunto, perderían el 53.5% de su calidad actual. En la primera área de afectación considerada (buffer de 200 m alrededor de la huella del

Proyecto), la calidad ambiental se reduciría en un 17.3%; mientras que en la segunda área de afectación considerada (buffer 500m) se perdería el 8.2%.

VII.4 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

El escenario E2 mantiene como base el escenario de impactos, pero considera una atenuación de los valores de disminución en función de los resultados que se espera que tengan las medidas propuestas, dentro de las medidas para la prevención y mitigación de los impactos.

En la Tabla 7.3 se muestran los valores estimados de disminución de la calidad de cada componente, en términos porcentuales.

Tabla 7.3. Disminución porcentual de los valores de calidad del escenario actual a consecuencia del desarrollo del proyecto con la aplicación de medidas (escenario E2)

Componente	Valor de disminución en la escala de cada componente (%)			Peso Ponderado en el SA del componente	Valor en la escala del DA-I (%)		
	Huella del proyecto	Buffer 200 m	Buffer 500 m		Huella del proyecto	Buffer 200 m	Buffer 500 m
Atmósfera	30%	15%	5%	7	2.1	1.1	0.4
Suelo	20%	0%	0%	17	3.4	0.0	0.0
Hidrología	20%	5%	3%	8	1.6	0.4	0.2
Vegetación	80%	0%	0%	27	21.6	0.0	0.0
Fauna	40%	10%	5%	19	7.6	1.9	1.0
Paisaje y geofomas	40%	30%	20%	14	5.6	4.2	2.8
Socioeconomía y Cul.	-10%	-10%	-10%	8	-0.8	-0.8	-0.8
Total					41.4%	6.8%	3.6%

* Los valores porcentuales negativos indican que en vez de hacer una disminución de los valores de calidad, se hace una adición de valores, reflejando en los modelos de los escenarios los impactos positivos identificados que generará el Proyecto.

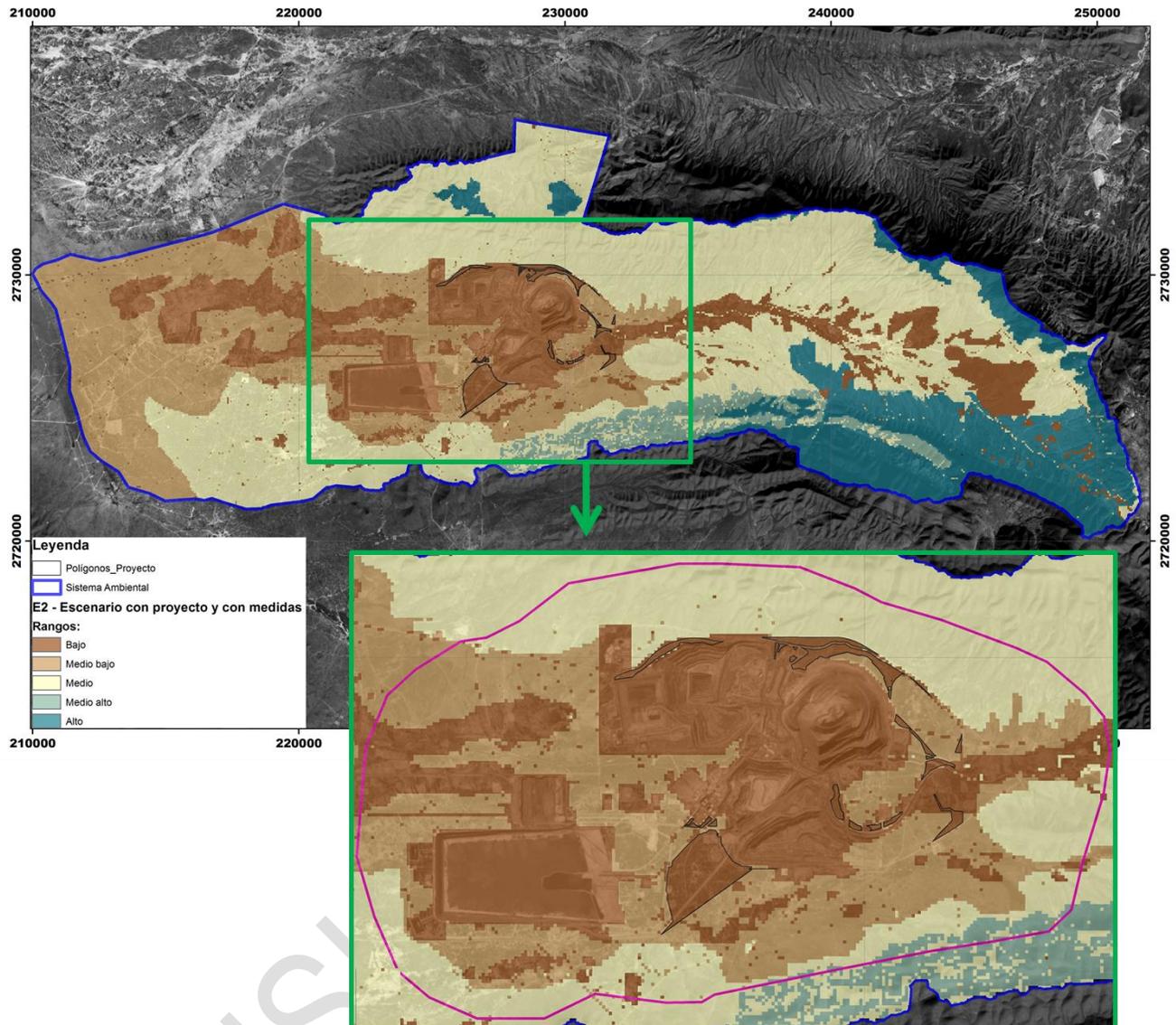


Figura 7.3. Escenario de medidas (E2 – SA con Proyecto y con medidas)

Tomando en cuenta los principales impactos residuales que generará el Proyecto sobre los componentes de vegetación, fauna y paisaje, que son los componentes ambientales de mayor relevancia de acuerdo a la ponderación y la afectación que generará el desarrollo del Proyecto, además de considerar que la aplicación de medidas sobre estos impactos no reflejarán una mitigación directamente sobre el área afectada; en el escenario futuro previsto con el desarrollo del Proyecto y con la ejecución de las medidas (Tabla 7.3), la huella del Proyecto continuaría categorizada con calidad baja.

En este aspecto, no debe interpretarse que las medidas propuestas no tendrán efectividad alguna, sino que en el entorno en el que se pretende desarrollar el Proyecto (inmerso en superficies con uso de suelo minero industrial), los impactos se presentarán sobre zonas que aún sustentan vegetación forestal, lo que representa una pérdida de uno de los componentes de mayor influencia sobre la dinámica del ecosistema, e

indirectamente representa la degradación de otros componentes en la huella del Proyecto. Esto conducirá a que los impactos sean de carácter acumulativo pero de intensidad marginal, es decir, sin que estos representen una alteración relevante que trascienda los polígonos directamente afectados, sin llegar a presentar alteraciones a nivel del Área de Influencia o del Sistema Ambiental.

En este sentido, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación supondrían una atenuación de 12.1% respecto a la disminución general de la calidad ambiental en la huella del Proyecto presentada en el escenario anterior (E1). En cuanto al área de afectación de 200 m, la aplicación de las medidas supondría una atenuación del 11.5%, y del 4.6% en el área de afectación de 500m.

VII.5 Pronóstico ambiental

Con la finalidad de facilitar un análisis comparativo de los escenarios pronosticados, en la Figura siguiente se muestra un mosaico de los tres escenarios modelados, enmarcados en el Área de Influencia del Proyecto, incluyendo el modelo que muestra las condiciones estimadas actuales (diagnóstico ambiental integrado).

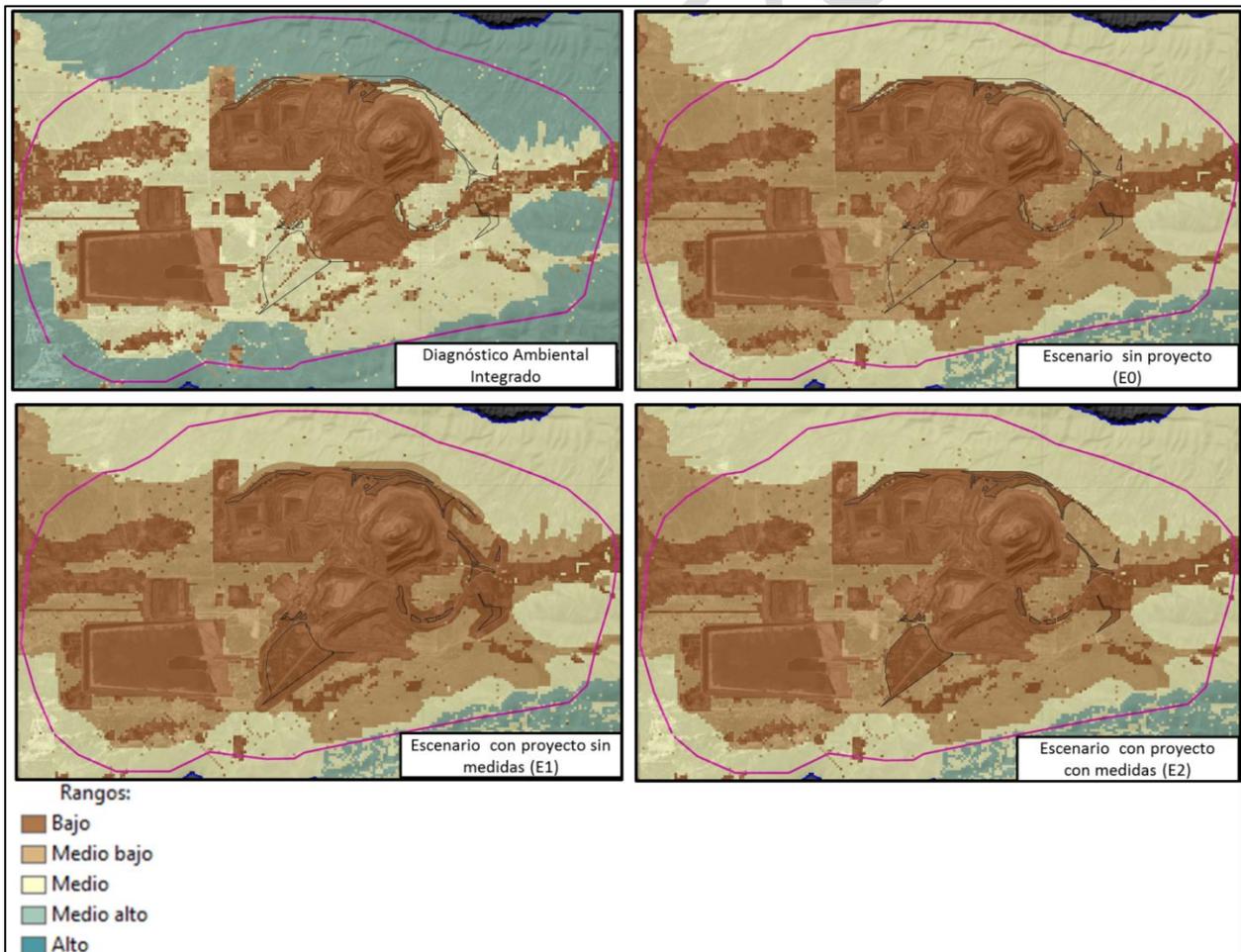


Figura 7.4. Pronóstico de los escenarios

A partir de la comparación, y conociendo tanto el contexto espacial como temporal en el que pretende desarrollarse el Proyecto, así como su naturaleza, y por ende la de los impactos ambientales que este generará (ninguno de ellos de importancia severa); se prevé que el desarrollo del Proyecto con la aplicación de las medidas propuestas, generé un decremento puntual de la calidad ambiental sobre la huella del Proyecto, aunque éste será de menor magnitud que el decremento esperado para el escenario E1 (sin medidas). Esto resulta porque las medidas de mayor importancia que son el rescate y reubicación de fauna y de flora, así como el rescate del suelo orgánico; dada la jerarquía de los impactos identificados y el peso ponderado de los componentes ambientales dentro del SA (importancia relativa de los componentes), no se verán reflejadas directamente a nivel de la huella del proyecto o en sus áreas de amortiguamiento, si no que incluyen ubicaciones geográficas distintas.

VII.6 Programa de manejo ambiental

El Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental (PMVA), con el cual se dará puntual seguimiento a la ejecución de las medidas propuestas para la prevención, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales principales identificados para el Proyecto, se encuentra en el Anexo 7.1 de esta MIA.

VII.7 Seguimiento y control

Como parte del Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental se incluyen estrategias de seguimiento y control de las medidas de mitigación propuestas cuyo fin es el asegurar el cumplimiento de las medidas indicadas en el mismo. En el Anexo 7.1 se adjunta el PMVA.

VII.8 Conclusiones

Una vez analizadas las condiciones actuales del entorno, así como las características y naturaleza del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, la identificación, análisis y descripción de los impactos relacionados al Proyecto, permitió concluir que el desarrollo de este no implica alteraciones importantes sobre los diferentes componentes ambientales respecto a su estado natural, de forma que no se esperan impactos significativos que pudieran poner en riesgo a alguno de estos componentes.

No obstante, , la valoración y jerarquización de los impactos permitió discernir los impactos principales de los secundarios o de menor importancia, considerándose como impactos principales del Proyecto, aquellos cuyo valor de importancia relativa resultó más alto, en virtud de que convergen algunas de las siguientes condiciones: que la evaluación de sus atributos resultó en los mayores valores de importancia; que la influencia sobre el Factor alterado se presenta en más de una etapa del desarrollo del Proyecto (preparación, construcción y operación); y que la ponderación del Factor ambiental alterado (UIP), sea alta en el contexto del Sistema Ambiental. A continuación se presenta a manera de tabla, los impactos considerados como principales.

Tabla 7.4. Impactos adversos principales identificados

Componente ambiental	Código	Impacto potencial
Atmósfera	Atm-1	Disminución de la calidad del aire por emisiones de PST
Geomorfología	Geo-1	Modificación a la topografía
Flora	Fl-1	Disminución de la cobertura vegetal
	Fl-2	Afectación a las especies protegidas y/o de interés especial
Fauna	Fa-1	Alteración a la distribución espacial y temporal de la fauna
	Fa-2	Pérdida del hábitat
Paisaje	Pa-1	Disrupción de la continuidad paisajística y visibilidad

Además, se prevé que el desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras genere impactos residuales de extensión puntal y parcial, además de impactos acumulativos relevantes sobre los siguientes factores:

- Calidad del aire
- Topografía
- Cobertura de suelo
- Cobertura vegetal
- Distribución espacial y temporal de la fauna
- Continuidad paisajística

Del análisis integral desarrollado en esta MIA, entre los que se incluye la evaluación de impactos ambientales, se concluye que:

- Los impactos generados por la ejecución del Proyecto se verán atenuados por el grado de perturbación actual del sitio.
- La etapa de preparación del sitio será la más impactante durante el desarrollo del Proyecto.
- El proyecto no generará impactos de carácter crítico sobre ninguno de los componentes ambientales.
- En aspectos generales, los impactos benéficos generados por el desarrollo del Proyecto son de más relevancia que los negativos.
- Los escenarios desarrollados al año 2030, muestran que la ejecución del Proyecto supone modificaciones puntuales en la calidad ambiental del AI, sin que estas puedan llegar a considerarse significativas.

Con base en lo anterior, la ejecución del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras no representa un factor de desequilibrio ecológico a nivel Área de Influencia y/o Sistema Ambiental, ni ocasionará situaciones de contingencia ambiental que

representen un riesgo a la salud y bienestar humano, además de que no causará una inestabilidad en la funcionalidad del ecosistema. Por el contrario, el desarrollo del Proyecto con la correcta aplicación de las medidas propuestas, supondría un incremento en la calidad del medio socioeconómico sin que esto represente una degradación importante de la calidad del medio físico.

CONSULTA PÚBLICA

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

Para realizar la caracterización del medio físico, biótico, social y económico del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras, se desarrollaron diferentes acciones para evaluar la información ambiental del área donde se pretende realiza el Proyecto:

- a) Evaluación preliminar del Proyecto
- b) Trabajo de campo
- c) Procesamiento de la información generada
- d) Recopilación bibliográfica de información
- e) Elaboración de un sistema de información geográfica
- f) Generación de elementos de salida

A continuación, se menciona una breve descripción de las diferentes acciones involucradas en la ejecución de la evaluación ambiental:

- a) Evaluación preliminar del Proyecto

Una vez que Natural Environment S.C. recibe la solicitud de Minera Peñasquito, S.A. de C.V. para la elaboración de los estudios que integran la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), se conforma el equipo de trabajo y se reúne para analizar de forma preliminar los alcances del proyecto (scoping), revisando la información general de las obras y actividades pretendidas (información proporcionada por el promovente), así como las condiciones generales del entorno, lo cual incluye la revisión de la base de datos de información geográfica que dispone Natural Environment S.C., un análisis espacial en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT, y revisión de otras fuentes de información. Así mismo, se hace un bosquejo del polígono que representará al Sistema Ambiental y de las áreas de referencia involucradas en el proyecto, con las cuales se planean los trabajos de campo y se determinan los sitios de muestreos.

- b) Trabajo de campo

Como parte de los trabajos de investigación y evaluación de las características ambientales naturales del sitio, se hicieron recorridos por las áreas involucradas en el Proyecto en el mes de noviembre de 2016, durante los cuales se levantó la información de los medios biótico, físico y socioeconómico que se presentan en el Sistema Ambiental del Proyecto, empleando para ello métodos y técnicas particulares para cada componente (transectos, recorridos aleatorios, capturas, fototruampas, tomas fotográficas, identificación de huellas, entrevistas, etc.)

c) Procesamiento de la información generada

El trabajo de gabinete se inicia con el procesamiento de la información generada en campo para obtener resultados de los muestreos, además de organizar la información facilitada durante la visita por los responsables del Proyecto, para su análisis, descripción e integración al Sistema de Información Geográfica.

d) Recopilación bibliográfica de información

Se colectó información bibliográfica de otros estudios disponibles realizados en la región, incluyendo información generada previamente por Natural Environment S.C., referente al medio biótico, abiótico e infraestructura, así como información a nivel regional de diversas fuentes públicas, principalmente del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), del Servicio Geológico Mexicano (SGM), etc. incluyendo a temas como edafología, geología, uso del suelo, vegetación, topografía, climatología e hidrología superficial y subterránea.

e) Elaboración de un Sistema de Información Geográfica

Con la finalidad de asegurar el apropiado análisis de la situación ambiental del sitio donde se pretende el desarrollo del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras se elaboró un Sistema de Información Geográfica (SIG) el cual consistió de los siguientes puntos:

- Estructuración funcional del sistema

En este paso se diseñó la estructura del sistema con base en las necesidades específicas del Proyecto, con esto se definieron escalas mínimas y máximas, proyecciones geográficas aplicables, zona geográfica limitada y atributos: así como, características de la topología del sistema, creando las bases para la estandarización de la información.

- Integración y estandarización de la información recopilada

Se vertió al sistema la información de las fuentes públicas oficiales citadas en el inciso anterior junto con la información generada para el Proyecto y con información adicional de otras fuentes privadas; integrándola toda en un formato digital estándar, con el fin de homogeneizar y manejar dicha información para abordar diversos planteamientos.

A continuación, en la Tabla 8.1, se enlistan los principales datos que se integraron al Sistema en esta fase:

Tabla 8.1. Datos integrados al Sistema de Información Geográfica

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Polígonos de obras y componentes (plan maestro)	Vector	Área del Proyecto	Información proporcionada por el promovente
Polígonos de lotes y predios	Vector	Área del Proyecto	Información proporcionada por el promovente
Plano de instalaciones de abastecimiento y vías de acceso	Vector	Área del Proyecto	Información proporcionada por el promovente
Imagen Satelital Quickbird 2015	Archivo raster	25 km2	QB Marzo 2015 – Pixel .60 cm bandas color natural y monocromatica
Ortofotografía INEGI	Archivo raster	f13b47 A, B, C, D , E y F	Monocromatica – Abril 1994 Píxel 1.5 m.
Imagen Satelital Base ESRI	Archivo raster	Mundial y Local	Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales
Topografía Base ESRI	Archivo raster	Mundial y Local	Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales
Vías de Acceso y Carreteras Base ESRI	Archivo raster	Mundial y Local	Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales
Modelo digital de elevación regionales	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de Tin interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)
Modelo de relieve regionales	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con una equidistancia de 10 m
Modelo de pendientes regionales	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con una equidistancia de 10 m
Modelo hidrológico regionales	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Arc-Hidro Analysis, generando rumbo de corrientes y el flujo acumulado de precipitación, para posteriormente determinar el modelo de corrientes y el modelo de nano cuencas y cuencas hidrológicas
Modelo digital de elevación locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Área del Proyecto	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de Tin interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)
Modelo de relieve locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Área del Proyecto	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable
Modelo de pendientes locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Área del Proyecto	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable
Modelo hidrológico local	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Área del Proyecto	Generados mediante Arc-Hidro a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable

Modelo de clasificación espectral de la vegetación	Vector	Local	Generado a partir de fotografía Quickbird Marzo 2015 detalla del Proyecto (Pixel .60 cm)
Carta Hidrología Superficial INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	F1303 y F1306	Datos referidos a la carta INEGI
Carta Hidrología Subterránea INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	F1303 y F1306	Datos referidos a la carta INEGI
Carta Geológica INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	F1303 y F1306	Datos referidos a la carta INEGI
Carta Edafológica INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	F1303 y F1306	Datos referidos a la carta INEGI
Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie 5 INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	F1303 y F1306	Datos referidos a la carta INEGI
Carta de Uso Potencial INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	F1303 y F1306	Datos referidos a la carta INEGI
Carta de Efectos Climáticos INEGI (Mayo - Octubre)	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	F1303 y F1306	Datos referidos a la carta INEGI
Carta de Efectos Climáticos INEGI (Noviembre - Abril)	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	F1303 y F1306	Datos referidos a la carta INEGI
Carta de Geológica Minera SGM	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	F1303 y F1306	Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano
Carta Propiedad Mineras SGM	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	F1303 y F1306	Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano
Carta Magnética SGM	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	F1303 y F1306	Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano
Áreas de Conservación de Aves AICAS	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Cabeceras Municipales	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Modelo de Climas Nacional	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Curvas de Nivel 100 metros	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
División Política Estatal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Divisiones Florísticas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Edafología	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Escurrimiento Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Escurrimiento Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Estaciones Climatológicas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Estaciones Hidrométricas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Evapotranspiración Real	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Fisionómica Estructural	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional

Hidrogeología	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Hidrografía	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Hipsometría	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Insolación Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Insolación Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Inventario Nacional Forestal Puntos de Verificación	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Lenguas Indígenas a Nivel Municipal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Marginación a Nivel Municipal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Precipitación Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Precipitación Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Provincias Bio-Geográficas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Permeabilidad de Rocas y Suelos	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Provincias Bióticas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Provincias Fisiográficas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Provincias Hepetofaunísticas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Rasgos de Humedad Según Climas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Redes Carreteras	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Regímenes de humedad en el suelo	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Región Terrestre Prioritaria RTP	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Región Hidrológica Prioritaria RHP	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Regiones Ideológicas de Mexico	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Regiones Hidrológicas Administrativas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Regiones Naturales de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Suelos Dominantes de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Temperatura Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Usos de Suelo y Vegetación Serie 3	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional

Usos de Suelo y Vegetación Serie 4 – Compuesta CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Vegetación Según Rendowski	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto
Cuencas CONAGUA	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional
Cuencas CNA	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional
Cuencas Instituto de Geografía	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional
Sub-Cuencas CONAGUA	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional
Plano de Políticas de Conservación CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional
Plano de Políticas de Producción CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional
Plano de Políticas de Restauración CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional
Plano de Políticas No Aplicables CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional
Áreas Naturales Protegidas Federales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Áreas Naturales Protegidas Estatales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Áreas Naturales Protegidas Municipales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Sitios RAMSAR - CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Grado de Peligro por Sequía	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional
Grado de Riesgo por Ciclones Tropicales	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional
Grado de Riesgo por Nevadas	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional
Regionalización Sísmica CFE	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED - CFE Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional
Zonificación Eólica CFE	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED - CFE Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional
División Ejidal ASERCA RAN	Vectorial temática nacional	Nacional	SAGARPA – Corregidas Red Geodésica Nacional
Entidades Urbanas, Rurales y Divisiones Municipales Actualizadas 2013	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Maco Geodésico Nacional	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Uso de Suelo y Vegetación Serie 5 INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica Nacional

Modelo de Climas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Modelo de Climas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Modelo de Climas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Modelo Edafológico – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Fisiografía – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Geología Fallas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Geología Fracturas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Sitios de Muestro de hidrogeología – Nacional Temática	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Geo-Hidrología– Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Hidrología Superficial Cuencas y Sub-cuencas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Sitios de Muestreo Hidrología superficial – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Divisiones Municipales y Estatales – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Uso Potencial – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Imagen LandSat	Imagen Raster	Regional	Imagen link Landsat.com
Modelo de Paisaje Geoland	Imagen Raster	Local	Generado a partir de Modelo Jeneses
Muestreos de Vegetación	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo
Muestreos de Suelo	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo
Muestreos de Fauna	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo
Puntos de Control para Modelo de Paisaje	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo
Toponimia INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Poblados INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Vías de Transportación INEGI 50,000	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58

Referencia topográfica puntual INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Instalaciones de Comunicación INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Cementerios INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Cuerpos de agua cercanos al área de estudio INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Modelo de escorrentías INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Conduccion de agua INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Topografía INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Edificaciones Diversas puntuales INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Hidrográficos Puntuales INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Límites linderos INEGI Oficiales	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Referencia Topográfica de área INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Áreas urbanas INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Líneas de Conducción y Transmisión	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Acuíferos	Vector Temática Nacional	Nacional	CONAGUA - REPDA – Corregidas Red Geodésica Nacional
Vías de Comunicación INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Áreas de Importancia Topográfica INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Vías de conducción hidrológica INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI Clave F13B63, F13B37, F13B38, F13B46, F13B47, F13B48, F13B56, F13B57 y F13B58
Sitio de anidación, refugio y alimentación	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo

Recomendaciones forestales	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.
Clases texturales	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.
Profundidad Efectiva del Suelo	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.
Limitantes Físicas	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.
Unidades Edafológicas FAO 70, WRB 2000 y WRB 2006	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.
Modelo de Climas Máximo	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding
Modelo de Climas Mínimos	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding
Modelo de Climas Promedio	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding
Modelo de Precipitación	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding
Modelo de Heladas	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding
Zonas de Recarga Natural	Raster - Temático	Local	Generados mediante Arc-Hidro a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable
Sitios de Importancia Cultural y Arqueológica	Vector Temático	Regional	Proporcionado por el INAH

- Creación de nuevas capas de información temática

Utilizando la información topográfica, se generó nueva información temática, como los siguientes modelos: Modelo Digital de Elevación, Modelo de Relieve, Modelo de Geoformas, Modelo de Topoformas, etcétera.

- Presentación general del sistema en plataforma de ArcMap

Una vez armado el sistema, éste se presentó en formato de Proyecto con plataforma ArcMap. Dicha información se estructuró por capas ligadas a un macro.

f) Generación de elementos de salida del sistema

Se generó una plataforma de salida (*layout*), para lo cual fue necesario realizar una solapa en donde se muestra la información referente al plano, se determinó el sistema de coordenadas, el *datum*, así como la retícula.

Se nombró un norte geográfico y se procedió a la generación de planos temáticos de salida; para cada uno de ellos se creó su simbología específica.

Finalmente se determinó el tamaño de la hoja de salida (doble carta o 90 x 60 centímetros), y los planos fueron impresos en papel y en formato PDF calidad 300 DPI.

VIII.1.1 Planos definitivos

Tal como se explicó anteriormente, el SIG, permitió la generación de cartografía de baja escala que fue empleada para elaborar diferentes planos que se encuentran anexos en el presente estudio.

El sistema se diseñó para presentar información de salida del SIG en forma de planos, para lo cual se crearon *layouts* para impresión en plotter y/o impresora de escritorio. El sistema permitió también presentar la información en forma de tablas, gráficas, imágenes digitales, en formatos como jpg, bmp, gif, etc; así como exportar e importar información en programas como AutoCAD y AutoCAD MAP.

En el Capítulo IX de este documento se presenta la lista de Anexos (planos y documentos) de la presente Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras.

VIII.1.2 Fotografías

En el Anexo 2.4 se presenta el Reporte Fotográfico del Proyecto, en el cual se aprecian las condiciones actuales que guardan los componentes ambientales dentro del Sistema Ambiental, además de apreciar usos del suelo, paisaje, entre otros rasgos característicos de la zona.

Asimismo, en los Anexos 4.9 y 4.12 se presentan los reportes fotográficos de la vegetación y de la fauna respectivamente.

VIII.1.3 Videos

No fue necesaria la inclusión de videos en el presente documento.

VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna

Dentro del Capítulo IV del presente documento, se incluyen las listas de especies identificadas en los estudios de Flora y Fauna llevados a cabo en el Sistema Ambiental del Proyecto.

VIII.2 Otros anexos

En el Capítulo IX se presenta el listado de los anexos que aparecen de manera adjunta al presente documento. Los anexos corresponden a planos georreferenciado, documentos de descripción, las matrices de evaluación de impactos, entre otros documentos complementarios.

VIII.3 Glosario de términos

Para la Manifestación de Impacto Ambiental se consideran las definiciones contenidas tanto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como en su Reglamento en Materia de Evaluación Impacto Ambiental; algunas de las cuales se citan a continuación, además de conceptos adicionales utilizados en este estudio:

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Escenario modificado: características de los componentes ambientales que resultan de adicionar los efectos de los impactos generados por el Proyecto, al estado actual que presentan, y habiendo aplicado las medidas preventivas y de mitigación apropiadas.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto potencial: Capacidad del efecto producido por una obra o actividad específica para modificar directa o indirectamente uno o más componentes ambientales con respecto a su línea base

Impactos principales: Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida cuya importancia, expresada en términos de los atributos o parámetros de referencia del impacto (criterios de calificación numérica) y con base en los indicadores ambientales respectivos, destacan sobre el resto de los impactos generados por una obra o actividad específica, sin llegar a ser considerados como impactos significativos o relevantes.

Impactos secundarios: Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida, cuya importancia es menor a la de los impactos principales.

Impactos significativos o relevantes: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un Proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

VIII.4 Bibliografía

AOU (2012). The American Ornithologists Union, en: <http://www.aou.org/>

APG. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121.

Bhushan, N., y Rai, K. (2004). *Strategic decision making. Applying the analytic hierarchy process*. United States of America. Springer-Verlag. 2004, pp. 15-17.

CAMIMEX. (2013). *Informe Anual*. Cámara Minera de México. México D.F.

Challenger, A. (1998). *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado Presente y Futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 847 p.

CNAH (2012). The Center for North American Herpetology, en: <http://www.cnah.org/>

CONABIO (2011). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, SEMARNAT, en: <http://www.conabio.gob.mx>

CONAFOR (2004). *Protección, restauración y conservación de Suelos forestales*. CONAFOR, México.

Cronquist, A. (1981). *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. Nueva York. 1262 p.

EPA. (01 de 07 de 2009). Code of Federal Regulations. Recuperado en Enero de 2014, de Title 40 - Protection of Environment: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2009-title40-vol15/xml/CFR-2009-title40-vol15-part70.xml>

García, E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)* (2. ed. corr. y aumentada ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.

González-Elizondo, M. S. (1997). *Upper Mezquital River region, Sierra Madre Occidental, México*, In: Davis, S. D., V. H. Heywood, O. Herrera-McBryde, J. Villa-Lobos y A. C.

Hamilton (eds.). Centres for plant diversity: a guide and strategy for their conservation. Vol. III: The Americas. The World Wide Fund for Nature & International Union for the Conservation of Nature - The World Conservation Union. Cambridge, UK. pp. 157-160.

González-Elizondo M.S., González- Elizondo M., Tena-Flores J.A., Ruacho-González L. y López-Enríquez I.L. (2012). Vegetación de la Sierra Madre Occidental: una síntesis. *Acta Botánica Mexicana* 100: 351-403

González Márquez, J. J., & Montelongo Buenavista, I. (Septiembre-Diciembre de 1996). *El ordenamiento ecológico del territorio como instrumento de política ambiental*. Recuperado en Marzo de 2014, del sitio web de Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco: <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/alegatos/pdfs/31/34-05.pdf>

H. Lamprecht.(1990). *Silvicultura en los trópicos*. Ed. GTZ

INE (2010). Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, en: <http://www.ine.gob.mx/>

INEGI (2000). Los análisis físicos y químicos en la cartografía edafológica de INEGI, guía normativo-metodológica. Versión digital tomada de <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/normatividad/edafologia/normedaf.pdf?c=3> Noviembre 2006.

INEGI (2006a). *Guía para la interpretación de cartografía, Edafología*. Editorial INEGI. Primera reimpresión. México.

López, C., Chanfón, S. & Segura, G. (2005) *La Riqueza de los Bosques Mexicanos: Más Allá de la Madera. Experiencias en Comunidades Rurales*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 199 p.

Lot, A. y Chiang F. (Compiladores). (1986). *Manual de Herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., México, D. F.

Martin, P. S., D. Yetman, M. Fishbein, P. Jenkins, T. R. Van Devender y R. K. Wilson. (1998). Gentry's Río Mayo plants: The tropical deciduous forest and environs of Northwest Mexico. *The University of Arizona Press*. Tucson, Arizona, USA. 558 pp.

Miranda F. y Hernández-Xolocotzi E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179

Moreno N.P. (1984). *Glosario Botánico Ilustrado*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (CECSA), Xalapa.

Morrone J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de biodiversidad* 76: 207 – 252.

Rzedowski J. (1978). *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México, D.F.

Porta Casanella, Jaume. López-Acevedo, M (2005). *Agenda de Campo de Suelos, Información de Suelos para la Agricultura y el Medio Ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Porta, J. López-Acevedo, M. Roquero, C (1999). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda edición. Bilbao

REPDA (2013). Registro Público de Derechos del Agua, CONAGUA, en: <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?n1=5&n2=37&n3=115>

Saaty, T., Vargas, L. (1994). *Decision making in economic, political, social and technological environments. With the analytic hierarchy process*. The analytic hierarchy process vol. VII. RWS Publications. USA.

Saaty, T. L. (1994). *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process*. United States of America. RWS Publications, pp. 32-33.

Saaty, Thomas L. (1997). *Toma de decisiones para líderes. El proceso analítico jerárquico la toma de decisiones en un mundo complejo*. RWS Publications. USA

SEDESOL (2010), Secretaría de Desarrollo Social, en: <http://www.sedesol.gob.mx/>

SIATL (2010). Simulador de Flujos de Agua de Cuencas hidrográficas, INEGI, en: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

Siraj, S., Mikhailov, L. and Keane, J. A. (2013). *PriEsT: an interactive decision support tool to estimate priorities from pairwise comparison judgments*. International Transactions in Operational Research. doi: 10.1111/itor.12054

SMN (2010). Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA, en: <http://smn.conagua.gob.mx>

Cartur Oliver-Other (2014). A National, Detailed Map of Forest Aboveground Carbon Stocks in México, en: <http://www.mdpi.com/2072-4292/6/6/5559>

Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

IX. LISTA DE ANEXOS

IX.1 Anexos

Anexo digitales

Anexo Digital A. Coordenadas del Sistema Ambiental.

Anexo Digital B. Shape del SA

Capítulo I

Anexo 1.1. Acta Constitutiva de Minera Peñasquito, S.A. de C.V.

Anexo 1.2. Registro Federal de Contribuyentes de Minera Peñasquito S.A. de C.V.

Anexo 1.3. Poder legal, identificación oficial y CURP del Representante Legal

Anexo 1.4. Cédula Profesional del Responsable Técnico del estudio en materia de Impacto Ambiental

Capítulo II

Anexo 2.1. Localización regional y específica del Proyecto

Anexo 2.2. Coordenadas de las Obras del Proyecto

Anexo 2.3. Obras del proyecto Ampliación y Construcción de Tepetateras

Anexo 2.4. Reporte fotográfico del Proyecto

Capítulo IV

4.1. Área de Influencia y Sistema Ambiental del proyecto

4.2. Modelo de temperatura mínima en SA

4.3. Modelo de temperatura máxima en SA

4.4. Modelo de temperatura promedio en SA

4.5. Modelo de precipitación media en SA

4.6. Geología INEGI en el SA

4.7. Modelo de topofomas en SA

4.8. Modelo de relieve en SA

4.9. Modelo de dirección de pendientes en SA

4.10. Modelo de pendientes en SA

4.11. Modelo digital de elevación en SA

4.12. Resultados de Laboratorio de suelos

4.13. Suelos en SA INEGI serie II

4.14. Pérdida de suelo en SA (EUPS)

4.15. Modelo de erosión hídrica actual en SA

4.16. Modelo de corrientes y cuerpos de agua en SA

4.17. Muestreo de vegetación en SA

4.18. Uso de suelo y vegetación serie 5 INEGI dentro del SA

4.19. Uso de suelo y vegetación en SA de acuerdo a trabajo en campo

4.20. Reporte fotográfico de vegetación en el SA

- 4.21. Áreas de muestreo faunístico en el SA
- 4.22. Ubicación de cámaras trampas en el SA
- 4.23. Reporte fotográfico de fauna
- 4.24. Metodología Proceso Analítico Jerárquico AHP
- 4.25. Diagnóstico ambiental integrado en el SA
- 4.26. Diagnóstico ambiental integrado en el área de influencia

Capítulo V

- 5.1. Matriz de importancia de los impactos ambientales, etapa Preparación del sitio
- 5.2. Matriz de importancia de los impactos ambientales, etapa Construcción
- 5.3. Matriz de importancia de los impactos ambientales, etapa Operación
- 5.4. Matriz de Ponderados

Capítulo VI

- 6.1. Plano de polígono de áreas de reubicación

Capítulo VII

- 7.1. Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental